



义务教育教科书

# 化学

HUAXUE

九年级 上册



上海教育出版社

义务教育教科书

# 化学

*HUAXUE*

九年级 上册

中学化学国家课程标准研制组



上海教育出版社

# 写给同学们的话

亲爱的同学,转眼间你已经成为九年级的学生。在过去的几年里,你已经初步认识了关于自然界中生命现象和物体运动的一些规律,多年来使你感到疑惑的某些问题可能有了答案。但是,自然界的难题实在多,我们学习和探索的步伐不能停息……今天,当你打开这本崭新的化学课本时,你可能会被书中五颜六色的图片所吸引;当你耐心地学下去,细细品味书中的文字,你将会获得更多的惊喜:物质的神秘面纱逐渐被人类揭开,物质的变化规律跃然纸上。

只要你细心地观察周围的物质世界,你会发现万物都在变化之中:铁制品生锈、木材燃烧……这一切都与化学有关。学习化学,首先一定要学会观察:观察物质原来有何特性?在变化过程中产生了什么现象?反应后又生成了什么样的新物质?其次是要结合观察到的现象进行思考:物质为什么会发生这样的变化?用什么条件去控制这些变化?当然,通过动手做实验,最直接地感受化学变化的奇妙,你能体验到化学的魅力和学习化学的无穷乐趣。

为使你喜欢化学、学好化学,在编写教材时我们反复思考,精心编排:

一是广泛收集你熟悉的生活素材,结合你已有的经验和疑问展开讨论。你会发现:其实,化学就在我们身边,化学有趣易学。

二是书中有大量精美的图片,情景交融,帮助你领悟更多的化学道理,使你的学习多些生动,少些枯燥。

三是设计的化学实验多。希望你勤动手,在“活动与探究”实验和“基础实验”中学习操作、观察和记录的技能,提高分析能力,熟悉常见物质的化学变化。在“玩”的同时,你会发现更多的新知识。

四是期待你解决的问题多。“你已经知道什么”“观察与思考”“联想与启示”“交流与讨论”“练习与实践”“本章作业”等栏目向你提出了各种各样的化学问题,希望你积极思考,主动地参与讨论,充分发表自己的见解。

五是注重学习方法的指导。书的正文中不但有引导语帮助你正确地理解教材,而且通过“方法提示”栏目阐述操作要点;在章末设立“整理与归纳”,通过问题线索使你逐渐养成复习整理、回顾反思和自我评价的习惯。

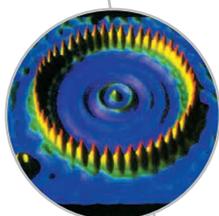
最后,希望同学们经常交流学习方法,努力学好化学,在探索实践中增长自己的聪明才智。

祝你成功!

编者

2012年1月

# 目 录

	<b>第 1 章 开启化学之门</b> ----- 1
	第1节 化学给我们带来什么 ----- 2
	第2节 化学研究些什么 ----- 9
	第3节 怎样学习和研究化学 ----- 20
	整理与归纳 ----- 26
	本章作业 ----- 27
	<b>第 2 章 身边的化学物质</b> ----- 29
	第1节 性质活泼的氧气 ----- 30
	第2节 奇妙的二氧化碳 ----- 39
	第3节 自然界中的水 ----- 47
	基础实验1 氧气的制取与性质 ----- 55
	基础实验2 二氧化碳的制取与性质 ----- 57
	整理与归纳 ----- 58
	本章作业 ----- 59
	<b>第 3 章 物质构成的奥秘</b> ----- 61
	第1节 构成物质的基本微粒 ----- 62
	第2节 组成物质的化学元素 ----- 74
	第3节 物质的组成 ----- 81
	整理与归纳 ----- 88
	本章作业 ----- 89

● **第 4 章 认识化学变化** ----- 91



- 第1节 常见的化学反应——燃烧 ----- 92
- 第2节 化学反应中的质量关系 ----- 100
- 第3节 化学方程式的书写与应用 ----- 104
- 基础实验3 物质燃烧的条件 ----- 109
- 整理与归纳 ----- 110
- 本章作业 ----- 111

● **第 5 章 金属的冶炼与利用** ----- 113



- 第1节 金属的性质和利用 ----- 114
- 第2节 金属矿物 铁的冶炼 ----- 123
- 第3节 金属防护和废金属回收 ----- 127
- 基础实验4 常见金属的性质 ----- 132
- 整理与归纳 ----- 135
- 本章作业 ----- 136

● **附 录** ----- 137



# 第 1 章 开启化学之门



从现在开始,我们将学习一门新的课程——化学。实际上,通过九年级之前相关科学课程的学习及日常生活的积累,我们已经知道不少与化学相关的零散知识。而在系统学习这门学科时,你一定想知道:化学有趣吗?化学与我们的生活有什么关系?化学研究些什么?怎样才能学好化学?

这一章,通过这些问题的讨论,你将知道:

- 1 化学与人类生活、社会发展有什么关系;
- 2 化学研究的内容有哪些;
- 3 学习化学需要掌握哪些方法。

# 第1节

## 化学给我们带来什么

化学是一门实用的基础科学,在人类社会的发展历程中起着重要作用。它推动了人类文明的进步,为工业发展带来了更多的原材料,为农业生产带来了高效的农药和化肥,还为人类战胜疾病带来了重要的药物保障。化学极大地改善了人们的生活,使我们的穿着更加舒适,饮食更有营养,居住更为温馨,出行更加便捷。当前人类所面对的环境、资源、能源、粮食和健康等重大问题的解决都有赖于化学科学的发展。

学习和研究化学,可以帮助我们正确地认识化学物质,合理地利用自然资源,高效地发展科学技术。

### 一、化学帮助我们正确认识物质

我们生活在多姿多彩的物质世界里,每天都会接触到各种各样的物质。从看得见的水到摸不着的空气,从静止的建筑到行驶的汽车,从吃的食品到穿的服装,无一不是物质所组成的。当你面对这些熟悉的物质时,你可曾想过:这些物质是怎样构成的?为什么这些物质性质不一样?人们是怎样认识和利用这些物质的?要回答上述问题,必须有化学知识与科学方法的支持。



#### 交流与讨论

在日常生活中,我们经常会面对各种现象,对这些现象的好奇心可以促使我们提出更多值得深入研究的问题。例如:

1. 世界卫生组织曾多次推荐使用中国的传统厨具——铁锅。铁锅相对于其他烹饪用具有哪些优势?
2. “吸烟有害健康”是一条随处可见的宣传语。吸烟对人体健康到底存在哪些危害?这些危害又是如何造成的?

请通过查阅资料、请教老师等途径收集相关信息,并与其他同学展开交流讨论。

要更深入地认识这些问题,就需要系统地学习化学知识。例如,在学习了化学反应原理后,就可以解释为什么补铁可以促进血红蛋白的生成,而一氧化碳会降低血红蛋白的携氧能力。同样,对于生活中常见的其他问题,如空气为什么可供人呼吸?水为什么是人和生物必需的物质?某些绿色植物是如何将水、二氧化碳转化成淀粉的?淀粉、蛋白质、脂肪在人体内发生怎样的变化?我们吃的食盐和食醋中含有什么成分?……当你学了化学之后,就能够得到正确的答案。

### 观察与思考

在一个堆放了一批袋装化肥(主要成分为碳酸氢铵)的小仓库里,过了一个夏天,管理员发现仓库里这种化肥所特有的刺激性气味变得浓烈了,有些袋里的化肥变少了。检查发现,化肥变少的包装袋有少许破损,但没有发现化肥撒落在地上。

1. 你认为袋中化肥变少的原因可能是什么?请与同学讨论,提出相应的假设。
2. 根据上述信息,你是否能证实(或否定)你或其他同学所提出的假设?



3. 观察图 1-1 所示实验,记录实验现象,通过联想、推理,你能确定这些化肥消失的原因吗?你认为在保存碳酸氢铵化肥时需要注意什么问题?请将实验结果记录于表 1-1 中。

表 1-1 加热碳酸氢铵的实验记录

实验过程	实验现象	实验结论	碳酸氢铵保存注意点
取少量碳酸氢铵固体粉末放入蒸发皿中,将蒸发皿放在酒精灯上加热			

实验证明,在较高温度下碳酸氢铵会迅速分解,除生成有刺激性气味的氨气外,还生成了二氧化碳和水蒸气。根据碳酸氢铵的这一性质,应将碳酸氢铵化肥



图1-2 合理使用农药提高农作物产量

密封保存于阴凉之处,以防受热分解。

学习化学知识可以帮助我们掌握洗涤剂、化肥和农药等生产生活用品的正确使用方法(图1-2),减少事故的发生;还可以引导人们改变吸烟、酗酒和经常食用油炸食品等不良生活习惯,提高生活质量。

## 二、化学指导人类合理利用资源

以地球上丰富的自然资源和农产品为原料,应用化学原理生产新的物质,能够帮助人们更合理、更充分、更有效地利用自然资源,为满足人们在衣、食、住、行各方面的需要发挥巨大的作用。

空气中的氮气很稳定,在常温下很难与其他物质发生反应。因此,在包装袋中充入氮气,可以延长食品的保存期限(图1-3)。科学家通过研究还发现,在一定条件下,可用氮气和氢气作原料制得氨气。氨气可用于生产氮肥,从而为解决人类面临的粮食危机作出重大贡献。氮气在生产和生活中还有更广泛的应用(图1-4)。



图1-3 食品包装袋中充有氮气



图1-4 氮气的用途

人们运用化学知识,利用各种自然资源,开创了化学工业,生产了大量生产、生活中需要的新产品。



图1-5 合成氨工厂

然而,对自然资源的不合理利用,也使得人类正面临前所未有的资源危机,产生了多种亟待解决的社会问题。随着人类对自身和自然认识的加深,人们越来越意识到应当合理开发与利用自然资源,保护环境,与自然和谐共处,以促进社会的可持续发展。在这些方面,化学的贡献是引人注目的,化学家们正为此而作出不懈的努力。



### 观察与思考

取一块废旧铁丝网,将铁丝网剪成几小片,用稀盐酸除去铁锈后,放入锥形瓶中,如图 1-6 所示。在锥形瓶中加入 3~4 mL 浓食盐水,塞紧带导管的单孔塞后,将导管的另一端伸入滴有红墨水的水中,过一段时间后观察并记录实验现象。

你能解释出现的现象吗? 据此,你认为在日常生活中使用铁制品时需要注意什么问题?

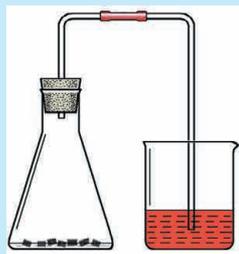


图1-6 铁的锈蚀实验

钢铁具有多种优良性能,在生产生活中得到了广泛应用。然而,一般铁制品并不耐腐蚀,比较容易生锈。据估计,世界上每年都有将近总产量十分之一的钢铁锈蚀,造成了巨大的经济损失。化学工作者深入研究如何防止或延缓钢铁腐蚀,并研制出各种性能优异的“不锈钢”,不仅扩大了这些铁制品的使用范围,也延长了其使用寿命。

### 三、化学促进科学技术的发展

历史学家有时以一种新材料的出现和广泛应用作为划分时代的标志,如石器时代、青铜器时代、铁器时代和钢时代等。在材料制造与使用的过程中,化学作出了不可磨灭的贡献。

在古代,我国的化学工艺就已有相当的成就。例如,青铜器的制造、铁的冶炼与应用、火药的发明和瓷器的烧制都是举世闻名的(图1-7、1-8)。自近代以来,随着科学技术的迅猛发展,新材料不断涌现并迅速得到广泛应用。现今,开发的新材料的性能越来越优异,使用范围也越来越广泛。



图1-7 商代的青铜鼎



图1-8 元代的青花瓷器



#### 活动与探究

玻璃是应用广泛的透明材料。随着科学技术的发展,出现了许多性能比玻璃更优异,透明且易加工成型的材料。例如,聚酯塑料已经取代玻璃成为制造饮料瓶的主要材料,有机玻璃则被广泛用于制造标牌、灯箱和工艺品盒等。

1. 收集几种常见的、用无色透明材料制成的物品碎片,通过肉眼观察,你能说出它们的名称吗?
2. 进行如下实验,并比较这些样品的一些性质。
  - (1) 将各样品投入水中,哪些样品能浮在水面上?
  - (2) 试一试哪些样品容易破碎、断裂?

(3) 用小刀在样品上刻划或切割,它们的硬度有什么不同?

(4) 用坩埚钳分别夹持各样品,在酒精灯火焰上灼烧,各产生什么现象?

3. 依据实验现象对样品进行分类。在查阅玻璃、有机玻璃、聚酯塑料等材料性质的基础上,确定各样品的名称。

4. 你认为是否可以用聚酯塑料或有机玻璃取代玻璃作为材料?为什么?

许多性能优异的材料都是通过化学反应制成的。现代科学技术需要各种有特殊性能的材料,这要靠化学家来研究开发。例如,用于信息技术的硅晶片和用于通信技术的光导纤维均需要通过化学方法制取;用于制造航天航空器的合金材料也需要通过化学方法制造。



图1-9 石英砂可制造光导纤维

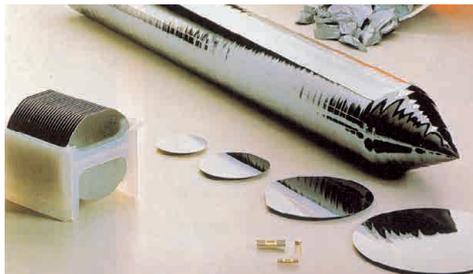


图1-10 半导体硅晶片可用于制造计算机芯片

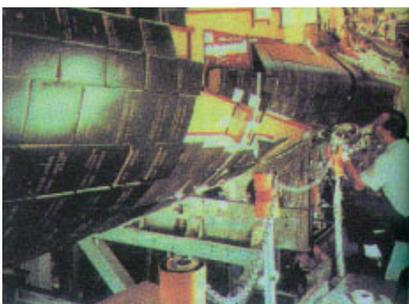


图1-11 高强度陶瓷可制成航天飞机的隔热瓦



图1-12 钛合金材料可用于制造航天航空器

化学科学的发展,使人们对参与生命活动的各种物质的性质和变化有了更清楚的认识,保健和医疗事业也因此有了长足的进步。无论过去、现在还是未来,化学科学在合成药物、消灭传染病、治疗疾病和延长寿命等方面都发挥着巨大的作用。如青霉素的发现、合成和应用,挽救了许多垂危病人的生命。



## 练习与实践

1. 绿色植物在晴天时,每平方米叶片每天大约需要吸收约 5 g 二氧化碳进行光合作用。试计算总表面积为  $1.76 \text{ m}^2$  的叶片,在 10 天内约能吸收多少克二氧化碳?
2. 人类只有一个地球,为了社会的可持续发展,必须解决环境污染问题,化学在这方面可以发挥重要的作用。请列举你知道的事例加以说明。
3. 谈谈你所知道的生活中应用新材料的事例。
4. 调查、了解你所在地区空气污染状况及其危害,讨论可以采取哪些措施来防治空气污染。
5. 请你通过查阅资料、浏览网页、与老师和同学交流讨论,收集相关资料,并以“化学与人类健康”为主题,写一篇小论文。

## 第2节

# 化学研究些什么

步入化学的殿堂,展现在你面前的是一幅幅与物质有关的美丽画卷。它将告诉你化学研究的内容:各种各样的物质是怎样构成的,会发生哪些变化,是用什么方法来制取和合成的?学习化学,你对自然界和社会的发展会有更多更新的认识;学了化学,你会发现化学其实就在你的身边。

### 一、化学研究物质的性质与变化

我们生活在丰富多彩的物质世界中,时时刻刻都接触着各种各样的物质,并能发现许多与物质变化有关的现象。对于这些现象,假如我们进行细致的观察,就会得到更多新的发现。若能借助于科学方法,还会有意想不到的收获。



#### 活动与探究

蜡烛是常见的生活用品,各种蜡烛虽然颜色及形状存在差异,但主要成分都是石蜡。

1. 请根据你的生活经验,描述蜡烛燃烧的现象。
2. 请按表 1-2 所示步骤进行实验,观察并记录实验现象。在实验过程中应特别注意安全,避免蜡烛烧伤自己或他人,防止点燃其他物品。

表 1-2 实验记录

实验步骤	实验现象
(1) 取一段蜡烛,观察外观特征(如颜色、形状等)	
(2) 点燃蜡烛,观察现象	

(3) 在蜡烛火焰上方罩一个干冷的小烧杯,观察烧杯内壁的变化	
(4) 向上述小烧杯中加入少量澄清石灰水,振荡,观察现象	
(5) 取一小段粗玻璃管,按如图1-14所示方式置于火焰中,观察发生的现象	
(6) 吹灭蜡烛,观察实验现象	

3. 根据实验现象,总结蜡烛燃烧过程中发生的变化。



图1-13 蜡烛的燃烧



图1-14 从蜡烛火焰中引出“白烟”



## 方法提示

### 观察

观察是学习化学的重要方法。要了解物质发生的变化,必须从观察入手,在观察中思考,对物质变化的条件、现象和结果进行科学的分析和归纳。

我们可以运用自己的感官,也可以借助仪器通过实验,观察物质及其变化的条件、现象和结果。

在化学实验中要特别注意观察和记录实验现象。观察的内容包括:物质原来的颜色、状态;变化过程中产生的现象(例如物质的状态与颜色的变化、发光、发热、形成烟雾和放出气体等);变化后新生成的物质的颜色、状态等。

点燃蜡烛,可以看到明亮的火焰。火焰轻轻摇曳,蜡烛燃烧产生的热量使得蜡烛芯周围的固态石蜡熔化为液态。在蜡烛上方罩上小烧杯,可以看到烧杯内壁有小水珠,说明蜡烛燃烧有水生成;小烧杯中的澄清石灰水变浑浊,说明蜡烛燃烧有二氧化碳生成。而将粗玻璃管置于火焰中,可以从蜡烛火焰中引出一缕“白烟”,说明火焰中存在着石蜡的蒸气。在吹灭蜡烛的瞬间,同样可以看到“白烟”轻轻升起。蜡烛熄灭后,随着温度的降低,液态石蜡重新凝固。显然,通过精心的实验设计及仔细的观察,我们发现了许多日常生活中并未关注的现象。

在蜡烛燃烧过程中,石蜡受热熔化,由固态变成液态。随着温度的降低,液态石蜡又重新变为固态。像这种**没有新物质生成的变化称为物理变化**(physical change)。实验表明,石蜡在空气中燃烧,在发光、发热的同时生成了二氧化碳气体和水蒸气。像这种**有新物质生成的变化称为化学变化**(chemical change)。



### 交流与讨论

判断下列变化属于物理变化还是属于化学变化。

1. 水的三态变化;
2. 汽油的挥发;
3. 煤油的燃烧;
4. 氯化氢和氨气混合,产生白烟;
5. 碘化钾溶液和硝酸银溶液混合,产生黄色沉淀;
6. 金刚石加工成钻石;
7. 植物的光合作用。



煤油燃烧产生火焰和黑烟



两瓶无色气体(氯化氢和氨气)混合,产生白烟



在无色溶液(碘化钾)中加入另一种无色溶液(硝酸银),产生黄色沉淀

图1-15 化学变化的现象

区分物理变化和化学变化,关键在于判断变化中是否有新物质生成。水的三态变化和汽油的挥发均没有新物质生成,属于物理变化。金刚石加工成钻石的过程中,只改变了金刚石的形状,同样没有新物质生成,也属于物理变化。植物通过光合作用将二氧化碳和水转化为淀粉和氧气,煤油在空气中燃烧有二氧化碳和水生成,氯化氢气体和氨气混合生成氯化铵固体,碘化钾溶液和硝酸银溶液混合生成黄色的碘化银沉淀,金刚石在液氧中燃烧生成二氧化碳,这些过程均有新物质生成,属于化学变化。

在化学变化中,常伴随着一些现象,如发热、发光、变色、放出气体和生成沉淀等。这些现象有助于我们判断物质是否发生了化学变化。



图1-16 金刚石硬度大,把它加工成钻石十分困难



图1-17 灼热的金刚石可以在液态氧气中燃烧

物质不需要通过化学变化就能表现出来的性质,如颜色、状态、熔点、沸点、硬度、密度、气味和导电性等,叫做**物理性质** (physical property)。物质在发生化学变化时表现出来的性质叫做**化学性质** (chemical property)。

许许多多事实表明,化学变化伴随着能量的吸收或释放。有些物质在发生化学变化时,以热能、光能、电能等形式释放能量。如石蜡、煤油燃烧时都发光,并放出热量;干电池在放电时内部物质发生了化学变化,释放出电能。而有些化学变化需要外界提供一定的能量才能发生。例如,绿色植物要吸收太阳能才能进行光合作用。



图1-18 干电池内部发生化学变化释放出电能



图1-19 光合作用需要太阳能

## 二、化学研究物质的组成和结构



### 你已经知道什么

空气看不见,也摸不着,但实实在在地存在着。你能证明它的存在吗?你知道空气中含有哪些物质吗?

人类对物质组成的认识经历了漫长的历史时期。现在我们已经很清楚,空气是含有氮气、氧气、二氧化碳和水蒸气等多种成分的气体,就像一个“大家族”。然而,18世纪中叶以前,人们一直把空气看作是单一成分的物质。随着科学技术的日益进步,人们才逐步确定了空气的成分及各成分的含量。



### 观察与思考

已知红磷固体能够与氧气发生反应,生成五氧化二磷固体。请按以下步骤进行实验,并思考相关问题。

1. 将图 1-20 所示集气瓶的容积划分为 5 等分并加以标记。

2. 在带橡皮塞和导管的燃烧匙内装满红磷,将胶管上的止水夹夹紧,把燃烧匙内的红磷放在酒精灯火焰上点燃,并迅速伸入集气瓶内,塞紧橡皮塞,观察到什么现象? 红磷在集气瓶中燃烧,消耗了什么气体?

3. 待火焰熄灭后,观察红磷是否已经燃烧完全。待集气瓶冷却到室温后,把导管插入盛水的烧杯中,打开止水夹,观察到什么现象?

4. 依据实验现象推断空气中氧气所占的体积分数。已知,空气中氧气的体积分数约为五分之一。实验结果是否接近于事实? 若相差较大,请分析产生误差的原因。

5. 蜡烛在空气中燃烧生成二氧化碳和水。能否用蜡烛代替红磷进行相同实验,为什么?

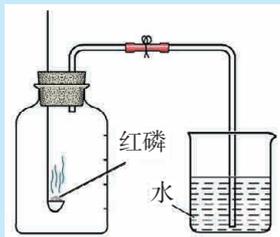


图1-20 空气中氧气体积分数的测定

上述实验中,红磷燃烧消耗了氧气,生成了五氧化二磷固体,使得集气瓶中的压强减小。在大气压的作用下,烧杯中的水被压入集气瓶中。若红磷过量,且装置具有良好的气密性(即不漏气),则进入的水的体积约占集气瓶容积的五分之一,说明空气中的氧气约占空气总体积的五分之一。剩余气体约占空气体积的五分之四,不支持红磷燃烧,主要是氮气。

像空气那样的物质称为**混合物**(mixture)。**混合物是由两种或两种以上物质混合而成的**。混合物在日常生活中十分常见,食盐水、糖水就是非常典型的混合物。像氧气、氮气、二氧化碳、水这样的物质称为**纯净物**(pure substance)。**纯净物只由一种物质组成**。在实际应用中,绝对纯净的物质并不存在,当其中杂质成分的含量极少时,即可认为是纯净物。



## 拓展视野

### 空气成分地发现

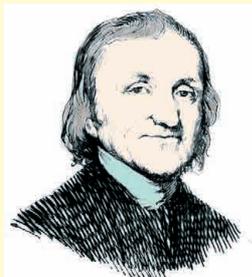
18世纪70年代,瑞典科学家舍勒(Karl Wilhelm Scheele, 1742—1786)和英国化学家普里斯特利(Joseph Priestley, 1733—1804)分别制得了氧气。当时人们并不知道燃烧和金属生锈是物质与氧气作用的结果。1774年,法国化学家拉瓦锡(Antoine Laurent Lavoisier, 1743—1794)用金属燃烧实验证明燃烧是金属与空气中的“上等纯空气”作用的结果,并发现了金属燃烧后余下的“空气”不支持燃烧和呼吸,第一次明确提出空气是由氧气和氮气组成的。

许多科学家研究发现,空气中还含有氦(He)、氖(Ne)、氩(Ar)、氪(Kr)、氙(Xe)等稀有气体(rare gas)。

在稀有气体的发现史中,对我们最有启发的是氩的发现。1892年,英国物理学家瑞利(Lord Rayleigh, 1842—1919)在研究氮气的密



舍勒



普里斯特利



拉瓦锡

度时,发现  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$  条件下,从空气中分离得到的氮气的密度 ( $1.2572\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 与分解含氮物质所制得的氮气的密度 ( $1.2508\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 之间总有一个微小的差异。瑞利没有放过这一微小差异,他与英国化学家拉姆赛 (William Ramsay, 1852—1916) 合作,经过两年多精确的实验研究和推理分析,终于发现在空气中还存在着一种性质极不活泼的气体——氩。

在日常生活中,我们经常会遇到这样的现象:燃着的火柴熄灭后在火柴梗上附有黑色物质;在蜡烛火焰上方放置玻璃片,在玻璃片的下方可看到黑色物质;烧烤会导致食物的表面变焦,烧烤时间越长,变焦的程度越大。你是否想过,这些黑色物质的组成相同吗?为什么上述过程中均会产生黑色物质?



### 活动与探究

取少量葡萄糖、砂糖和面粉,分别放在燃烧匙中,在酒精灯上加热,直至完全烧焦,观察发生的现象。试讨论上述现象说明了什么。



图1-21 加热葡萄糖、砂糖、面粉

木柴、石蜡、砂糖和面粉等物质中均含有碳元素,这些物质烧焦或烤焦后得到的黑色物质的主要成分都是碳。人们不断地探索物质的组成,终于发现世间万物仅仅由 100 多种元素组成。有些物质由一种元素组成,如氧气由氧元素组成,氮气由氮元素组成,金刚石、石墨均由碳元素组成。更多的物质由两种或更多种元素组成,如二氧化碳由碳和氧两种元素组成,水由氢元素和氧元素组成,碳酸氢铵由碳、氢、氧、氮四种元素组成。

科学告诉我们,一种物质可以通过化学变化变成其他物质,但反应物及生成物中应含有同种元素。例如,铁矿石中含有铁元素,可以炼成铁,却不能炼成金。水中含有氢元素,但不含碳元素,用水可以制取氢气,却不能通过化学方法把水变成油。

在研究物质性质的同时,科学家还用各种方法和手段深入研究物质的微观结构。经过长时期的探索,人们发现物质都是由肉眼看不见的、极小的微粒构成的,各种物质都具有一定的组成和结构。物质组成和结构的不同导致了物质性质的差异,使得我们周围的物质世界更加丰富多彩。例如,由碳元素组成的金刚石是自然界最为坚硬的矿物质,而同样由碳元素组成的石墨却不具有这种特征。

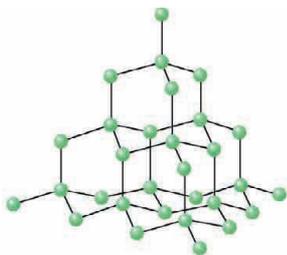


图1-22 金刚石及其微观结构模型

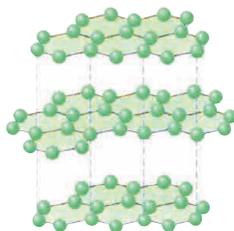


图1-23 石墨及其微观结构模型

### 三、化学研究物质的用途与制法

研究物质的化学反应,可以揭示物质之间转化的规律。以此为基础,科学家充分利用自然界的自然资源,生产出现代社会中人们需要的各种用品,并不断拓展着各种物质的使用范围。



#### 交流与讨论

请指出下列用途中,哪些是金刚石的用途,哪些是石墨的用途,并说明该用途分别利用了金刚石或石墨的哪些性质。

1. 制作钻石 \_\_\_\_\_ ;
2. 作为电池的电极 \_\_\_\_\_ ;
3. 制作铅笔的笔芯 \_\_\_\_\_ ;
4. 切割玻璃 \_\_\_\_\_ 。

物质的性质与用途之间存在着密切联系。例如,金刚石是无色透明的晶体,具有特殊的光学性质,因而被用于制造钻石。金刚石硬度大,常用于切割玻璃。石墨为黑色质软的固体,可用于生产铅笔芯。石墨还是一种能导电的非金属,常用作电池的电极。

地壳里蕴藏的煤炭、石油和天然气,长期以来被人们不断地开采,作为燃料使用,为生产、生活提供热能。后来人们发现,直接烧掉蕴藏量有限的煤、石油和天然气,不仅浪费了宝贵的资源,而且会带来较为严重的环境污染。因此,人们以煤、石油、天然气等为原料,通过化学工艺,制造和合成价值更高的药物、化学纤维、塑料和合成橡胶等产品。

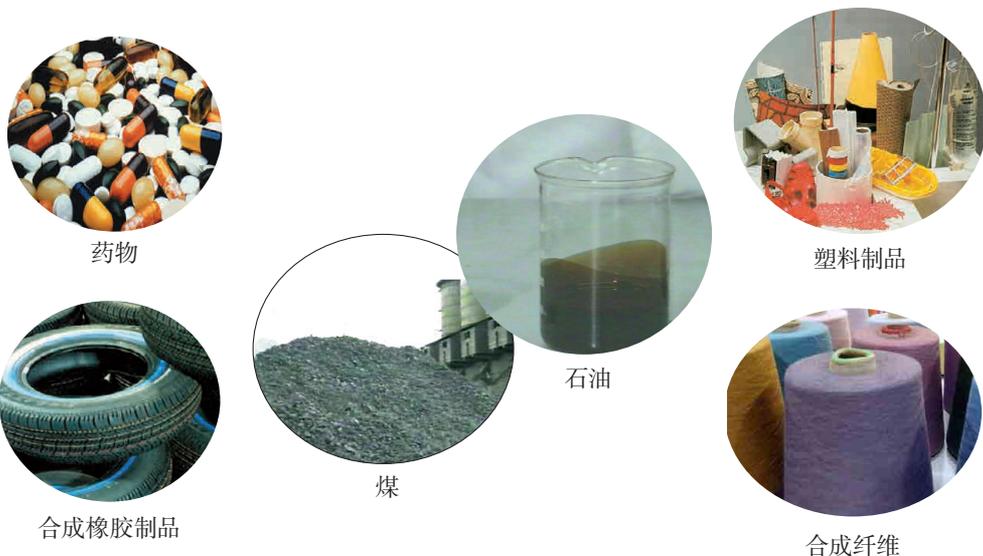


图1-24 用煤和石油制造的一些产品

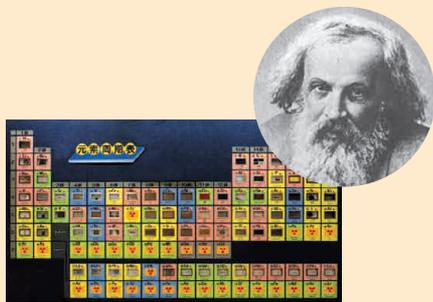


### 交流与讨论

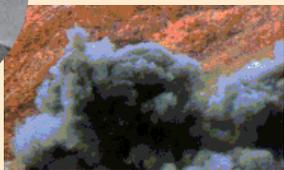
下列各图介绍了历史上几项重要的化学研究成果,请你与同学分工协作,收集有关的文字资料,通过交流、讨论,更详细地了解化学研究的内容。



法国化学家拉瓦锡通过实验研究空气的成分



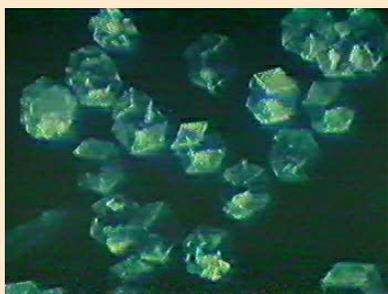
门捷列夫分析了许多物质的性质,于1869年发表了元素周期表



著名化学家、发明家诺贝尔多年研究炸药，改进引爆装置



1898年，居里夫妇从沥青铀矿中发现了有放射性的钋和镭



1965年，我国化学家首次人工合成了结晶牛胰岛素



三位科学家研究导电塑料，获得2000年诺贝尔化学奖



### 练习与实践

- 下列对化学变化的本质特征认识正确的是（ ）。
  - 有能量变化
  - 物质的颜色和状态发生改变
  - 有新物质生成
  - 发光、发热
- 下列变化中属于化学变化的是（ ）。
  - 铁丝弯曲
  - 酒精挥发
  - 冰雪融化
  - 铁片生锈
- 下列物质的性质中属于化学性质的是（ ）。
  - 导电性
  - 可燃性
  - 延展性
  - 挥发性
- 生活中用到的下列物质，属于纯净物的是（ ）。
  - 调味用的食醋
  - 取暖用的煤炭

C. 温度计中的水银                      D. 炒菜用的铁锅

5. 下列说法不正确的是 (      )。

- A. 干电池工作时释放电能
- B. 燃料燃烧时发生化学变化并放出热量
- C. 绿色植物吸收太阳能进行光合作用
- D. 面粉、蔗糖灼烧后都变成炭黑,说明它们是相同的物质

6. 下列关于空气的说法中,正确的是 (      )。

- A. 按质量计算,空气中含有氮气 4/5,含有氧气 1/5
- B. 空气是成分固定不变的气体
- C. 空气是一种十分重要的天然资源
- D. 空气被压缩时体积变小是化学变化

7. 按照课本第 13 页图 1-20 做测定空气中氧气体积分数的实验时:

(1) 如果红磷的用量不同,所观察到的现象是否相同? 请将分析过程填写在下面的表格中。

红磷的用量	实验中可能出现的现象	解释
不足		
过量		

(2) 你还能设计什么实验来确定空气中氧气的体积分数?

8. 从冰箱中拿出一个杯子,放在空气中,外壁会潮湿,这说明空气中含有 \_\_\_\_\_; 在一个集气瓶中点燃红磷,用塞子将瓶口塞紧,等红磷燃烧完全并冷却后,这时打开瓶塞比较费力,原因是 \_\_\_\_\_; 登山运动员必须携带氧气瓶,这说明 \_\_\_\_\_。

## 第3节

# 怎样学习和研究化学

学习化学需要运用科学的方法。利用化学实验对物质及其变化进行科学探究,是学习化学最重要的方法。为了简便地描述物质组成、性质和变化的规律,还要使用化学符号。

### 一、学习化学需要进行化学实验

为了研究物质的组成、结构、性质与变化,人们需要借助于化学实验。例如,我们比较熟悉日常生活中铁生锈的现象,但较少关注铜在空气中也会因“生锈”而使得表面变绿,即生成“铜绿”。通过实验,我们可以了解“铜绿”的性质。



#### 活动与探究

在老师的指导下,参照图 1-25 所示,完成研究“铜绿”性质的下列实验。

向两支试管中各加入少量“铜绿”。向一支试管中滴加少量稀盐酸,观察现象并作记录。将另一支试管在酒精灯上加热,观察现象并作记录。

表 1-3 实验记录

实验内容	实验现象	实验结论
“铜绿”与稀盐酸的作用		
“铜绿”受热的变化		

通过上述实验,你对“铜绿”性质有什么认识?学习了哪些实验基本操作?

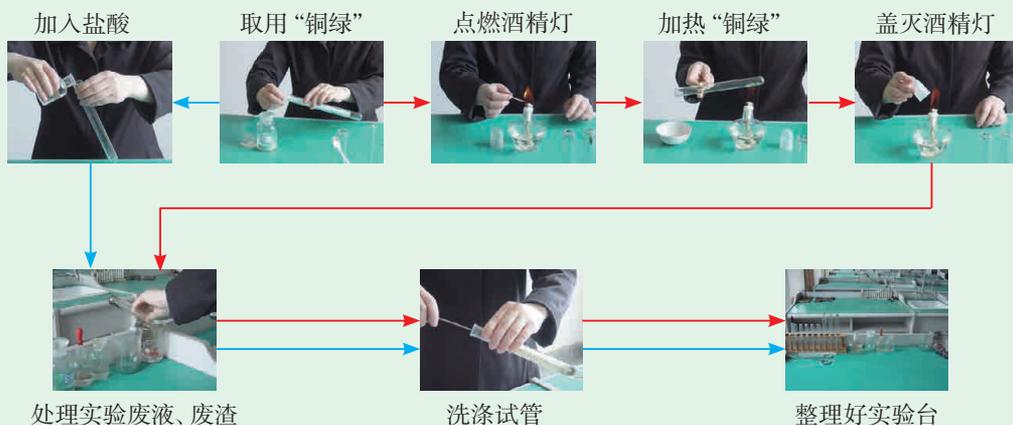


图1-25 “铜绿”性质研究实验

向“铜绿”中加入稀盐酸,可以发现“铜绿”逐渐消失。加热“铜绿”,试管中固体的颜色逐渐变黑,最终完全转变为黑色的氧化铜。反应中有水蒸气生成,并在试管口凝结成小水滴。进一步研究表明,加热“铜绿”时还有二氧化碳生成。据此,我们可以推断,“铜绿”由铜、氢、氧、碳等元素组成。更为精确的研究表明,“铜绿”的主要成分为碱式碳酸铜。

在以上实验中,我们主要使用了试管与酒精灯这两种实验仪器。试管是实验室最常见的容器,可用于盛放少量的固体及液体,可用作物质之间反应的容器,也可以进行加热。在试管中加热固体时,试管夹(或铁夹)要夹在试管的中上部,试管口要略向下倾斜。无论加热固体还是液体,试管口都不能正对自己或他人。

酒精灯是实验室常用的加热仪器。酒精灯的火焰包括外焰、内焰和焰心三部分。外焰的温度最高,焰心的温度最低。在加热时要利用酒精灯的外焰。

化学实验通常在实验室中进行。实验室中配备有化学实验仪器(见附录一)和化学试剂(药品)。进行化学实验时尤其要注意实验安全,遵守实验规则(见附录二),以确保实验安全、有序进行。



图1-26 酒精灯火焰



## 方法提示

### 酒精灯的使用

在使用酒精灯时,绝对禁止向燃着的酒精灯里添加酒精,也绝对禁止用酒精灯引燃另一个酒精灯,以免引起火灾。用完酒精灯,不可用嘴吹灭,必须用灯帽盖灭。

要保证实验的成功,并得到正确的实验结果,必须学习化学实验的基本操作,掌握一定的实验技能,学会全面地观察化学现象,准确、客观地记录实验现象和数据,养成良好的实验习惯。

## 二、学习化学需要进行科学探究

在化学学习过程中,我们常常需要通过科学探究来认识物质,研究物质的化学变化。在进行探究时,我们常常要提出一个或多个问题,依据已有的知识、经验作出与问题有关的猜测,制定解决问题的思路与方案,进行化学实验,查阅资料,收集证据,通过分析、归纳、推理和论证,证实、修正或否定自己的猜测,得出合理的结论和问题的答案。在科学探究中,借助于化学实验,能够更好地揭示物质变化的规律。



## 活动与探究

镁是一种重要金属,镁和铝组成的合金常用于制造各种材料。在一些烟花和照明弹中含有镁粉。

1. 你认为金属镁可能有哪些性质?与铁、铜等常见金属的性质有什么相同和不同之处?请依据你已有的知识与经验提出假设。
2. 请设计实验方案验证你的假设。
3. 请按以下方案或自己设计的方案进行实验,记录实验现象。  
(1) 观察镁条的外观,试试看是否容易被折弯、扭断。

(2) 用砂纸打磨镁条,它的外观有什么变化?

(3) 用打磨好的镁条连接一节干电池和小灯泡,看看金属镁是否能导电。

(4) 取一段打磨好的镁条,用坩埚钳夹持,用酒精灯外焰加热。当镁条开始燃烧时,立即移到石棉网上方,让它继续燃烧,观察燃烧的现象(注意保护眼睛)和燃烧后产物的状态。

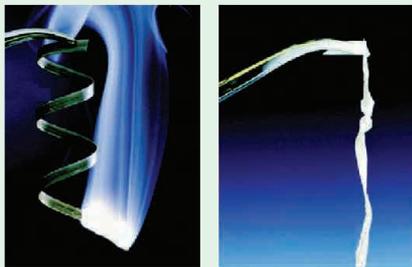


图1-27 镁条燃烧

(5) 取另一段打磨好的镁条,放入食醋中,观察有什么现象发生。

4. 通过实验与观察,你对所提出的问题有什么认识? 你能得出哪些结论?

表 1-4 镁的性质

状态	颜色	硬度	在空气中燃烧的现象	在食醋中的变化

通过科学探究,我们可以总结出金属镁的性质。镁是一种银白色、有光泽、质软、能导电的金属。镁条在常温下即可与空气中的氧气发生反应,生成氧化镁。在点燃条件下,镁条能在空气中剧烈燃烧,发出耀眼的白光。镁条还可与食醋中的醋酸反应,生成氢气。

### 三、学习化学需要使用化学符号

我们已经知道,自然界中的物质是由 100 多种元素组成的。为了方便研究和描述物质的组成和变化,科学家使用国际统一的符号来表示元素和物质。用于表示元素的符号称为元素符号,不同的元素分别用不同的元素符号表示,如氢元素用元素符号 H 表示,氧元素用元素符号 O 表示,碳元素用元素符号 C 表

示。利用元素符号和数字可以表示物质的组成。如水可以用  $\text{H}_2\text{O}$  表示,二氧化碳可以用  $\text{CO}_2$  表示。



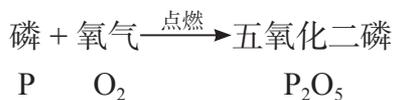
### 观察与思考

表 1-5 是本章中涉及的部分物质,请查阅附录三,指出组成各物质的元素。

表 1-5 几种物质及组成元素

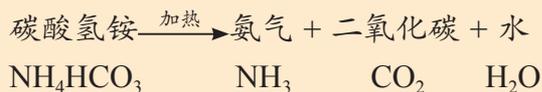
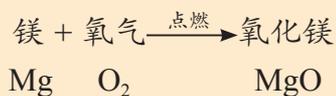
物质	组成元素	物质	组成元素
氧气 ( $\text{O}_2$ )		氯化氢 ( $\text{HCl}$ )	
金刚石 ( $\text{C}$ )		氧化镁 ( $\text{MgO}$ )	
镁条 ( $\text{Mg}$ )		二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ )	
氨气 ( $\text{NH}_3$ )		碳酸氢铵 ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ )	

为了方便地描述化学反应,可以用文字书写反应物、生成物以及反应条件,如磷在空气中燃烧的文字表达式可表示为:



### 交流与讨论

以下提供了本章所涉及的几个反应的文字表达式,请分析反应物和生成物中的元素,由此总结化学变化的特征。



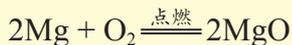
化学反应的本质特征是有新物质生成,但在发生化学反应的过程中,元素本身并未发生变化,只不过重新组合形成了新物质。



## 拓展视野

### 化学变化的表示

为了简洁地表示物质发生的化学变化,人们还用化学方程式来表示化学变化,如镁条在氧气中燃烧生成氧化镁,可以用下面的化学方程式表示:



从第4章开始,我们将主要采用化学方程式来表示物质的化学变化。



## 练习与实践

1. 根据课本第20页研究“铜绿”的实验,写出下列实验操作的正确方法。

- (1) 向试管中倾倒液体 \_\_\_\_\_;
- (2) 将粉末状药品放入试管中 \_\_\_\_\_;
- (3) 给酒精灯添加酒精 \_\_\_\_\_;
- (4) 加热试管中的固体药品 \_\_\_\_\_;
- (5) 点燃、熄灭酒精灯 \_\_\_\_\_;
- (6) 处理实验产生的废液、废渣 \_\_\_\_\_。

2. 铜是生活中常见的金属。某同学在实验室完成镁的相关探究后,对铜产生浓厚兴趣,请你与他一起完成下列探究实验,并在实验步骤后的横线上填写实验现象。

实验步骤:

- (1) 找一段废铜电线,小心剥去外层橡胶,观察铜丝的颜色和状态。

\_\_\_\_\_

- (2) 尝试弯折铜丝,感受其硬度和韧性。

\_\_\_\_\_

- (3) 取一段铜丝,用坩埚钳夹住,用酒精灯加热,观察现象。

\_\_\_\_\_

- (4) 另取一段铜丝,放入小试管中,加入白醋,观察现象。

\_\_\_\_\_

根据上述铜的探究实验,请你总结出有关铜的物理性质和化学性质。

3. 写出你知道的元素符号3~4个,并指出它们分别表示哪种元素,能组成哪些物质。



## 整理与归纳

学完本章后,你可以参考如下的问题或线索,与同学交流、讨论,并整理和归纳本章的学习内容。

- 化学研究些什么? 我们为什么要学习化学?
- 举例说明化学在利用自然资源生产人类所需的新物质中的重要作用。
- 物质可能发生哪两类变化? 这两类变化有什么本质上的差别?
- 怎样判断物质是否发生了化学变化? 试举例说明。
- 物质的物理性质与化学性质有什么不同? 怎样描述物质的性质?
- 空气中含有哪些成分? 各成分的含量如何?
- 什么是混合物,什么是纯净物? 举例说明混合物和纯净物有什么区别。
- 你知道哪些化学实验常用仪器? 它们各有什么用途? 你能说出使用试管、酒精灯、烧杯和滴管等常用仪器的注意事项吗?
- 结合镁的性质实验,谈谈怎样运用科学探究的方法学习化学。
- 谈谈你对元素、元素符号的认识。你知道哪些元素的元素符号,能用元素符号来表示哪些常见物质的组成?

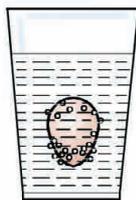
## 本章作业



- 下列变化中,与其他变化有根本区别的一种是( )。  
A. 水结成冰                      B. 木材加工成课桌  
C. 食物腐败                        D. 石蜡熔化
- 下列各物质中属于混合物的是( )。  
A. 空气              B. 氧气              C. 氮气              D. 二氧化碳
- 下列说法错误的是( )。  
A. 氮气化学性质稳定,不能与其他任何物质反应  
B. 因为氮气不支持呼吸,所以可用作粮食的保护气  
C. 空气中含有约占总体积五分之一的氧气  
D. 工业生产排放到空气中的有害气体和烟尘会污染空气
- 下列产品的开发利用与环境保护无关的是( )。  
A. 加碘食盐                      B. 无磷洗衣粉  
C. 无铅汽油                      D. 无氟冰箱
- 下列情况不会造成空气污染的是( )。  
A. 机动车辆排放尾气              B. 建筑工地产生大量沙尘  
C. 工厂排放废气                    D. 增加城市绿地面积
- 下列有关实验现象的说法,不正确的是( )。  
A. 加热“铜绿”时,绿色固体会变成黑色固体,管壁出现小水珠  
B. 镁条燃烧时,产生耀眼的白光,同时生成一种黑色粉末状物质  
C. 加热碳酸氢铵时,产生有刺激性气味的气体,同时管壁出现小水珠  
D. 铁丝生锈后产生一种红棕色固体
- 某固态物质受热后变为气态物质,这种变化一定属于物理变化吗?请举例说明。
- 酒精是一种无色透明、具有特殊气味的液体,易挥发。酒精易燃烧,常用作酒精灯和内燃机的燃料,是一种绿色能源。当点燃酒精灯时,酒精在灯芯上汽化、燃烧,生成水和二氧化碳。  
根据上述文字叙述可归纳出:酒精的物理性质有 \_\_\_\_\_ ;  
酒精的化学性质是 \_\_\_\_\_ 。

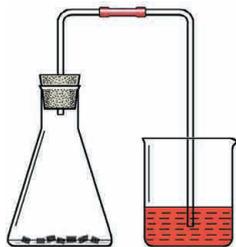
9. 写出你知道的一些物质的名称,并指出它们分别含有哪些元素。

10. 家庭小实验:把鸡蛋放入一个装有白醋的玻璃杯里,观察并记录实验现象。



11. 取一块废旧的铁丝网,将铁丝网剪成几小片,用稀盐酸除去铁锈后,放入锥形瓶中。向锥形瓶中加入 3~4 mL 浓食盐水,塞紧带导管的单孔塞,导管的另一端伸入滴有红墨水的水中。

(1) 一段时间后,可观察到除去铁锈后的银白色铁丝 \_\_\_\_\_ (填“生锈”或“不生锈”),同时 \_\_\_\_\_。



(2) 根据此实验的现象,并结合“热胀冷缩”原理,可知在密封体系内,气压变小的原因可能是 \_\_\_\_\_;气压变大的原因可能是 \_\_\_\_\_ (填序号)。

- ①密封体系内气体总量增多      ②密封体系内气体总量减少  
③密封体系内的温度升高      ④密封体系内的温度降低

12. 运用化学变化的原理,利用各种原材料,可以制造出许多供生产、生活使用的产品。例如,用植物秸秆和粪便在沼气池里发酵制沼气;用石灰石或贝壳烧制石灰;用石灰石、黏土等原料生产水泥;用谷物酿酒;用矿石炼制铁或其他金属;用炼油厂的产品生产塑料等。

请通过现场调查或访谈等方式,了解学校所在地区与化学有关的生产活动,并将你的所见所闻记录下来。

## 第 2 章 身边的化学物质



氧气和水是人类无法离开的物质,二氧化碳也是自然界不可缺少的重要物质。了解化学,可以从我们身边的这些物质开始。本章将帮助你认识:

- 1 氧气有哪些性质;
- 2 二氧化碳有什么奇妙变化;
- 3 水是由什么元素组成的;
- 4 氧气、二氧化碳和水在生产、生活中有什么用途。

在本章中,你还需要完成两项基础实验:

基础实验 1: 氧气的制取与性质;

基础实验 2: 二氧化碳的制取与性质。

# 第1节

## 性质活泼的氧气

科学家通过精确的实验,证明了空气是由多种气体组成的。干燥空气中各组分气体的体积分数大约是:氮气 78%,氧气 21%,稀有气体(氦、氖、氩等) 0.94%,二氧化碳 0.03%,其他气体和杂质 0.03%。在通常情况下,空气中各种成分的含量保持相对稳定。空气中各种气体各自具有特定的组成,性质各不相同,用途也差异明显。

空气中氧气的含量比氮气少,但地球上的动植物都离不开氧气,物质的燃烧也需要消耗氧气。通常情况下,空气中氧气不会大幅减少,这是因为绿色植物的光合作用所放出的氧气,弥补了自然界中氧气的消耗,使空气中氧气的含量几乎保持恒定。这就是自然界中的氧循环(图 2-1)。

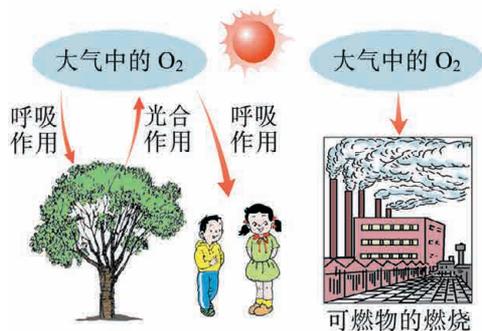


图2-1 氧气在自然界中的循环

### 一、认识氧气的性质

在通常状况下,氧气(oxygen)是一种无色、无气味的气体,密度稍大于空气<sup>①</sup>。氧气不易溶于水,在通常状况下,1 L 水中大约能溶解 30 mL 氧气。水中的生物就是依靠溶解在水中的氧气生存的(图 2-2)。

氧气有三态变化。在  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $-183 \text{ }^\circ\text{C}$  时,氧气变为淡蓝色的液体;在  $-218.4 \text{ }^\circ\text{C}$  时,变为淡蓝色的雪花状固体(图 2-3)。

吸入生物体内的氧气能和体内许多物质发生复杂的化学反应,释放出能量,

<sup>①</sup> 在  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  下,氧气的密度为  $1.429 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ,空气的密度为  $1.293 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

保证生命活动的需要。通过观察和思考实验现象就可以发现,空气中的氧气可以和很多物质发生化学反应。



图2-2 水中溶有水生生物生存所必需的氧气



液态氧                  固态氧

图2-3 氧气的不同状态



## 活动与探究

在老师的帮助下,进行以下实验,观察并记录实验现象,并通过分析得出相应结论。

1. 木炭的燃烧:用坩埚钳夹住木炭,在空气中点燃后,再将点燃的木炭放入燃烧匙,由上而下缓慢伸入集满氧气的集气瓶中(图2-4)。

2. 蜡烛的燃烧:将蜡烛固定在燃烧匙内,在空气中点燃。将燃着的蜡烛由上而下缓慢伸入集满氧气的集气瓶中(图2-5)。

3. 铁丝在氧气中燃烧:在螺旋状的细铁丝末端系上火柴梗,用坩埚钳夹住铁丝并点燃末端的火柴梗,待火柴梗即将燃尽时,将它们由上而下缓慢伸入集满氧气的集气瓶中(图2-6)。预先在集气瓶底加少量水(或铺少量沙子),防止反应生成的固体物质溅落瓶底,致使集气瓶炸裂。



图2-4 木炭在氧气中燃烧



图2-5 蜡烛在氧气中燃烧

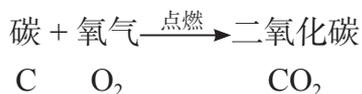


图2-6 铁丝在氧气中燃烧

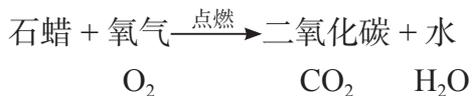
表 2-1 实验记录

实验名称	实验现象	实验结论
木炭的燃烧		
蜡烛的燃烧		
铁丝在氧气中燃烧		

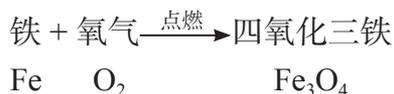
木炭在空气中燃烧,实际上是与空气中的氧气反应,生成无色的二氧化碳气体。但木炭在氧气中燃烧比在空气中燃烧剧烈。



蜡烛在氧气中燃烧,生成二氧化碳和水。与木炭的燃烧情形相似,蜡烛在氧气中的燃烧也要比在空气中剧烈得多。



一般情况下,铁丝不能在空气中燃烧。但在氧气中,铁丝却能发生剧烈燃烧,火星四射,放出大量的热,生成黑色的四氧化三铁固体。



通过上面的实验可以发现,可燃物在氧气中燃烧通常比在空气中剧烈。氧气的化学性质比较活泼,许多物质可以与氧气发生反应。



## 方法提示

### 归纳

归纳是化学科学研究中常用的一种方法。我们知道,化学研究物质的性质和它们的变化。那么,各种各样的物质在化学变化中是否遵循一些共同的规律?这些规律是什么?为了寻找这些规律,科学家通常用归纳的方法。在进行归纳之前,科学家需要以大量的实验事实作为基础。

我们将上述物质与氧气的反应称为氧化反应(oxidation reaction)。在某些条件下,物质与氧气的反应比较剧烈,如燃烧就是剧烈的发热、发光的氧化反应。而在某些条件下,物质与氧气只发生缓慢的氧化反应,甚至不易被察觉,这种氧化反应叫做缓慢氧化(slow oxidation)。如动植物的新陈代谢、金属器皿的锈蚀、食物的腐烂、有机肥的腐熟等变化过程中都包含有物质的缓慢氧化。

## 二、氧气的用途



## 交流与讨论

请根据氧气的性质,推断氧气可能的用途,并结合你的经验说明氧气在人们日常生活中的作用。

氧气的用途是由氧气的性质决定的。许多物质能够在氧气中燃烧的性质在生产生活中被广泛应用。在日常生活中,煤、木柴、液化气和天然气等物质在空气中即可燃烧,产生烹饪所需要的能量。由于物质在纯氧中的燃烧往往更为剧烈,在一定时间内放出更多的热量,在工业生产和科学研究中,有时使用纯氧代替空气,以获得更高的温度。例如,火箭中使用液态氧作为助燃剂;在焊接时让乙炔在纯氧中燃烧,即可获得焊接和切割金属所需的高温。

人体摄入的营养物质需要在氧气存在的条件下发生氧化反应,提供人体所必需的养分与能量。因此,供给生物呼吸是氧气的另一种重要用途。在一般情况下,人只需要吸入空气,即可获得充足的氧气。但在特殊情况下,需要直接供给氧气。例如,对不能进行正常呼吸的病人和在低氧或缺氧条件下工作的人员,需要直接提供氧气。



潜水员需要携带供氧装置



氧炔焰用于焊接和切割金属



长征五号运载火箭使用液态氧作为助燃剂



航天员需要携带供氧装置



炼钢需要氧气

图2-7 氧气的用途

当然,在某些情况下,人们也需要防止物质与氧气发生反应。如在包装食品时,有时会抽成真空,或充入氮气等气体,其目的就在于避免食品因氧化而变质。为了防止金属发生缓慢氧化而被腐蚀,科学家采取了表面喷漆、涂油等多种措施以隔绝氧气。

### 三、氧气的制法

人类的呼吸及各种物质的氧化消耗氧气,而植物的光合作用则会生成氧气,因此空气中氧气的含量基本保持不变。工业上需要大量的氧气,一般采用分离液态空气的方法获得。



## 交流与讨论

在分离液态空气制取氧气时,一般先将空气除尘净化,除去二氧化碳和水蒸气,获得净化后的氮气和氧气的混合物。已知在  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  时,氧气的沸点为  $-183 \text{ }^\circ\text{C}$ ,氮气的沸点为  $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ 。请和同学讨论从该混合物中获取氧气的方案。

在低温、加压的条件下,空气被液化。将温度控制在氮气与氧气的沸点之间,将沸点较低的液态氮先蒸发出来,剩下的就是沸点较高的液态氧。液态氧一般储存在钢瓶里,以便运输和使用。

在实验室中,常用分解高锰酸钾或双氧水来制取氧气。氧气能使带火星的木条复燃,实验室中常根据这一性质来检验氧气。



## 活动与探究

在老师的帮助下,根据提示的实验注意事项,完成下列实验,观察实验现象。

【实验 1】利用图 2-8 的实验装置,加热少量高锰酸钾,收集一集气瓶气体,将带火星的木条伸入集气瓶中。



图2-8 加热高锰酸钾制氧气

【实验2】利用图2-9的实验装置,把稀的双氧水(6%的过氧化氢溶液)从分液漏斗慢慢加入装有少量二氧化锰粉末的锥形瓶中,收集一集气瓶气体,将带火星的木条伸入集气瓶中。

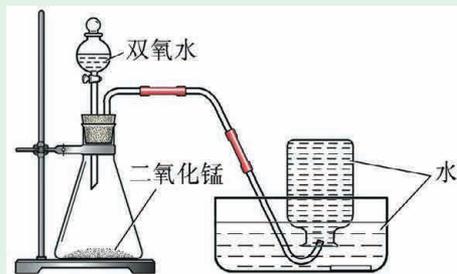
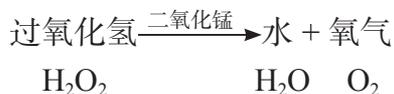
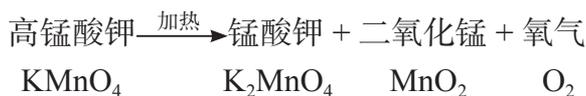


图2-9 双氧水分解制氧气

实验表明,高锰酸钾或过氧化氢溶液在一定条件下发生化学变化,都可以制得氧气。



由于氧气不易溶于水,因而常用排水集气法收集氧气。

研究表明,在双氧水制取氧气的反应中,加入二氧化锰能加速过氧化氢的分解。在反应前后,二氧化锰的质量保持不变,化学性质也没有发生变化。这种在化学反应中能增大化学反应速率,但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称为**催化剂**(catalyst)。

在实验室里也可加热二氧化锰和氯酸钾的固体混合物制取氧气。该反应中二氧化锰也是催化剂。



### 方法提示

#### 高锰酸钾分解制氧气实验的注意事项

1. 实验开始时首先应检查装置的气密性,确保装置不漏气。检验

装置气密性的方法如图 2-10 所示。若气密性良好,用手握住试管时,导管口会有气泡冒出;移开手后过一段时间,导管中会形成一段水柱。

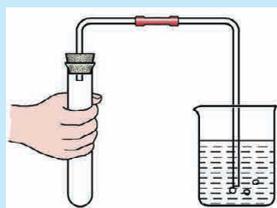


图2-10 检验装置的气密性

2. 在试管口放置一小团蓬松的棉花团(或少量玻璃棉)。

3. 停止实验时,应先将导管移出水面,再熄灭酒精灯,避免因试管内压强减小而产生倒吸现象。



### 练习与实践

1. 下列关于氧气物理性质的说法,错误的是( )。
  - A. 通常状况下氧气是无色、无气味的气体
  - B. 鱼类能在水中生活,证明氧气易溶于水
  - C. 通常状况下,氧气的密度略大于空气
  - D. 通过低温加压,可使氧气液化成淡蓝色的液体
2. 下列关于氧气性质的说法,正确的是( )。
  - A. 红磷可以在氧气中燃烧,产生大量白雾
  - B. 物质发生氧化反应时总会发光、发热
  - C. 铁丝在空气中燃烧,火星四射
  - D. 自然界中发生的燃烧、动植物的呼吸、金属的锈蚀都是氧化反应
3. 下列关于氧气获得方法的叙述,错误的是( )。
  - A. 植物的光合作用是空气中氧气的主要来源
  - B. 工业上从液态空气中得到氧气的过程是化学变化
  - C. 实验室用双氧水制氧气,常用二氧化锰作催化剂
  - D. 加热高锰酸钾可以得到氧气
4. 为了得到较纯净的氮气,某同学采用燃烧法除去一瓶空气中的氧气,下列物质中最适宜选用的是( )。
  - A. 铁丝
  - B. 木炭
  - C. 蜡烛
  - D. 红磷

5. 下列有关催化剂的叙述正确的是( )。

- A. 二氧化锰是所有反应的催化剂
- B. 加入二氧化锰能使双氧水分解出的氧气总量增加
- C. 催化剂能增大化学反应速率,而本身质量和化学性质在反应前后都不变
- D. 要使双氧水分解出氧气,必须要加入二氧化锰,否则反应就不能发生

6. 写出下列反应的文字表达式。

(1) 木炭在空气中燃烧

\_\_\_\_\_。

(2) 红磷在空气中燃烧

\_\_\_\_\_。

(3) 铁丝在氧气中燃烧

\_\_\_\_\_。

7. 加热高锰酸钾制取氧气的实验中用排水集气法收集氧气,请回答下列问题:

- (1) 集气瓶中的水是否要先装满,为什么?
- (2) 在实验结束时为什么要先把导管从水槽中取出,再熄灭酒精灯?
- (3) 请写出加热高锰酸钾制取氧气的文字表达式。

8. 二氧化锰是双氧水分解的催化剂。其实在日常生活中有很多物质都可以作为双氧水分解的催化剂。请你到图书馆或上网查阅资料,或者在老师的指导下,通过实验探究等方法寻找更多可以加快双氧水分解的物质。

## 第2节

# 奇妙的二氧化碳

人在呼吸时消耗氧气,产生二氧化碳(carbon dioxide)。二氧化碳在空气中的含量(体积分数)虽然仅有约0.03%,但也是人类生存不可缺少的物质。离开了二氧化碳,绿色植物就无法进行光合作用,也就无法为人类及其他生物提供食物和充足的氧气。大气中的二氧化碳还参与自然界中的许多变化,直接影响着我们的生活。

### 一、自然界中的二氧化碳



#### 你已经知道什么

请根据你已有的知识和日常生活经验,将大气中二氧化碳气体产生和消耗的途径填入表2-2中。

表2-2 大气中二氧化碳的产生与消耗途径

大气中二氧化碳的产生途径	大气中二氧化碳的消耗途径

二氧化碳的产生和消耗涉及大气、水、矿物、动植物生长和人类的各种活动。二氧化碳气体在自然界中不断循环,并保持一定的含量,这对人类的生存、生活产生着重大影响(图2-11)。

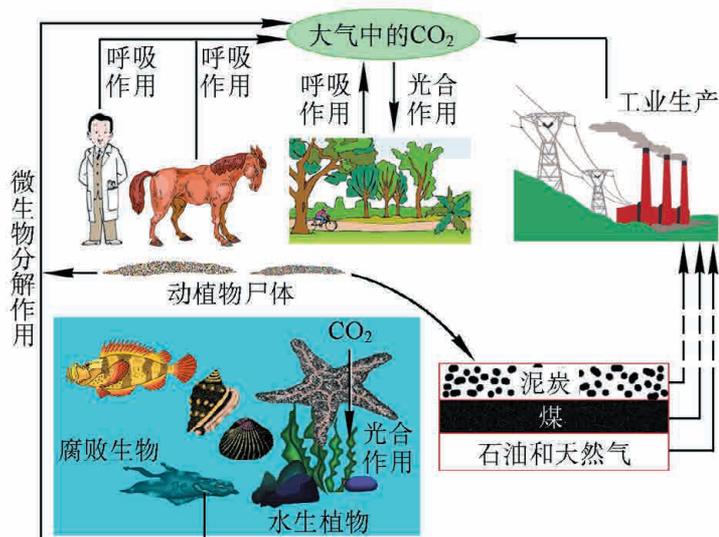


图2-11 二氧化碳在自然界中的循环



## 拓展视野

### 二氧化碳与温室效应

随着工业生产的发展和人们生活水平的提高,煤、石油和天然气的消耗量急剧增加,释放的二氧化碳越来越多,而吸收二氧化碳的森林因为天灾和被滥砍乱伐而不断减少,使得空气中二氧化碳的含量呈上升趋势。当大气中二氧化碳等气体的含量升高时,会增强大气对太阳光中红外线辐射的吸收,阻止地球表面的热量向外散发,使地球表面的平均气温上升,这就是所谓的“温室效应”。

许多科学家认为,温室效应加剧对人类的生存环境会产生不良影响。如果地球的气温上升,将导致冰川融化,海平面上升,一些沿海城市会被淹没;有的地方会炎热得无法居住;气温上升,还会使更多的水蒸气进入大气,一些富饶的土地将变成沙漠。有的科学家认为近年来日益严重的全球厄尔尼诺现象也与温室效应有关。

## 二、二氧化碳的奇妙变化



### 你已经知道什么

打开汽水瓶或啤酒瓶时,会有许多二氧化碳气体冒出;煤、石油、天然气和酒精等物质的燃烧也会产生二氧化碳;液态二氧化碳灭火器中装有二氧化碳;人工降雨、制造舞台云雾时所使用的干冰是固态二氧化碳。你知道其中的道理吗?

### 1. 二氧化碳的状态变化

在通常情况下,二氧化碳以气态存在,是一种无色、无气味的气体。在加压、降温条件下将二氧化碳液化,可得到液态二氧化碳。进一步加压、降温即可得到固态二氧化碳。

固态二氧化碳外形与冰相似,但在常压下,当温度高于 $-78^{\circ}\text{C}$ 时,就会升华,不经过液态而直接变成气态二氧化碳。因此,固态二氧化碳常被称为“干冰”。



用于人工降雨的固态二氧化碳



装有液态二氧化碳的灭火器

图2-12 二氧化碳的应用

当旱情较为严重时,可以使用干冰进行人工降雨。这是因为干冰升华时需从周围环境中吸收大量的热量,使得周围的温度明显降低。在较低的温度下,空气中的水蒸气就会凝结成小水滴。当小水滴继续聚集,就可以形成降水。

## 2. 二氧化碳与水的反应



## 观察与思考

如图 2-13 所示,打开一个汽水瓶的盖子,塞上带导管的橡皮塞(注意导管口不能插入汽水中),另一端伸入装有滴加了紫色石蕊试液的蒸馏水的试管中,轻轻振荡汽水瓶,观察实验现象。

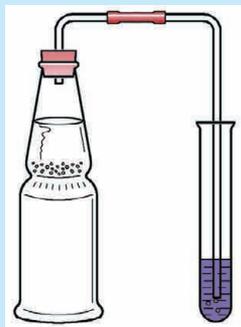
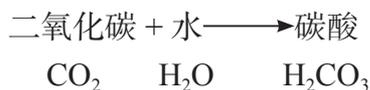


图2-13 将汽水中的二氧化碳通入含石蕊试液的水中

在通常情况下,1 L 水中大约能溶解 1 L 二氧化碳气体,增大压强,会溶解得更多。生产汽水时就利用了二氧化碳的这一性质,通常是在加压的条件下将二氧化碳溶解在饮料中。

打开汽水瓶盖,压强减小,溶解在饮料中的二氧化碳就会外逸,并与水作用生成使紫色石蕊试液呈红色的物质——碳酸。碳酸是溶解于水的部分二氧化碳与水发生化学反应的产物。



碳酸是一种不稳定的物质,稍加热就会分解成二氧化碳和水,二氧化碳从水中逸出,石蕊试液重新变成紫色。

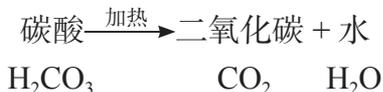


图2-14 加热含石蕊的碳酸溶液

二氧化碳和水反应生成碳酸,像这样的**由两种或两种以上物质生成一种新物质的反应叫做化合反应**(combination reaction)。木炭在氧气中燃烧的反应也是化合反应。碳酸受热生成二氧化碳和水,像这样的**由一种物质生成两种或两种以上新物质的反应叫做分解反应**(decomposition reaction)。加热高锰酸钾生成氧气等物质的反应也是分解反应。化合反应和分解反应在生产生活中有许多应用。



## 交流与讨论

请回顾学习过的一些反应,举例说明哪些反应属于化合反应;哪些反应属于分解反应;哪些反应既不属于化合反应,也不属于分解反应。

# 三、二氧化碳的制备与利用

## 1. 二氧化碳的实验室制法



## 活动与探究

进行以下实验,观察、记录实验现象,并推断实验结论。

取两支试管,在试管 A 中加入 2 mL 澄清石灰水,在试管 B 中加入几小块大理石或石灰石(主要成分均为碳酸钙),再加入一定量稀盐酸,迅速塞上带导管的橡皮塞。将导气管伸入试管 A 的溶液中(图 2-15),观察实验现象。

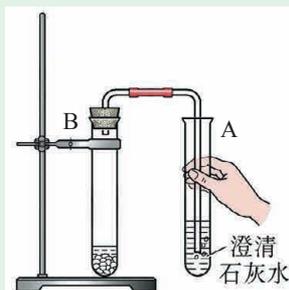
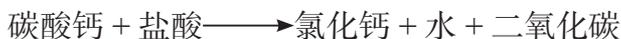


图2-15 二氧化碳的制备和检验

实验室里常用稀盐酸与大理石反应来制取少量二氧化碳气体。



澄清石灰水是氢氧化钙的水溶液,能与二氧化碳反应生成白色的碳酸钙沉淀。因此,实验室常用澄清石灰水检验某种气体是不是二氧化碳。



在通常状况下,二氧化碳的密度比空气大,因而常用向上排空气集气法收集二氧化碳。



## 方法提示

### 气体的收集方法

收集某种气体的方法,主要取决于这种气体的性质。例如,不与空气反应的气体,密度比空气大的用向上排空气集气法收集(图 2-16a),密度比空气小的用向下排空气集气法收集(图 2-16b)。不易溶于水、不与水反应的气体可以用排水集气法收集(图 2-16c)。

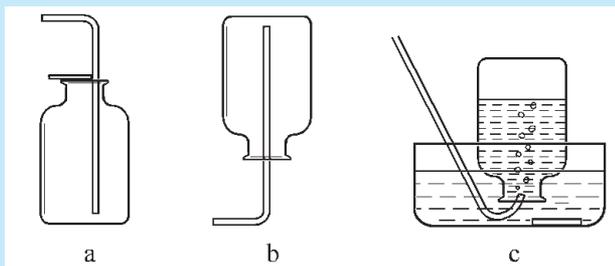


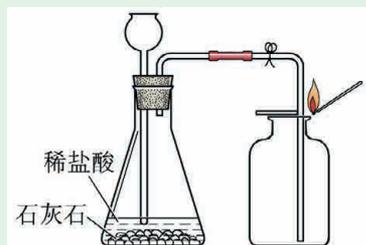
图2-16 气体的收集方法

## 2. 二氧化碳与灭火

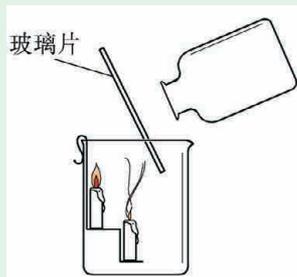


## 活动与探究

1. 请预测图 2-17 两个实验的现象。
2. 自己动手进行实验,描述你所观察到的现象。



- ① 制取一瓶二氧化碳,用燃着的火柴伸到瓶口处,观察现象



- ② 把二氧化碳气体慢慢倒入放有燃着的蜡烛的烧杯中,观察现象

图2-17 二氧化碳的制取和性质实验

3. 根据实验现象,你能得出什么结论? 请据此说明二氧化碳可用于灭火的原因。

二氧化碳不支持燃烧,可使燃烧的蜡烛熄灭,又由于二氧化碳的密度比空气大,在空气中易下沉,因而低处燃烧的蜡烛先熄灭,高处燃烧的蜡烛后熄灭。二氧化碳具有密度比空气大以及不支持燃烧的性质,常用于灭火。

## 四、二氧化碳与人体健康

当空气中的二氧化碳超过正常含量时,会对人群产生有害的影响,所以在人群密集的地方应该注意通风换气。在进入可能含有较多二氧化碳气体的地方之前,应检验那里的二氧化碳含量,以免危害到人的健康。

表 2-3 二氧化碳对人体的影响

空气中二氧化碳的体积分数	对人体的影响
1%	感到气闷、头昏、心悸
4%~5%	感到气闷、头痛、眩晕
6% 以上	使人神志不清,呼吸停止,以致死亡



### 练习与实践

- 下列操作中只发生物理变化的是 ( )。
  - 将二氧化碳通入水中
  - 将二氧化碳通入澄清石灰水中
  - 将二氧化碳倾倒入盛有燃着蜡烛的烧杯中
  - 将二氧化碳加压降温制成干冰
- 将二氧化碳气体通入紫色石蕊试液中,再加热溶液,溶液的颜色变化过程为 ( )。
  - 红色—红色—无色
  - 紫色—红色—无色
  - 紫色—红色—紫色
  - 红色—蓝色—无色
- 实验室用双氧水制氧气和大理石与盐酸反应制二氧化碳相比较,不正确的是 ( )。
  - 反应都不需要加热
  - 反应原理都是分解反应

C. 所用药品的状态相同

D. 都能用向上排空气集气法收集

4. 在教室中进行学习时,为什么不能长时间紧闭门窗?

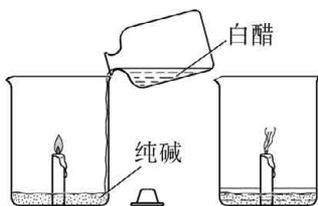
5. 在实验室通常用①带火星的木条、②燃着的木条、③澄清石灰水、④紫色石蕊试液等实验用品来区别不同的气体。为区别下列三组气体,请你选择合适的实验用品的编号填在相应的空格中。

(1) 区别氧气和氮气选 \_\_\_\_\_;

(2) 区别氮气和二氧化碳选 \_\_\_\_\_;

(3) 区别氧气和二氧化碳选 \_\_\_\_\_。

6. 取一个小烧杯,杯底立放一支蜡烛(如右图),加入一些纯碱(主要成分是碳酸钠),往烧杯中加入一些白醋(含有一定量的醋酸),观察实验现象。请尝试解释你观察到的实验现象。



7. 在生产、生活和科学研究中常常遇到分解反应和化合反应的事例。写出下列反应的文字表达式,判断下列哪些反应是分解反应,哪些是化合反应。

(1) 加热高锰酸钾制取氧气 \_\_\_\_\_;

(2) 木炭在空气中燃烧 \_\_\_\_\_;

(3) 石蜡在空气中燃烧 \_\_\_\_\_;

(4) 二氧化碳与水反应生成碳酸 \_\_\_\_\_。

8. 在养鱼的缸里经常放一些水草,你知道这样做的目的是什么吗?

9. 我们已经知道,呼吸作用产生二氧化碳。你能否设计一个实验验证呼吸作用确实产生了二氧化碳气体?

吸入的空气  
O<sub>2</sub>:21%  
CO<sub>2</sub>:0.03%  
.....



呼出的气体  
O<sub>2</sub>:16%  
CO<sub>2</sub>:4%  
.....



10. 结合生活经验,查阅有关资料,说明你对氧气和二氧化碳在自然界中循环的认识。

# 第3节

## 自然界中的水

水是我们熟悉而又陌生的物质。说其熟悉,是因为我们每天都与水打交道,对于水在生命产生、发育和繁衍中的重要性已有深刻认识,对于水在工农业生产及日常生活中的应用也有一定了解。说其陌生,在于我们尚未从化学视角去认识、研究水的组成和性质,尚未了解化学在解决水资源危机中的重要作用。



### 你已经知道什么

1. 你知道水是一种什么样的物质吗? 它有哪些性质?
2. 你能列举出水在工农业生产和生活中的一些用途吗?
3. 水、冰和水蒸气相互之间是怎样转化的? 请用图示来说明,并描述自然界中的这种转化。
4. 无色透明的自来水是纯净物还是混合物? 列举有关的事实或通过实验来证明你的观点。

## 一、水的组成

日常生活中的水大多不是纯净物,研究水的组成必须从纯净的水入手分析。通过电解使水分解并进一步研究水分解后的产物,可以帮助我们认识水的组成。



### 观察与思考

【实验1】观察并思考水的电解实验(如图2-18所示)。

1. 接通直流电源,观察产生气体的实验现象。
2. 推测生成气体的可能组成,并思考可采用的验证方法。

3. 将一根带火星的小木条平放在与电源正极相连的玻璃管的尖嘴处,打开活塞,观察实验现象,并推断气体成分。

4. 打开与电源负极相连的玻璃管的活塞,在玻璃管的尖嘴处点燃(或用一支小试管收集生成的气体后移至酒精灯火焰处),观察实验现象,并推断气体成分。

【实验2】在空气中点燃纯净的氢气,并在火焰上方罩一个干冷的小烧杯(图2-19),观察实验现象。

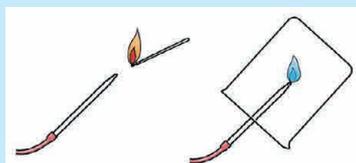


图2-19 氢气在空气中燃烧

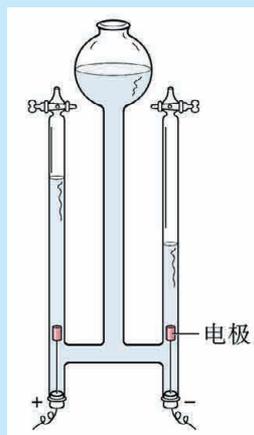
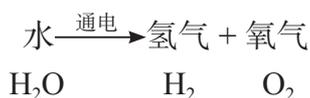
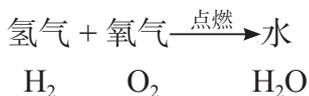


图2-18 电解水实验

在实验1中,与电源正极相连的玻璃管内生成的气体能使带火星的小木条复燃,这种气体是氧气。与电源负极相连的玻璃管内生成的气体能在空气中燃烧,这种气体叫氢气(hydrogen)。该实验说明水在通电的条件下能发生分解反应,生成氢气和氧气。



在实验2中,纯净的氢气在空气中燃烧,产生淡蓝色的火焰,放出大量的热,烧杯内壁凝结有水雾,说明氢气与空气中的氧气发生化合反应生成了水。



上面两个实验说明了水是由氢元素和氧元素组成的。



### 交流与讨论

1. 水在煮沸过程中会变成水蒸气,而加热到更高温度时,水蒸气会发生分解反应。这两个过程存在着怎样的差异?

2. 有人认为水将在解决能源危机的过程中发挥重要作用。你如何看待这一观点?

## 二、水的净化

我们在日常生活中会接触到各种水,如河水、井水、自来水和矿泉水等。有时我们也会有意识地将一些物质溶于水中,配制成溶液,如食盐水、糖水等。对于各种水样,我们如何判断它们是不是纯净呢?



### 活动与探究

1. 实验室有两瓶无色透明的液体,其中一瓶是蒸馏水,另一瓶是氯化钠溶液。通过下面的实验,能将它们区别开来吗?

从瓶中各取少许液体,用玻璃棒分别蘸取后在酒精灯火焰上灼烧,直至水被蒸干,观察现象。

2. 在两个烧杯中各加入 20 mL 蒸馏水,在一个烧杯中再加入少量氯化钙,搅拌使其完全溶解。再在两个烧杯中各加入一些肥皂水,搅拌,观察比较两个烧杯中发生的现象。

对于水样中是否含有杂质,有时用肉眼就可以分辨。例如,浑浊的水(如泥水)中肯定含有不溶性的杂质。某种外观看来与纯净的水几乎没有什么不同的水,也可能含有杂质。如果把某种水样蒸干后有固体物质析出,这种水一定含有杂质。



图2-20 用硬水洗衣服

某些地区的天然水(如石灰岩地区的井水、河水)中溶有较多含钙、镁的可溶性物质,这种水称为硬水。反之,水中不含或含有少量含钙、镁的可溶性物质,这种水称为软水。当水中溶有较多的氯化钙等物质时,加入肥皂水后,产生的泡沫就很少,还会形成白色的垢状物,严重影响清洗剂的使用效率。长期饮用硬水对人体健康不利,一些工业用水也不能使用硬水。工业上可采取多种方法对水进行软化。

实际上,完全纯净的水在自然界中并不存在,天然水和自来水中都含有一些杂质。只要水中的杂质对人体无害,均可以作为生活用水。饮用水要澄清透明,不含细菌等对人体有害的物质。对于只含有固体小颗粒的浑浊的水,可以自己动手净化。下面我们通过实验来了解除去水中固体小颗粒的简单方法。



## 活动与探究

请在老师的指导下完成下列实验。

1. 将一些浑浊的水倒入烧杯中,向烧杯中加入少量明矾,搅拌使明矾溶解,静置,观察现象。
2. 如图 2-21 所示,取一张圆形滤纸折好,放在漏斗中,用水润湿,作为过滤器。再按照图 2-22 安装好过滤装置。

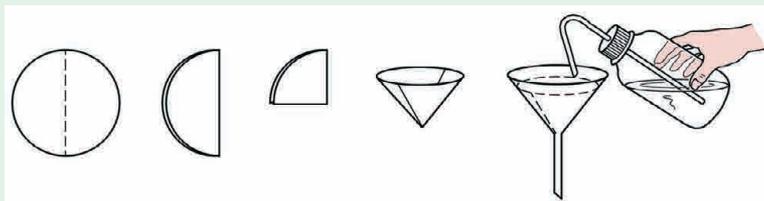


图2-21 过滤器的制作

3. 将烧杯中的上层液体倒入另一个烧杯中,余下的液体缓慢地沿着玻璃棒注入漏斗中。待液体全部过滤后,取出滤纸,观察滤液和滤纸上的物质。

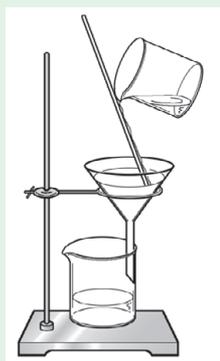


图2-22 过滤装置

过滤是将不溶于液体的固体物质与液体分离的一种方法。利用过滤方法可将不溶于水的固体与水分离开来。



## 方法提示

### 过滤

在组装过滤器时,滤纸与漏斗内壁要紧贴,滤纸边缘要低于漏斗边缘。过滤时,液体应沿玻璃棒注入漏斗中,漏斗末端应紧贴烧杯内壁,漏斗中液体的液面要低于滤纸的边缘。

在实际生活中,要根据水中含有杂质的种类和水的使用要求,综合运用多种净化或消毒的方法对水进行处理。

使用具有吸附作用的固体可吸附液体中的不溶性物质,还可吸附掉一些溶

解的杂质,如有色物质和有臭味的物质等。有些净水器就是利用活性炭吸附杂质,达到净水的目的。

如需制备更纯净的水,可用蒸馏的方法。在实验室里,通常采用特定的实验装置,加热自来水至沸腾,再将水蒸气冷凝,收集得到蒸馏水。

## 拓展视野

### 自来水是怎样生产出来的?

当你打开水龙头的时候,你是否知道自来水是怎样生产出来的?

图 2-23 可以简单说明自来水生产的一般过程。



图2-23 自来水生产的一般过程

## 三、水资源的综合利用

随着我国国民经济的飞速发展,人口数量的不断增长,人们的生活质量也逐步提高。在此情况下,对于水的需要会发生怎样的变化呢?



## 交流与讨论

查阅水利部网站信息,可以获得如表 2-4 所示的用水总量及各类用水所占比例的数据。

表 2-4 不同年份的用水量比较

年份	用水总量 (亿立方米)	各类用水所占比例 /%			
		农业用水	工业用水	生活用水	其他用水
1949	1 031	97.1	2.3	0.6	—
1997	5 566	70.4	20.2	9.4	—
2008	5 910	62.0	23.7	12.3	2.0
2019	6 021.2	61.2	20.2	14.5	4.1

请对以上数据进行多角度的分析,并借助柱形图或折线图等进行比较,你能从中得出哪些有意义的结论? 各类用水所占比例发生变化的原因可能是什么?

总体来看,我国不同时期的年用水总量呈现较明显的增加趋势,对于水资源的需求越来越大。分析各类用水所占比例,可以发现农业用水的比例逐渐降低,工业用水的比例则不断增加,这正是我国工业快速发展的证明。生活用水比例的增加反映了人民生活水平的日益提高。



200~300



200~500

图2-24 工业生产用水量 ( $\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ )



2 500



500~700



400~600



900~1 000

图2-25 农业生产用水量 ( $\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ )

我国的水资源状况能否适应生产力发展的需要呢？



### 活动与探究

完成以下活动,并与同学交流讨论。

1. 请查阅有关世界水资源现状及人均水资源占有量的资料。
2. 请查阅有关我国水资源现状及人均水资源占有量的最新资料,并与全球数据进行比较。你能得出哪些有意义的结论？
3. 请查阅有关资料,了解我国水资源使用的现状以及存在的主要问题,并提出解决问题的思路与方法。

海水中含有丰富的矿物质,无法直接作为淡水利用。科学家正在探寻新方法与新技术,以提高海水的淡化效率与综合利用价值。



图2-26 海水淡化装置

相对于丰富的海水资源,世界上的淡水资源一直处于紧缺状态。我国的人均水资源占有量仅为世界人均水平的四分之一,有超过一半的地区处于严重缺水状态。而在有限的水资源中,又有不少水体遭受了不同程度的污染。运用化学方法,不仅可以检测水资源受到污染的程度,还可以净化被污染的水,实现水资源的重新利用。

保护水资源是全人类的责任。每个社会公民都应该树立保护水资源的意识,养成节约用水、合理用水的良好习惯。



## 练习与实践

- 下列说法中错误的是( )。
  - 电解水生成氢气和氧气,说明水是由氢气和氧气组成的
  - 氢气和氧气反应生成水,说明水是由氢、氧两种元素组成的
  - 海水、湖水是混合物,氢气燃烧生成的水是纯净物
  - 氢气燃烧生成水的反应是化合反应,水电解生成氢气和氧气的反应是分解反应
- 下列物质属于纯净物的是( )。
  - 从空气中分离得到的稀有气体
  - 经过沉淀、过滤后得到的矿泉水
  - 高锰酸钾加热完全分解后的剩余物
  - 部分结冰的蒸馏水
- 下列变化属于化学变化的是( )。
  - 水汽化
  - 水结冰
  - 水沸腾
  - 水分解
- 能用过滤法将下列各组中混合在一起的物质分离的是( )。
  - 氧气和二氧化碳
  - 食盐和沙子
  - 食盐和蔗糖
  - 二氧化锰和铁粉
- 在电解水的实验中,两电极上都有气体产生,与电源负极相连的电极上产生的气体为\_\_\_\_\_,与电源正极相连的电极上产生的气体为\_\_\_\_\_,这两种气体的体积之比约为\_\_\_\_\_,该反应的文字表达式为\_\_\_\_\_。
- 桌上放有两瓶液体,一瓶为蒸馏水,另一瓶为硬水,你有哪些方法将它们区分开来?
  - 过滤是一种常用的分离混合物的方法。过滤的方式多种多样,实验室中常用\_\_\_\_\_做过滤层。某学生取少量浑浊的河水倒入烧杯中,先加入少量明矾搅拌溶解,静置一段时间后,如右图所示进行过滤。
    - 加明矾的作用是\_\_\_\_\_。图示实验缺少的一种仪器是\_\_\_\_\_,其作用是\_\_\_\_\_。
    - 过滤后得到的澄清的液体是纯水吗? \_\_\_\_\_  
(填“是”或“不是”),理由是\_\_\_\_\_。



# 基础实验1

## 氧气的制取与性质

### 实验目的

1. 学习组装加热高锰酸钾制取氧气的实验装置,并能制取和收集氧气;
2. 通过木炭、铁丝、蜡烛分别在氧气中燃烧的实验,认识氧气的性质。

### 实验用品

高锰酸钾、水、木炭、细铁丝、蜡烛;  
酒精灯、试管、烧杯、集气瓶、单孔橡皮塞、导管、乳胶管、水槽、燃烧匙、火柴、毛玻璃片、棉花、坩埚钳、铁夹、铁架台、木块、药匙等。

### 实验过程

#### 1. 氧气的制取

按实验过程中所示的步骤进行实验,观察实验现象,填写实验结论。

实验步骤	实验现象	实验结论
(1) 按第 37 页图 2-10 所示方式检查用试管组装的气体发生装置的气密性		
(2) 向试管中加入少量高锰酸钾粉末,使其平铺于试管底部,按第 35 页图 2-8 所示组装实验装置。在接近试管口的地方放置一小团蓬松的棉花团		
(3) 先均匀加热试管,再集中加热试管底部,当有连续气泡均匀冒出时,开始收集气体。连续收集三瓶气体,并使其中一瓶存留少量水		加热高锰酸钾制取氧气的文字表达式为 _____ _____
(4) 气体收集完毕后,先将导管移出水面,再熄灭酒精灯		

## 2. 氧气的性质

参照第 31 页“活动与探究”栏目所述的实验方法完成以下实验,观察实验现象,并填写实验结论。

实验内容	实验现象	实验结论
(1) 木炭在氧气中的燃烧		
(2) 蜡烛在氧气中的燃烧		
(3) 细铁丝在氧气中的燃烧		

### 问题讨论

1. 制取氧气前,为什么要检查实验装置的气密性?
2. 加热高锰酸钾制取氧气时,为什么试管口要略向下倾斜?为什么要在试管口放置一团蓬松的棉花?
3. 当加热试管后不久,导管口就有气泡冒出,此时是否要立即开始收集气体?为什么?当氧气收集完毕后,为什么必须先将导管移出水面再熄灭酒精灯?
4. 进行铁丝在氧气中燃烧的实验,为什么要预先在集气瓶内留有少量水?

## 基础实验2

# 二氧化碳的制取与性质

### 实验目的

1. 学习组装石灰石(或大理石)与盐酸反应制取二氧化碳的实验装置,并能制取和收集二氧化碳;
2. 通过实验探究二氧化碳的性质。

### 实验用品

石灰石(或大理石)、稀盐酸、紫色石蕊试液、蒸馏水、澄清石灰水; 蜡烛、木条、烧杯、集气瓶、锥形瓶(或平底烧瓶)、导管、乳胶管、单孔橡皮塞、双孔橡皮塞、试管、长颈漏斗、试管夹、酒精灯、毛玻璃片、火柴、铁皮架、铁架台、镊子等。

### 实验过程

按第44页“活动与探究”栏目所述的二氧化碳制取和性质实验的方法进行实验,观察实验现象,并填写实验结论。

实验步骤	实验现象	实验结论
(1) 检查装置的气密性		
(2) 在锥形瓶中加入少量石灰石(或大理石),在长颈漏斗中注入稀盐酸。用集气瓶收集产生的二氧化碳气体,并检验二氧化碳是否收集满		石灰石(或大理石)与稀盐酸反应制取二氧化碳的文字表达式为 _____
(3) 将二氧化碳气体通入盛有少量澄清石灰水的试管中		
(4) 将二氧化碳气体通入盛有紫色石蕊试液的试管中,观察现象。片刻后将试管加热		
(5) 收集一瓶二氧化碳气体,并将二氧化碳缓缓倒入放有燃着的蜡烛的烧杯中		

### 问题讨论

请试着从反应原理、反应条件、气体发生装置、气体收集装置等方面,比较实验室制取氧气和二氧化碳气体的异同点。



## 整理与归纳

学完本章后,你可以参考如下的问题或线索,与同学交流、讨论,并整理和归纳本章的学习内容。

- 你知道自然界中氧气的来源吗?空气中含有氧气,在工业生产和实验室中为什么还要制取氧气?分别采用什么方法制取氧气?
- 氧气的化学性质比较活泼,你能列举事实说明吗?
- 实验室中是怎样制取二氧化碳气体的?通常如何检验二氧化碳气体?二氧化碳有哪些特殊的性质?
- 氧气和二氧化碳各有哪些重要的用途?试举例说明。
- “分解反应”和“化合反应”是两种不同的反应类型,你能根据反应的特征区分这两类反应吗?
- 二氧化碳是光合作用的原料,但为什么又要控制二氧化碳的排放量?
- 为什么要对自然界中的水进行净化处理?你知道哪些常用的净化水的方法?
- 举例说明保护水资源对人类社会可持续发展的重要意义。你能提出哪些合理用水的建议?
- 你能按物质的“名称—组成—性质—用途”的思路理解本章学过的有关物质的知识吗?

# 本章作业



1. 下列关于二氧化碳的说法错误的是 ( )。

- A. 二氧化碳有毒,不能供给呼吸
- B. 将二氧化碳通入紫色石蕊试液,紫色石蕊试液会变红
- C. 二氧化碳可用于制汽水
- D. 干冰可用于人工降雨

2. 为防止疾病传染,需对河水处理后方能饮用。常用的措施有:①加热煮沸;②用消毒剂杀菌消毒;③用过滤等方法净水;④自然沉降。较为合理的处理顺序是 ( )。

- A. ③①②④    B. ④①③②    C. ④③②①    D. ③①④②

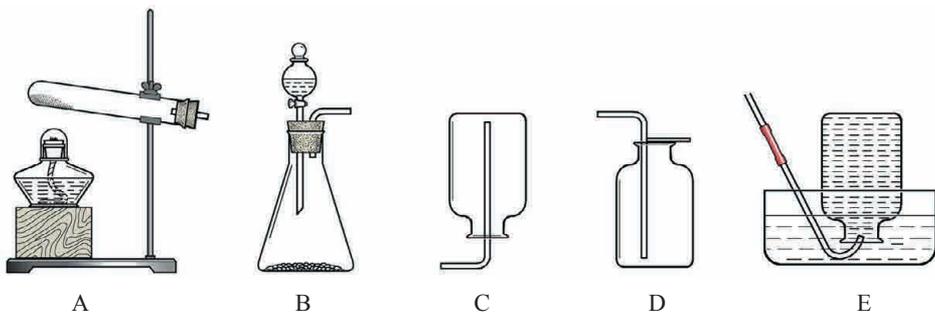
3. 写出下列反应的文字表达式,并判断其是化合反应还是分解反应。

- (1) 加热高锰酸钾制取氧气 \_\_\_\_\_;
- (2) 铁丝在氧气中燃烧生成黑色固体 \_\_\_\_\_;
- (3) 电解水 \_\_\_\_\_;
- (4) 二氧化碳与水反应 \_\_\_\_\_。

4. 判断下列说法是否正确(正确的在括号内打“√”,错误的打“×”)。

- (1) 电解水可以得到氧气,是因为水中含有溶解的氧气。 ( )
- (2) 燃放烟花爆竹产生的物质会对空气造成污染。 ( )
- (3) 任意排放工业废水和生活污水,滥用化肥和农药,都会导致水体污染。 ( )

5. 选择下列装置填表:



制取的气体	该气体的发生装置 (填装置编号)	该气体的收集装置 (填装置编号)	检验该气体的简要步骤
O <sub>2</sub>			
CO <sub>2</sub>			

6. (1) 制取氧气实验的注意事项中,明确指出应检查气体发生装置的气密性。你能举例说明检验装置气密性的方法吗?

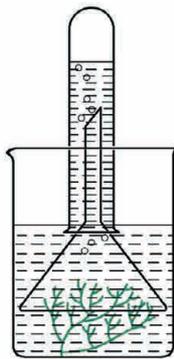
(2) 你认为装置漏气通常会发生在哪些部位?

(3) 如果有一装置确实漏气,你怎样找出漏气的部位,并在老师的帮助下对装置采取补救措施?

7. 盛放石灰水 [Ca(OH)<sub>2</sub>] 的试剂瓶放置时间久了,在瓶内壁会形成一层白色物质(其主要成分是 CaCO<sub>3</sub>)。写出生成这种白色物质的化学反应的文字表达式。

8. 有 A、B、C、D 四瓶无色、无气味的气体,可能分别是氧气、空气、氮气和二氧化碳,怎样用简单的实验方法将它们区分开来?

9. 右图是证实植物进行光合作用的实验装置。取一个大烧杯,装入大半杯水,烧杯内放入一些金鱼藻,并通入一定量的气体 A。静置一段时间后,用漏斗罩住金鱼藻,然后将盛满水的试管倒置于漏斗上,在阳光下放置一段时间,试管内有许多气泡产生,管内液面下降。根据这一实验,回答下列问题。



(1) 写出实验室制取气体 A 的 reactions 的文字表达式 \_\_\_\_\_。

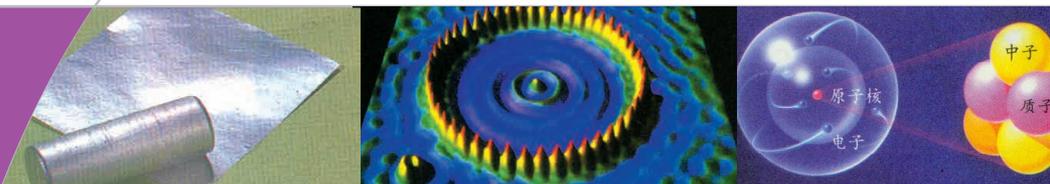
(2) 通入气体 A 的目的是 \_\_\_\_\_。

(3) 当试管内液面如图所示时,试管内的气体压强 \_\_\_\_\_ (填“大于”“等于”或“小于”)外界大气压强。

(4) 试管内的气体可用 \_\_\_\_\_ 来检验。

10. 地球上的水资源虽然丰富,但许多国家与地区的淡水资源却非常缺乏。我们在生活中要注意节约用水,保护水资源。请根据家里的水费单估算一下你家每年的用水量和产生的生活污水量,并提出节约用水和净化生活污水的设想。

## 第 3 章 物质构成的奥秘



我们生活在物质世界里,每天都与各种各样的物质打交道。人们的衣食住行、工农业生产、科学研究,哪一样都离不开物质。

不知你是否想过:

- 1 自然界中的物质是由什么构成的;
- 2 科学家是如何发现物质构成奥秘的;
- 3 构成物质的微粒具有什么特征;
- 4 怎样正确地表示物质的组成。

# 第1节

## 构成物质的基本微粒

我们都知道,世界是由物质组成的。那么,物质又是由什么构成的呢?这一节我们将从化学的角度来研究这个问题。



雪花



汞



冰糖



铝



硫酸铜晶体



钻石

图3-1 绚丽多姿的物质

### 一、微粒的性质



#### 你已经知道什么

根据前面的学习和已有的经验,你对物质的构成微粒有怎样的认识? 可用哪些事实来解释你的认识?



## 观察与思考

【实验1】向烧杯A中加入20 mL蒸馏水,滴入2~3滴酚酞试液,得到溶液甲。向溶液甲中滴加1~2滴浓氨水,观察现象。这一实验现象说明了什么?

【实验2】在烧杯C中重新配制甲溶液。在烧杯B中加入3~5 mL浓氨水,用一个大烧杯把两个烧杯罩在一起,观察实验现象。你如何解释产生的现象?

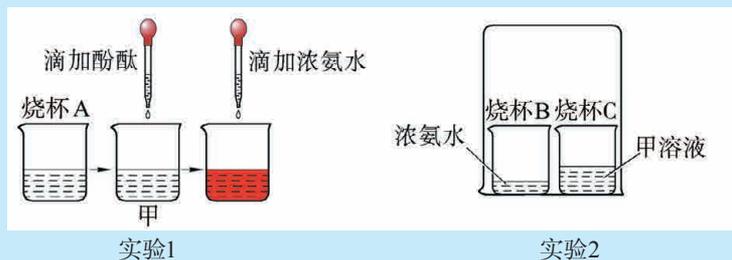


图3-2 探究微粒运动的实验

上述实验说明:浓氨水中挥发出来的氨气微粒不断运动,并进入滴有酚酞的蒸馏水中,使溶液变红。当我们走近鲜花盛开的花园时,会闻到花的香味;当我们打开酒精瓶时,会嗅到酒精的气味。这些都说明构成物质的微粒 (particle) 是在不停地运动的。



## 活动与探究

【实验1】取一根约30 cm长一端封口的细玻璃管,按图3-3进行下面的实验。事先预测结果,并与实际记录值进行比较。

表3-1 水与酒精混合的体积变化

实验操作	体积变化情况	
	预测结果	实验结果
先往玻璃管中加入滴有红墨水的水至玻璃管容积的1/2,再滴入无水酒精,使其充满玻璃管。用手指堵紧开口的一端,颠倒数次		

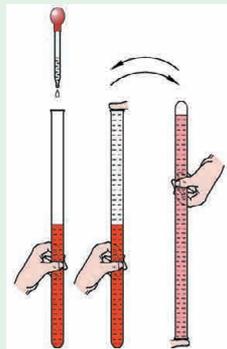


图3-3 水与酒精混合实验

想一想：这一实验现象说明了什么问题？

【实验2】取两支大小相同的医用注射器，将栓塞向外拉，分别吸入等体积的空气和水，用手指顶住注射器末端的小孔，将栓塞慢慢推入（图3-4）。

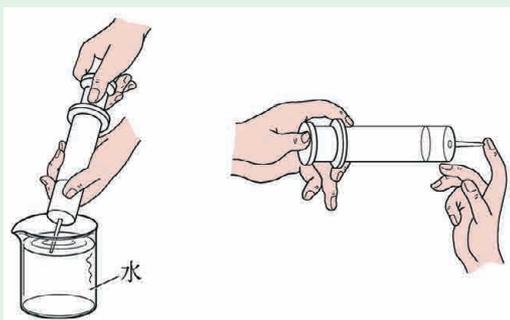


图3-4 水和空气的压缩实验

哪一支注射器内的物质容易被压缩？你知道其中的原因吗？

不论固体、液体还是气体，构成物质的微粒之间都有一定的空隙，不同物质微粒间的空隙大小不同。在固体和液体中，微粒之间的空隙比较小，在气体物质中，微粒之间的空隙比较大。所以气体往往比较容易被压缩，固体和液体物质不易被压缩。

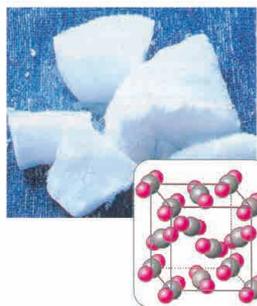


### 方法提示

#### 比较

比较是经常使用的一种科学方法，它既要研究事物之间的相同点，又要分析事物之间的不同点。在化学研究中，常常要根据实验结果，发现事物的异同点，获得科学的结论。

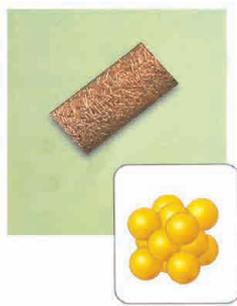
科学家经过长期研究证实，构成物质的微粒有分子 (molecule)、原子 (atom) 和离子 (ion)。有些物质由分子构成，如干冰就是由二氧化碳分子构成的；有些物质由原子构成，如金刚石是由碳原子构成的，铜是由铜原子构成的；还有些物质由离子构成，如氯化钠是由氯离子和钠离子构成的（图3-5）。



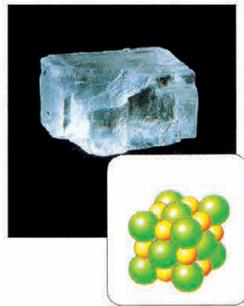
干冰由二氧化碳分子构成



金刚石由碳原子构成



铜由铜原子构成



氯化钠由钠离子和氯离子构成

图3-5 不同微粒构成的物质

## 二、分子



### 联想与启示

电解水可以得到氧气和氢气。氧气能助燃,氢气自身能燃烧,水能灭火,它们各有自己独特的性质。

为什么水不具有氧气、氢气的性质呢?

不同的物质具有不同的性质,这是由于构成物质的微粒不同。如氧气是由大量的氧分子聚集而成的,氢气是由大量的氢分子聚集而成的(图3-6),水是由大量的水分子聚集而成的(图3-7)。大量的分子聚集在一起,形成了我们能感知到的物质(图3-8)。当氢气在氧气中燃烧时,氢分子和氧分子化合成水分子。水分子不再具有氢分子和氧分子的性质。

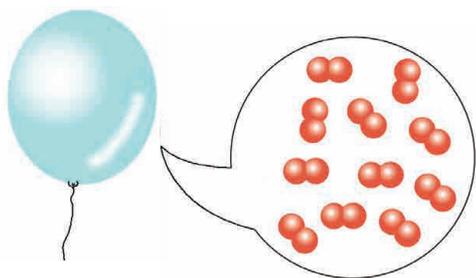


图3-6 氢气球中聚集有大量的氢分子

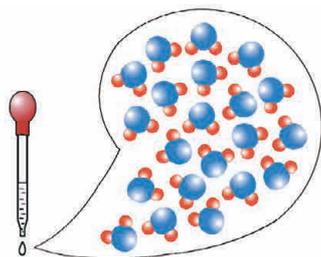


图3-7 水滴中聚集有大量的水分子

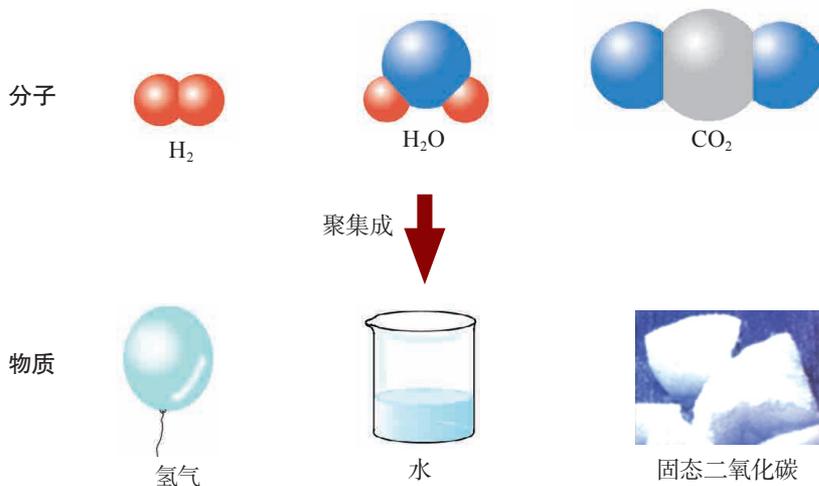


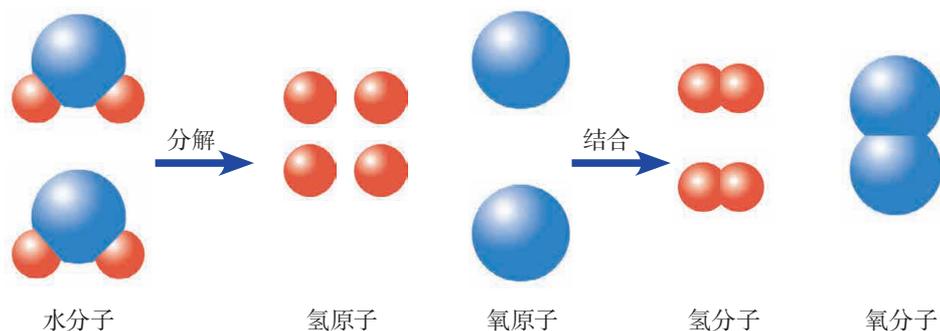
图3-8 分子聚集形成物质

分子的体积和质量都很小,我们凭肉眼是看不见的,也不能用天平来称它们的质量。用胶头滴管滴下的1滴水(约0.05 g)中约有 $1.7 \times 10^{21}$ 个水分子,1个水分子的质量大约是 $3 \times 10^{-26}$  kg。

大量科学研究证明,分子是构成物质的一种微粒。分子在不停地运动,分子之间有空隙。

### 三、原子

大量的研究表明,分子是由原子结合而成的。例如每个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成。当水分子分解时,生成氢原子和氧原子,每两个氢原子结合成一个氢分子,每两个氧原子结合成一个氧分子。



#### 交流与讨论

在水的分解过程中,发生变化的是什么微粒? 不发生变化的又是什么微粒? 请把你的想法与同学交流、讨论。

原子不但可以结合成分子,还能直接构成物质。常见的金属(如铁、铜、铝、汞等)和稀有气体(如氦、氖等)都是由原子直接构成的。因此,原子也是构成物质的一种微粒。

原子很小,1个氧原子的直径大约为  $1.48 \times 10^{-10}$  m,如果把氧原子紧密地排成 1.48 cm 长的一列,大约需要 1 亿个原子。如果将氢原子与直径为 1 cm 的小球相比,相当于将一个苹果与地球相比(图 3-9)。

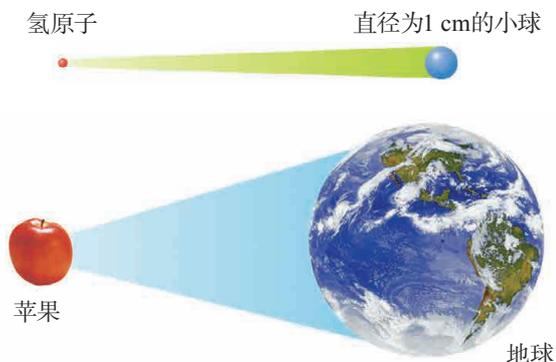


图3-9 原子体积大小的比较



## 拓展视野

### 人类对原子的认识

公元前 5 世纪的希腊学者曾指出:万物是由极其微小的、不可分割的微粒——“原子”构成的;中国古代哲学家墨子在他的著作中也提到了与“原子”相似的说法。1803 年,英国科学家道尔顿 (John Dalton, 1766—1844) 借用“原子”概念提出了原子学说。科学家后来沿用“原子”这个名称来表示构成物质的一种基本微粒。



英国科学家道尔顿

到了 20 世纪 80 年代中期,人们能够借助扫描隧道显微镜 (STM) 观察到原子在物质表面的排列状况。图 3-10 就是国际上借助扫描隧道显微镜技术在铜的表面上镶嵌 48 个铁原子,并将其排列成一个圆形的图像。图 3-11 是我国科学工作者用扫描隧道显微镜拍摄的硅原子的图像。

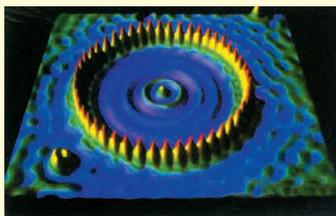


图3-10 48个铁原子的图像

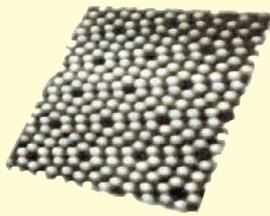


图3-11 硅表面的原子图像

## 1. 原子的构成

原子的质量、体积都很小。那么,原子是不是构成物质的最小微粒?原子能不能再分?科学家为了揭示原子结构的奥秘,经历了漫长的探究过程。其中,英国科学家汤姆生 (Joseph John Thomson, 1856—1940) 和卢瑟福 (Ernest Rutherford, 1871—1937) 为人们认识原子结构作出了巨大贡献。



### 交流与讨论

1897年,英国科学家汤姆生确认了所有原子都含有带负电荷的电子,这表明原子内部结构比较复杂,原子并不是构成物质的最小微粒。



英国科学家汤姆生



英国科学家卢瑟福

1911年,英国科学家卢瑟福用一束带正电荷的 $\alpha$ 粒子轰击金箔时,发现大多数 $\alpha$ 粒子能穿透金箔,而且不改变原来的前进方向,但也有一小部分 $\alpha$ 粒子改变了原来的运动路径,甚至有极少数的 $\alpha$ 粒子好像碰到了不可穿透的坚硬质点而被弹了回来。

你能试着对上述实验现象进行解释吗?请将你的看法与同学交流、讨论。

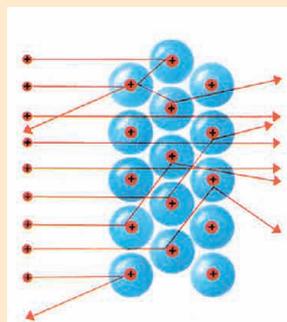
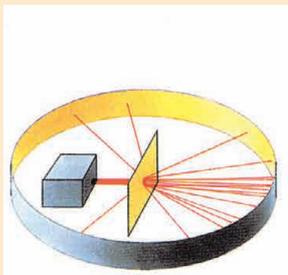


图3-12 用 $\alpha$ 粒子轰击金箔

科学家研究发现,原子是由带正电荷的原子核 (atomic nucleus) 和带负电荷的核外电子 (electron) 构成的。两者所带的电量大小相等,电性相反,因而原子呈电中性。

原子核的半径大约是原子半径的十万分之一。原子核在原子中所占的体积极小,核外电子在核外空间作高速运动。

原子核的体积虽然很小,但原子核几乎集中了原子的全部质量,电子的质量相对要小得多。



## 拓展视野

### 原子核内有什么？

在原子核和电子被发现后,卢瑟福一直在考虑一个问题:能否打开原子核?原子核内究竟有什么?1919年,卢瑟福和他的助手用 $\alpha$ 粒子“轰击”了氮原子核等,发现原子核里面有质子 (proton),1个质子带1个单位正电荷。

1920年,卢瑟福又预言:原子核中有不带电荷的中性粒子。

1932年,经过不少科学家的反复实验后确实发现, $\alpha$ 粒子打在铍原子核上,产生了一种高速的不显电性的中性粒子,他们将其命名为中子 (neutron)。中子的质量与质子的质量几乎相等。卢瑟福的预言被证实。

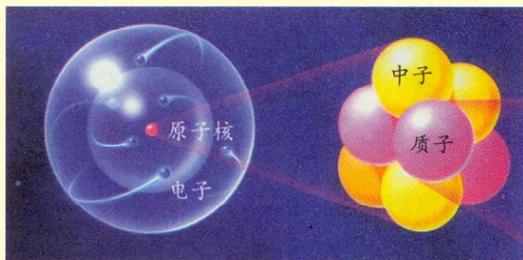


图3-13 原子的结构模型

实验证明,有一种氢原子的核内只有1个质子,没有中子,核外有1个电子;有一种碳原子核内有6个质子、6个中子,核外有6个电子。

在卢瑟福之后,又经过了几代科学家的努力,在原子核内部不断发现新的基本粒子,原子深层次的奥秘正在被逐渐揭示。

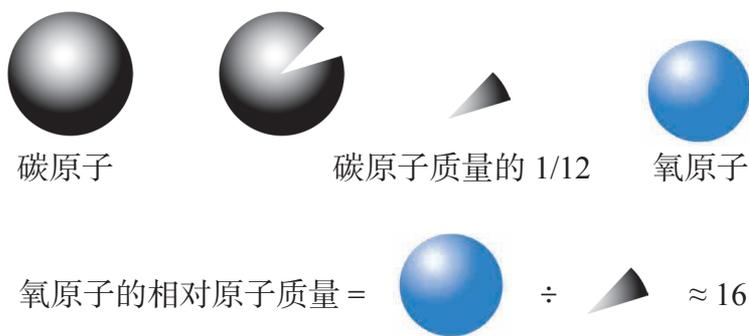
原子核所带的电荷数 (核电荷数) 等于核内质子所带的电荷数 (质子数),也等于原子核外电子数。

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

## 2. 原子的质量

原子有一定的质量。1个铝原子的质量为  $4.482 \times 10^{-26} \text{ kg}$ ，1个氟原子的质量为  $3.156 \times 10^{-26} \text{ kg}$ ，1个钠原子的质量为  $3.819 \times 10^{-26} \text{ kg}$ 。原子的质量如此之小，使用起来极不方便。为此，国际上规定采用**相对原子质量** (relative atomic mass) 来表示原子的质量。

以**一种碳原子的质量的 1/12 作为基准**，其他原子的**质量与这一基准的比**，称为这种原子的**相对原子质量**。常见元素的相对原子质量见表 3-4。



分子是由原子结合而成的，我们可以用**相对分子质量** (relative molecular mass) 表示分子质量的大小。

**相对分子质量 ( $M_r$ ) 等于构成分子的各原子的相对原子质量 ( $A_r$ ) 的总和。**



### 观察与思考

请你根据课本第 75 页表 3-4 相对原子质量的数据和以下实例，算一算氧气 ( $\text{O}_2$ )、二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ ) 的相对分子质量是多少。

例：计算水的相对分子质量。

解：水的相对分子质量  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 1 \times 2 + 16 = 18$

答：水的相对分子质量为 18。



我国化学家张青莲

张青莲教授1983年当选为国际原子量委员会委员，在1991年、1993年精确测定了铟 (In)、锑 (Sb) 的相对原子质量，1995年精确测定了铈 (Ce) 和铕 (Eu) 的相对原子质量数值，并被审定取代旧值的新标准。

## 四、离子

在化学变化中,电中性的原子经常因得到或失去电子而成为带电荷的微粒,这种带电的微粒称为离子。例如,金属钠在氯气中燃烧,每个钠原子失去1个电子形成带正电荷的钠离子( $\text{Na}^+$ ),每个氯原子得到1个电子形成带负电荷的氯离子( $\text{Cl}^-$ )。带有相反电荷的钠离子和氯离子之间相互作用,构成了氯化钠( $\text{NaCl}$ ),如图3-15所示。氯化钠溶解于水中,得到的水溶液中含有许多能自由移动的钠离子和氯离子。



图3-14 钠在氯气中燃烧

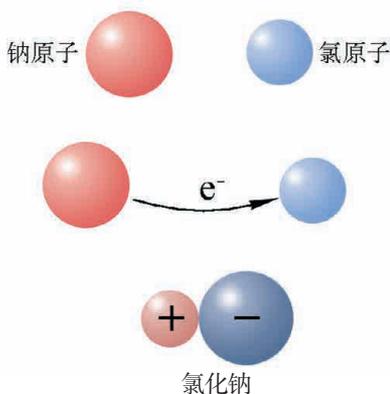


图3-15 氯化钠的形成



图3-16 氯化钠晶体

离子也是构成物质的一种微粒。原子失去或得到电子形成离子。在化学反应中,原子核外电子经常充当重要的角色。在后续的学习中,我们会慢慢地认识到这一点。

原子、离子和分子都是构成物质的微粒。在化学反应中,原子可以通过得到或失去电子形成离子,离子也可以通过失去或得到电子转变成原子。原子、离子和分子在化学变化中的转化关系如图3-17所示。

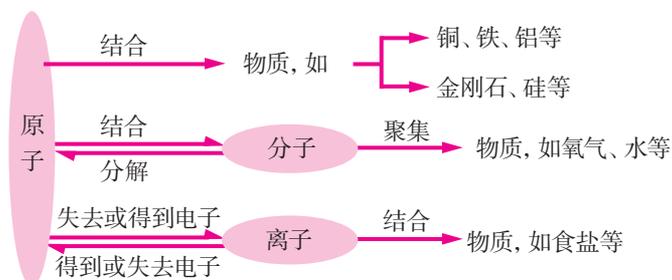


图3-17 分子、原子、离子间的转化

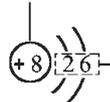


## 拓展视野

### 原子核外电子排布

原子核外的电子在核外空间做高速运动。在含多个电子的原子中,根据核外电子运动区域离核远近不同,可将核外电子运动的区域划分成不同的电子层。如氧原子核外有8个电子,2个电子在第一电子层、6个电子在第二电子层,可以用图3-18所示的原子结构示意图表示。

原子核,带8个单位正电荷



第1、2电子层分别有2、6个电子

图3-18 氧原子结构示意图

钠原子、氯原子的原子结构示意图如图3-19所示。钠原子在化学

反应中容易失去最外电子层上的1个电子,形成带1个单位正电荷的阳离子( $\text{Na}^+$ );氯原子最外层上有7个电子,不容易失去,在化学反应中氯原子倾向于再获得1个电子,形成带1个单位负电荷的阴离子( $\text{Cl}^-$ )。因此,在化学反应中,钠原子和氯原子能通过电子的转移,分别形成钠离子和氯离子(图3-20)。

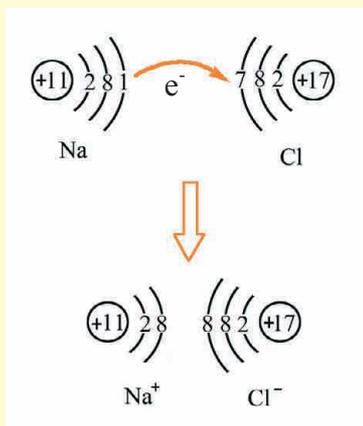


图3-20 NaCl的形成

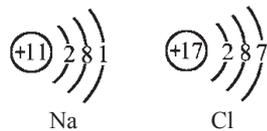


图3-19 钠原子、氯原子结构示意图



## 练习与实践

- 下列事实,不宜用微粒之间有空隙的性质来解释的是( )。
  - 铁路上的钢轨,受热膨胀,遇冷收缩
  - 1 L 芝麻与 1 L 大米混合,总体积小于 2 L
  - 向一定体积的气体加压,体积明显变小
  - 向一定体积的液体加压,体积变化极小

2. 下列物质由离子构成的是 ( )。
- A. 铜            B. 氧气            C. 金刚石            D. 食盐
3. 一壶水烧开后, 壶盖被顶开, 这是由于 ( )。
- A. 水分子运动速度快, 撞开壶盖  
B. 水分解成氢气和氧气  
C. 水由液态变成气态, 分子间空隙增大, 体积膨胀  
D. 水分子分解成氢原子和氧原子后微粒数量增多
4. 为了给金鱼更洁净的生存环境, 小林用凉开水养金鱼, 可金鱼很快就死了。下列解释中合理的是 ( )。
- A. 凉开水中所含的氧原子很少            B. 凉开水中所含的氧分子很少  
C. 凉开水中所含的氢分子很少            D. 凉开水中所含的氢原子很少
5. 试解释下列现象。
- (1) 将一滴红墨水滴加到一杯水中, 片刻后, 整杯水慢慢变红。  
(2) 少许白糖放入一杯水中, 搅拌后白糖“消失”了。  
(3) 打气筒将空气压入自行车胎内。
6. “墙角数枝梅, 凌寒独自开。遥知不是雪, 为有暗香来。”请你结合所学的化学知识, 从微粒的角度对这首诗中“遥知不是雪, 为有暗香来”的含义加以分析说明。
7. 判断下列说法是否正确 (正确的在括号内打“√”, 错误的打“×”)。
- (1) 原子的质量几乎都集中在原子核中。 ( )  
(2) 原子通过得失电子形成离子, 但离子不能形成原子。 ( )  
(3) 原子、分子、离子都是构成物质的微粒。 ( )  
(4) 由分子构成的物质发生化学变化时, 分子本身没有改变。 ( )
8. 原子的内部含有带电的微粒, 但为什么原子不显电性呢?
9. 氢气燃烧生成水的反应, 发生改变的是 \_\_\_\_\_ 分子和 \_\_\_\_\_ 分子, 没有改变的是 \_\_\_\_\_ 原子和 \_\_\_\_\_ 原子。生成的水分子不再具有 \_\_\_\_\_ 分子和 \_\_\_\_\_ 分子的性质。
10. 查阅相对原子质量的数据, 计算下列物质的相对分子质量。  
Cl<sub>2</sub>    P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>    KMnO<sub>4</sub>    Ca(OH)<sub>2</sub>
11. 已知作为相对原子质量基准的 1 个碳原子的质量为  $1.993 \times 10^{-26}$  kg, 1 个氧原子的质量为  $2.657 \times 10^{-26}$  kg, 求氧的相对原子质量, 并请谈谈引入相对原子质量概念的意义。
12. 以“我想象中的原子结构”为题, 写一篇科普习作。

## 第2节

# 组成物质的化学元素

不知你是否意识到,我们每时每刻都在与化学元素打交道:吸入的空气中含有氧气,氧气由氧元素组成;水中含有氢元素、氧元素;某些蔬菜中含有铁元素,铁锈中也含有铁元素;海水中含有大量的钠元素、镁元素,对绿色植物而言,镁元素是不可缺少的……



### 你已经知道什么

关于元素,你还知道些什么?请你尝试将所知道的几种元素的情况填入下表中。

表 3-2 元素的性质及作用

你熟悉的元素(名称)	含该元素的物质	该元素的作用
钙	钙片	促进儿童骨骼生长

## 一、元素与元素符号

各种原子、离子、分子构成了数以千万计的物质。我们也知道世间万物都是由元素组成的。不管是氧分子中的氧原子,还是水分子中的氧原子,都是氧元素的原子;氢气、水、酒精中含有的氢原子都是氢元素的原子;二氧化碳、一氧化碳、碳酸钙中含有的碳原子都是碳元素的原子。

**元素 (element) 是具有相同核电荷数 (即质子数) 的同一类原子的总称。**到目前为止,人们在自然界中发现的元素有 90 余种,人工合成的元素有 20 余种。不同种元素具有不同性质,依此可以把元素简单分成金属元素、非金属元素两大类。

为便于学习和研究化学,人们用特殊的符号来表示元素——元素符号 (symbols for elements)。国际通用的元素符号用 1 个或 2 个拉丁字母来表示,第一个字母大写,第二个字母小写。

表 3-3 部分元素的中文、拉丁文、英文名称和符号

中文名称	拉丁文	英文	元素符号
氢	Hydrogenium	Hydrogen	H
氧	Oxygenium	Oxygen	O
碳	Carbonium	Carbon	C
氮	Nitrogenium	Nitrogen	N
铁	Ferrum	Iron	Fe
铜	Cuprum	Copper	Cu

表 3-4 列出了常见元素的名称、符号和相对原子质量。

表 3-4 常见元素的名称、符号和相对原子质量

名称	符号	相对原子质量	名称	符号	相对原子质量
氢	H	1	钾	K	39
碳	C	12	钙	Ca	40
氮	N	14	锰	Mn	55
氧	O	16	铁	Fe	56
钠	Na	23	铜	Cu	64
镁	Mg	24	锌	Zn	65
铝	Al	27	银	Ag	108
硅	Si	28	锡	Sn	119
磷	P	31	碘	I	127
硫	S	32	钡	Ba	137
氯	Cl	35.5	金	Au	197

元素符号除了表示一种元素以外,也可表示这种元素的 1 个原子,如 Cl 表示氯元素,还表示 1 个氯原子。

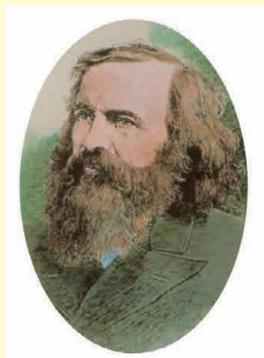
利用元素符号表示离子也很简单,把离子的电荷数目和电性标注在元素符号的右上角。如带 1 个单位正电荷的钠离子用  $\text{Na}^+$  表示,带 1 个单位负电荷的氯离子用  $\text{Cl}^-$  表示。钙原子失去两个电子形成的钙离子用  $\text{Ca}^{2+}$  表示。



## 拓展视野

### 元素周期表 (periodic table of the elements)

1869 年以前,人们已经发现了 63 种元素。这些元素之间似乎没有任何联系,好像互不相干。俄国科学家门捷列夫 (Д.И.Менделеев, 1834—1907) 在前人工作的基础上,对元素及其性质进行了系统研究,根据元素的相对原子质量大小将当时发现的所有元素依次排列成一个表格。这就是现代元素周期表的雏形。



俄国科学家门捷列夫

门捷列夫不仅发现按相对原子质量大小排列元素,元素性质呈现周期性变化,而且大胆地预言还存在一些当时未知的元素,这一预言很快就被接二连三发现的新元素所证实。元素之间这些变化规律的发现是科学史上的一项辉煌成就。它的发现使化学家在认识元素世界的漫长旅程中有了明确的目标。为了纪念门捷列夫的功绩,科学家们把元素周期表中第 101 号元素命名为“钷”。

在 20 世纪,科学家不仅发现了自然界中存在的大量元素,而且利用核反应堆、加速器等实验手段合成了一系列新的元素,填补了元素周期表的空白。

在元素周期表(见附录五)中,每种元素都有一个编号,大小恰好等于该元素原子的核内质子数目。这个编号就是原子序数。例如,C 元素的原子序数是 6,其原子的核内有 6 个质子;Ca 元素的原子序数是 20,其核内有 20 个质子。

我们把**同种元素组成的纯净物称为单质** (elementary substance),**由两种或两种以上元素组成的纯净物称为化合物** (compound)。铜、氮气、氩气等都是单质,氧化镁、四氧化三铁、高锰酸钾等都是化合物。自然界中的元素大多数以化合物的形式存在。

氧化镁、四氧化三铁等由两种元素组成的化合物,其中有一种元素是氧,这样的化合物叫做氧化物(oxide)。



### 活动与探究

下表给出四种元素的原子序数,请在元素周期表中找出相应的元素,把它的名称、符号填入表 3-5 中,并写出你对含有该元素的单质或化合物的认识。

表 3-5

原子序数	元素名称、符号	对含有该元素的单质或化合物的认识
13	铝、Al	铝是一种银白色的金属
16		
26		
80		

## 二、自然界中元素的存在

自然界中有千千万万种物质,这些物质主要由哪些化学元素组成? 这些元素是如何分布的? 经过科学家的长期考察和测定,对上述问题有了较全面的认识。

地壳是由沙、黏土、岩石等组成的,其中含量最多的是氧元素,其他元素含量从高到低,依次是硅、铝、铁、钙等(图 3-21)。

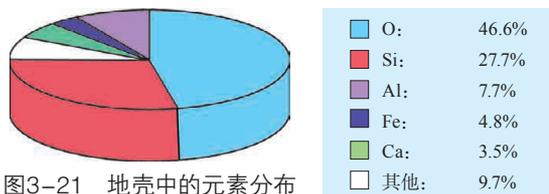


图3-21 地壳中的元素分布

海洋占地球表面的 71%,海水中的元素含量分布如图 3-22 所示。其中含量最多的是氧,其次是氢,这两种元

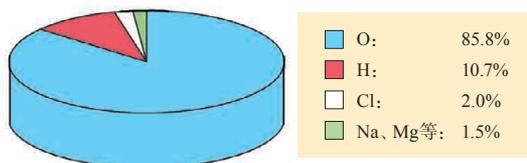


图3-22 海水中的元素分布

素约占总量的 96.5%。

水占人体体重的 70% 左右。组成人体的元素中含量最多的是氧,其次是碳、氢、氮(图 3-23)。这三种元素在地壳中的含量很少,但却是生命的必需元素。

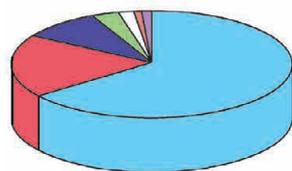


图3-23 人体中元素分布

□ O:	65%
■ C:	18%
■ H:	10%
■ N:	3%
□ Ca:	1.5%
■ P:	1.0%
■ S、K等:	1.5%

太阳上最丰富的元素是氢,其次是氦,还含有碳、氮、氧和多种金属元素。



### 交流与讨论

查阅资料,了解地核中主要含有哪些元素。

## 三、元素与人体健康

人体中化学元素含量的多少直接影响人体的健康。健康的生命所必需的元素称为生命必需元素,这些元素在人体中的功能不能由别的元素来替代。大量的研究表明,人体必需的元素有 20 多种,除图 3-23 所列含量较高的元素外,还有铁(Fe)、铜(Cu)、锰(Mn)、锌(Zn)、钴(Co)、碘(I)、硒(Se)等微量元素。

人体中缺少某些元素,会影响健康,甚至引起疾病。例如,缺钙有可能导致骨骼疏松、畸形,易得佝偻病;缺锌会使儿童发育停滞,智力低下,严重时得侏儒症;缺钴、铁易得贫血症;缺碘和碘过量均会导致甲状腺疾病。但某些元素过量,也会导致疾病。如钙吸收过多,容易引起白内障、动脉硬化等;微量的硒可以防癌,过量的硒则是致癌的因素之一。

正常的饮食一般能保证人体必需元素的摄入。自然原因或人为因素(如污染、药物积累等)会使某些地区人体摄入的必需元素缺乏或过量,不良的饮食习惯也会导致人体摄入的某些元素含量失衡。因而,生活中要注意养成良好的饮食习惯。



## 活动与探究

请从家中找几种食品、药品和保健食品,从包装袋或说明书上了解这些食品、药品和保健食品中主要含有哪些元素。



## 练习与实践

1. 生活中常接触到“含氟牙膏”“高钙牛奶”“碘盐”“富硒茶叶”和“加铁酱油”等用品,这里的氟、钙、碘、硒和铁指的是( )。

- A. 单质      B. 原子      C. 离子      D. 元素

2. 下列符号可以表示2个氢原子的是( )。

- A.  $H^+$       B.  $H_2$       C.  $2H$       D.  $H_2O$

3. 下列现象可以说明水中含有氧元素的是( )。

- A. 水在常温下呈液态  
B. 在加热条件下水变为气体  
C. 电解水可以得到使带火星木条复燃的气体  
D. 许多物质可以溶解在水中

4. 人体中化学元素含量的多少会直接影响人体健康。下列人体所缺元素与引起的健康问题关系错误的是( )。

- A. 缺铁会引起贫血  
B. 缺碘会引起龋齿  
C. 缺钙会引起骨质疏松  
D. 缺锌会引起食欲不振而导致发育不良

5. 科学家分析了宇宙飞船带回的月球土壤样品,发现地球上含量较大的几种元素月球上都有。下列是其中的一部分元素,请写出它们的元素符号或名称。

氧 \_\_\_\_\_, 硅 \_\_\_\_\_, Fe \_\_\_\_\_, 铝 \_\_\_\_\_, Na \_\_\_\_\_, Ca \_\_\_\_\_, 氢 \_\_\_\_\_, K \_\_\_\_\_, 银 \_\_\_\_\_, 镁 \_\_\_\_\_, Cu \_\_\_\_\_。

6. 查阅资料,按下列要求填写元素的名称和元素符号。

空气中含量最多的元素是 \_\_\_\_\_; 人体中含量最多的元素是 \_\_\_\_\_; 地壳中含量最多的金属元素是 \_\_\_\_\_; 海水中含量最多的非金属元素是 \_\_\_\_\_; 太阳上最丰富的元素是 \_\_\_\_\_, 其次是 \_\_\_\_\_。

7. 现有氧气、碳、铁、二氧化碳、氧化镁、水、高锰酸钾、空气和碳酸氢铵( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ) 九种物质,其中属于混合物的是 \_\_\_\_\_; 属于氧化物的是 \_\_\_\_\_; 属于含氧元素的化合物,但不属于氧化物的是 \_\_\_\_\_; 含有氧分子的是 \_\_\_\_\_; 含有元素种类最多的化合物是 \_\_\_\_\_。

8. 在  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}$ 、 $\text{O}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{O}^{2-}$  七种微粒中,属于分子的是 \_\_\_\_\_,属于原子的是 \_\_\_\_\_,属于离子的是 \_\_\_\_\_。 $\text{H}$  和  $\text{H}^+$  两种微粒相同的是 \_\_\_\_\_,不同的是 \_\_\_\_\_ (至少各说出一条)。

9. 查一下元素周期表,“Co”代表什么元素? 该元素能否写成“CO”?

10. 通过查阅资料、询问家人等方式,了解能够补充人体必需的微量元素的常见食物,列出有关的食物名称。

11. 金属元素的名称一般有“钅”字旁,非金属元素的名称一般有“气”字头或“石”字旁。请你在元素周期表中找出这两类元素分布的区域。

# 第3节

## 物质的组成

我们已经知道,水可以用  $\text{H}_2\text{O}$  表示,氧气可以用  $\text{O}_2$  表示,二氧化碳可以用  $\text{CO}_2$  表示等。这些用元素符号和数字的组合表示纯净物组成的式子,称为该物质的**化学式** (chemical formula)。



你已经知道什么

除上述列出的 3 种物质的化学式外,你还能写出几种?

### 一、化学式反映物质的组成

化学式是国际通用的表示物质组成的化学符号。它源于一个基本的事实:任何纯净物都有固定的组成,不同的物质组成不同。因此,化学式反映了物质的组成情况。

现在我们从微观角度来考察几种物质的组成与化学式的关系 (图 3-24)。

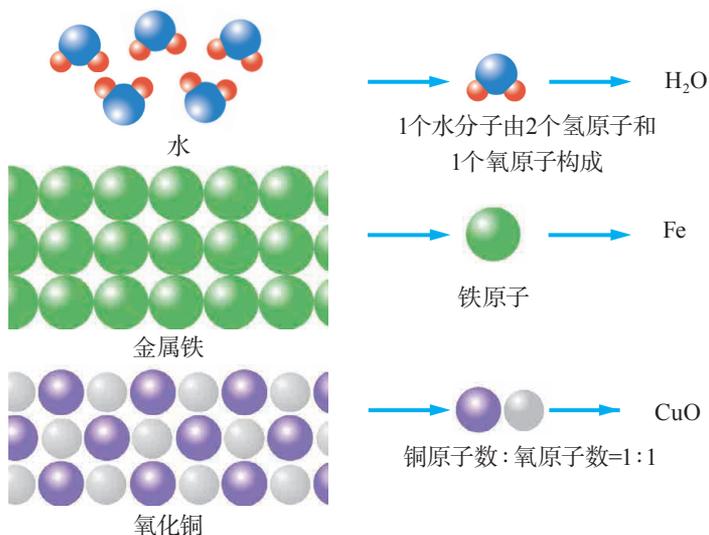


图3-24 物质组成与化学式的关系示意图

水由大量水分子聚集而成,水的组成元素是 H 和 O,每个水分子由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成。表示水组成的化学式  $H_2O$ ,实际上表示了水分子的构成,也可称为水的分子式。

由分子构成的物质,分子式 (molecular formula) 表示该物质的一个分子,也表示该种物质。分子式中的数字表示分子中对应元素原子的个数。

氯化钠是由许许多多钠离子和氯离子有序排列构成的。氯化钠中的钠离子和氯离子个数比为 1:1,氯化钠可以用化学式  $NaCl$  表示。

由离子构成的物质中不存在分子,通常用化学式表示它们的构成。化学式中的数字表示物质中各元素原子数目的最简比。

金属铁由许许多多铁原子构成,用铁的元素符号 Fe 来表示金属铁。其他金属和稀有气体也用元素符号来表示它们的构成,如 Cu 表示金属铜,Ne 表示氖气。表示这些物质构成的元素符号也就是它们的化学式。

由分子构成的物质,它们的分子式可以当做化学式。在教材中,我们统一用化学式来表示物质的组成。

表 3-6 一些物质的组成与化学式

物质名称	所含的原子或离子的个数比	化学式
一氧化碳	C、O 1:1	CO
氯化钙	$Ca^{2+}$ 、 $Cl^-$ 1:2	$CaCl_2$
二氧化硅	Si、O 1:2	$SiO_2$
碳酸钙	$Ca^{2+}$ 、 $CO_3^{2-}$ 1:1	$CaCO_3$

## 二、化学式的书写

单质是由同种元素组成的纯净物。有些单质的化学式直接用组成元素的元素符号表示,如铝单质的化学式是 Al,汞单质的化学式是 Hg,氦单质的化学式是 He;有些单质的化学式用元素符号和数字的组合表示,如氧气的化学式是  $O_2$ ,氮气的化学式是  $N_2$ 。

化合物是由两种或两种以上元素组成的,各种化合物中组成元素的原子个数比是一定的。化学家在研究大量的化合物中不同元素原子数目比值关系的基础上,总结出了体现这种关系的数值——元素的化合价 (valence)。

一种或多种元素的原子结合在一起形成带电的离子,作为一个整体参加化

学反应,这样的原子集合称为原子团 (atomic group),化学上常用“根”来命名。如氢氧根 ( $\text{OH}^-$ )、碳酸根 ( $\text{CO}_3^{2-}$ )等。

表 3-7 一些元素和原子团的常见化合价\*

名称	符号	化合价	名称	符号	化合价
钠	Na	+1	氧	O	-2
钙	Ca	+2	碳	C	+2、+4
钾	K	+1	氯	Cl	-1
镁	Mg	+2	硫	S	-2、+4、+6
铝	Al	+3	氮	N	-3、+2、+4、+5
锌	Zn	+2	氢氧根	$\text{OH}^-$	-1
铁	Fe	+2、+3	碳酸根	$\text{CO}_3^{2-}$	-2
铜	Cu	+2	硝酸根	$\text{NO}_3^-$	-1
银	Ag	+1	硫酸根	$\text{SO}_4^{2-}$	-2
氢	H	+1	铵根	$\text{NH}_4^+$	+1

\* 指化合物中元素的化合价。单质中元素的化合价为零。

有了元素的化合价,我们就可以很方便地写出化合物的化学式。

根据元素的化合价,在书写化学式时应注意:

(1) 写化学式时,正价元素通常写在左边,负价元素通常写在右边。原子的数目用阿拉伯数字写在元素符号的右下角。

(2) 在金属化合物中,金属元素一般呈正价,非金属元素一般呈负价;在非金属氧化物中,该非金属元素一般呈正价。

(3) 根据化合物中各种元素化合价的代数和等于零的原则,确定化合物中各种元素的原子数目。



### 方法提示

根据元素化合价书写氧化铝的化学式

1. 写出组成氧化铝的元素符号:  $\text{Al}$   $\text{O}$ ;
2. 查出组成元素的化合价:  $\overset{+3}{\text{Al}}$   $\overset{-2}{\text{O}}$ ;
3. 根据化合物中各元素化合价代数和等于零,确定原子数: 2个Al原子,3个O原子;
4. 写出氧化铝的化学式:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

特别需要指出的是,化学式只能表示实际存在的物质的组成。用化合价法则推算化学式,只有在该化学式表示的化合物实际存在时才有意义。不能根据化合价凭空臆造,随意书写化学式。



### 交流与讨论

为什么碳、氧元素能组成不同的化合物?请写出这些化合物的化学式。

## 三、简单化合物的命名

化合物的化学式表示化合物的组成。有了化学式,就可以正确地给化合物命名。



### 方法提示

#### 简单化合物的中文命名原则

1. 两种元素组成的化合物,在两种元素中间用“化”字连接,如氧化铜( $\text{CuO}$ )。
2. 化学式中元素的名称从右向左读,与化学式的写法刚好相反,如氯化钠( $\text{NaCl}$ )。
3. 元素的原子个数在该元素之前先读出,如五氧化二磷( $\text{P}_2\text{O}_5$ )。
4. 含有原子团的化合物,要根据其特征来称呼,不需读出原子或原子团的个数,如氢氧化钠( $\text{NaOH}$ )、碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ )、硫酸钠( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )等。



### 活动与探究

你能从家里找到一些含有你认识的化合物的物品吗?试写出这些化合物的化学式或名称,并说说它们的用途。

## 四、纯净物中元素之间的质量关系



### 联想与启示

我们已经知道,化合物的化学式不仅表示组成物质的各种元素,而且清楚地显示出其中所含元素的原子数之比。那么,化学式能否告诉我们有关组成元素之间的质量关系的信息呢?

农业技术人员在研究氮肥的肥效时,首先必须知道所施氮肥的含氮量;化工生产中某些产品质量的分析,也要设法测出其中某种元素的含量。在这些实践活动中,人们常常根据物质的化学式来确定组成物质元素之间的质量关系。



### 活动与探究

参照左下方的例子,计算  $\text{CO}_2$  中碳、氧元素的质量比。

计算水中氢、氧两种元素的质量比。

1. 查出 H、O 元素的相对原子质量: H 为 1, O 为 16

2. 明确  $\text{H}_2\text{O}$  中原子的个数比: 氢原子数 : 氧原子数 = 2 : 1

3. 计算 H、O 元素的质量比:  
 $(1 \times 2) : 16 = 1 : 8$

计算  $\text{CO}_2$  中碳、氧两种元素的质量比。

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_



### 交流与讨论

36 g 水中含有多少克氢,多少克氧?从分析水的化学式中含氢、氧元素的质量占总质量的比例入手,试着做一做。

根据物质的化学式,我们还可以确定组成物质的各种元素的质量在物质总质量中所占的**质量分数** (mass fraction)。质量分数可用百分数表示。

对纯净物来说,组成元素的质量分数可以直接从化学式求得。

$$\text{某元素的质量分数} = \frac{\text{该元素的相对原子质量}(A_r) \times \text{原子个数}}{\text{化合物的相对分子质量}(M_r)} \times 100\%$$

如  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中铁元素的质量分数可通过下式计算。

$$\begin{aligned} \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ 中铁元素的质量分数} &= \frac{A_r(\text{Fe}) \times 2}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} \times 100\% = \frac{56 \times 2}{56 \times 2 + 16 \times 3} \times 100\% \\ &= 70\% \end{aligned}$$



### 活动与探究

尿素是一种肥效高、土壤适应性好的常用氮肥,其化学式为  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 。现有一尿素样品,测得其中氮元素的质量分数为 43.5%,试通过计算说明该尿素样品是纯净物还是混合物。

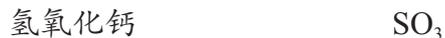


### 练习与实践

1. 下列化学符号各表示什么微粒?



2. 将下列物质与对应的化学式之间用线段连接起来。



3. 三氧化二铋 ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) 俗称铋黄,是制作防火纸的材料之一。三氧化二铋中铋元素的化合价为 \_\_\_\_\_。

4. 锌与硫化合,生成白色的物质。根据元素的化合价确定生成物的化学式是  $\text{ZnS}$ 、 $\text{Zn}_2\text{S}$  中的哪一个。

5. 硫酸铵是常用的氮肥。已知铵根 ( $\text{NH}_4^+$ ) 的化合价为 +1,硫酸根 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 的化合价为 -2。据此写出硫酸铵的化学式。

6. 将氯化氢和氨气两种无色气体混合,生成氯化铵固体。请用化学式表示上述反应的反应物和生成物。

7. 甲烷 ( $\text{CH}_4$ ) 是天然气和沼气的主要成分。乙炔 ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) 又称电石气,工业上常用它燃烧产生的高温切割和焊接金属。试通过计算比较甲烷和乙炔中所含碳元素质量分数的大小。

8. 我国瓷都——江西景德镇生产的瓷器在世界上享有盛誉。景德镇的高岭土 [主要成分:  $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ ] 是制造陶瓷器的优良原料。高岭土中氢、氧元素的质量比为 \_\_\_\_\_。

9. 硝酸铵 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) 受撞击或受热后会发生爆炸性的分解,可用作炸药。又因其含氮量比较高,也用作化学肥料。试计算:

(1) 硝酸铵中各元素的质量比。

(2) 100 g 硝酸铵中含氮元素的质量。

(3) 多少克硫酸铵中的氮元素与 100 g 硝酸铵中氮元素的质量相等?



## 整理与归纳

学完本章后,你可以参考如下的问题或线索,与同学交流、讨论,并整理和归纳本章的学习内容。

● 你能用一些事实或实验来说明“物质是由微粒构成的”“微粒在不断运动”“微粒之间有空隙”吗?

● 原子、分子、离子都是构成物质的微粒,你能说出它们的共同特征吗?这三种微粒在化学变化中是如何转化的?

● 单质、化合物有什么不同?你能否举出一些例子予以说明?

● 你能从元素周期表中找到指定原子序数的元素吗?能否依据元素的中文名称判断它是金属元素还是非金属元素?

● 相对分子质量与构成分子的各原子的相对原子质量之间有何关系?试举例说明。

● 你能用化学式表示纯净物的组成吗?你能否根据相对分子质量来确定物质中组成元素的质量分数?

● 在日常生活中,你是否已经注意到微量元素对人体健康的影响?

● 学完本章,你对“物质构成的奥秘”有什么新的认识?

## 本章作业



- 下列说法是否正确？并说明理由。
  - 原子的质量主要集中在原子核。
  - 地壳中、人体中以及海水中含量最多的元素都是氧元素。
  - 含有氧元素的化合物就是氧化物。
  - 某化合物除了氧元素以外只含一种元素，则它一定是氧化物。
- 物质的三态变化，主要是由于（ ）。
  - 分子的大小发生了变化
  - 分子的质量发生了变化
  - 分子间的空隙大小发生了变化
  - 变成了新的分子
- 用分子的相关知识解释下列生活中的现象，不正确的是（ ）。
  - 10 mL 酒精与 10 mL 水混合后，体积小于 20 mL，说明分子间有空隙
  - 墙内开花，墙外可以嗅到花香，说明分子在不断运动
  - 热胀冷缩，说明分子的大小随温度的升高和降低而改变
  - 湿衣服在强阳光下容易晾干，说明分子的运动速率随温度升高而增大
- 下列物质化学式的读法和写法都正确的是（ ）。
  - 碳酸钠  $\text{NaCO}_3$
  - 四氧化三铁  $\text{O}_4\text{Fe}_3$
  - 二氧化一碳  $\text{CO}_2$
  - 三氧化硫  $\text{SO}_3$
- 甲醛（化学式为  $\text{CH}_2\text{O}$ ）是室内装潢可能产生的污染物之一。下列说法中正确的是（ ）。
  - 甲醛由碳、氢、氧三种元素组成
  - 甲醛由碳原子和水分子构成
  - 甲醛分子由碳原子、氢气分子、氧原子构成
  - 甲醛由 1 个碳元素、2 个氢元素、1 个氧元素组成
- 用元素符号或化学式表示下列各种微粒。  
铜原子 镁离子 碘原子 氢氧根 二氧化硫分子
- 根据括号内的化合价写出下列元素氧化物的化学式。  
钠 (+1) 镁 (+2) 氮 (+4) 磷 (+5)

8. 我国科学家发现,有一种被称为亚硒酸钠的物质能消除加速人体衰老的活性氧。亚硒酸钠由钠、硒、氧三种元素组成,其中硒元素(Se)为+4价,氧元素为-2价,则亚硒酸钠的化学式为( )。

A.  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$     B.  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$     C.  $\text{NaSeO}_3$     D.  $\text{Na}_2\text{SeO}_2$

9. 在氢气、干冰、铜、氧化铝和氨气中,哪些是单质,哪些是化合物?

10. 右边的标签是某品牌袋装鲜牛奶的说明。

(1) 该袋装鲜牛奶属于\_\_\_\_\_ (填“纯净物”或“混合物”)。

(2) 这一袋牛奶至少含钙\_\_\_\_\_ g (精确到0.01 g)。

(3) 该牛奶中钙元素的质量分数至少为\_\_\_\_\_。

11. 酚酞是一种常用的化学试剂,其化学式是 $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ ,它是由\_\_\_\_\_种元素组成的,每个酚酞分子中共有\_\_\_\_\_个原子,酚酞的相对分子质量是\_\_\_\_\_。

12. 元素M的某化合物的化学式为 $\text{MCO}_3$ ,它的相对分子质量为100。

(1) 试推算M元素的相对原子质量。

(2) 请根据相对原子质量表确定M元素的名称。

13. 某地区部分氮肥的销售价格如下:碳铵( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ )480元/吨,尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 2400元/吨。某农民用500元钱去购买氮肥,为了使所购化肥得到的氮最多,他应选购哪种氮肥?

配料: 纯鲜牛奶  
保质期: 45天  
净含量: 486 mL (500 g)  
产品类型: 全脂灭菌纯牛奶  
营养成分: (每100 mL)  
脂肪 $\geq$ 3.3 g  
非脂乳固体 $\geq$ 8.1 g  
蛋白质 $\geq$ 2.9 g  
钙 $\geq$ 110 mg

## 第 4 章 认识化学变化



在充满神奇变化的物质世界里,化学变化无处不在,无时不有。

燃烧是我们经常接触到的一种化学变化。它与我们的生活密切相关,人类通常利用燃料的燃烧获取生活、生产所需要的能量。

在本章,我们从研究燃烧现象入手,进一步了解有关化学变化的一些问题:

- 1 物质燃烧需要哪些条件;
- 2 如何表示化学反应;
- 3 化学变化中物质间存在怎样的质量关系;
- 4 如何应用化学变化中物质间的质量关系。

在本章中,你还需要完成一项基础实验:  
基础实验 3: 物质燃烧的条件。

# 第1节

## 常见的化学反应——燃烧

说到火,我们会想到燃烧 (combustion),火是物质燃烧时的一种现象。



图4-1 燃烧造福于人类,燃烧也会给人类带来灾难



### 你已经知道什么

你在以前的学习和生活中,一定知道很多燃烧的事例。请把你知道的事例填写在表 4-1 中,并与同学交流、讨论。

表 4-1 物质的燃烧

事例	观察到的现象
镁条的燃烧	耀眼的白光,放出热量,有白色物质生成
燃烧的特征可归纳为:	

**燃烧是一种发光、发热的剧烈的化学反应。**认识燃烧现象,科学地利用和控制燃烧为人类服务,对社会的可持续发展是十分重要的。

## 一、燃烧的条件



### 交流与讨论

在日常生活中,燃烧现象屡见不鲜。你知道燃烧发生的条件吗?依据你的生活经验和已学知识,思考下列问题,试着总结燃烧发生的条件。

1. 所有的物质都能燃烧吗?
2. 具有可燃性的物质在什么条件下能燃烧?用玻璃杯罩住燃着的小蜡烛,小蜡烛能长时间持续燃烧吗?
3. 火柴、蜡烛、木条和煤,哪个比较容易被点燃?点燃它们的方式有什么差异?“点燃”在引发燃烧中起了什么作用?
4. 为什么在高温干燥的季节里,在没有明火的情况下,森林里也可能发生火灾?

物质燃烧一般需要同时满足三个条件:(1)物质具有可燃性;(2)可燃物与氧气接触;(3)可燃物达到燃烧所需要的最低温度。

某种可燃物燃烧所需要的最低温度,称为该物质的着火点。在空气或氧气中点燃可燃物,使可燃物的温度达到其着火点时,即可发生燃烧。



### 观察与思考

将 20 mL 95% 的酒精和 10 mL 水混合。将一块棉布手绢浸入配好的混合液中,浸透后取出,轻轻拧干,用坩埚钳夹持,在酒精灯上点燃,并轻轻抖动手绢。

火焰熄灭后,你观察到浸透酒精的手绢发生了什么变化?你能解释其中的原因吗?

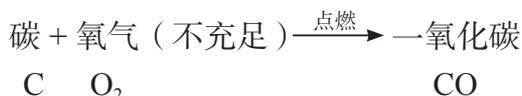
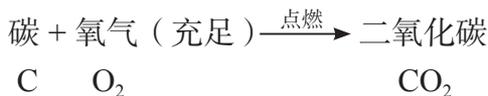


图4-2 烧不坏的手绢

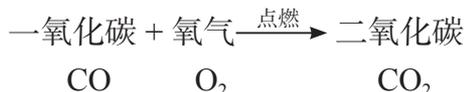
## 二、完全燃烧与不完全燃烧

可燃物与氧气接触才能燃烧。燃烧时,氧气充足或不充足,可燃物燃烧的情况是不相同的。

在氧气充足时,碳燃烧生成二氧化碳;在氧气不充足时,碳燃烧生成一氧化碳。



一氧化碳也可以燃烧,它是一种常见的气体燃料。



一氧化碳是无色、无气味的剧毒气体。吸入人体内的一氧化碳跟血液里的血红蛋白结合,使血红蛋白丧失了输氧功能,会导致人体缺氧。人吸入少量的一氧化碳就会感到头痛,吸入较多量的一氧化碳,就可能因缺少氧气而窒息死亡。当发生一氧化碳中毒时,应立即打开门窗通风,并迅速将中毒者移至空气新鲜处,严重者应立即送医院救治。

当氧气充足时,可燃物**完全燃烧**,燃烧得快,放出的热量多;氧气不充足时,可燃物**不完全燃烧**,燃烧得慢,放出的热量少。



### 交流与讨论

在日常生活中,你也许见过这样的情景:液化气灶、煤炉等燃具都留有空气进口,且空气进口大小可以调节;学校、工厂等单位使用的锅炉要用风机鼓风。你知道其中的道理吗?

请观察老师演示的蜡烛不完全燃烧的实验(图4-3),并与同学交流你的看法。



图4-3 蜡烛不完全燃烧

含碳、氢元素的可燃物完全燃烧时,碳、氢元素分别生成二氧化碳和水;当氧气不充足时,可燃物中的部分碳、氢元素生成一氧化碳、碳氢化合物等有毒气体和微小的炭黑颗粒等物质。

### 三、燃烧引起的爆炸现象



#### 联想与启示

燃烧可能引起爆炸,例如,我国四大发明之一黑火药的爆炸、节日燃放的烟花爆竹、用于拆除旧建筑物的定向爆破(图4-4)以及用于矿物开采的爆破等。

你知道爆炸是怎么一回事吗?



图4-4 定向爆破

如果急速的燃烧发生在有限的空间内,短时间聚积大量的热,使气体的体积迅速膨胀,就会引起爆炸。爆竹、炸弹和矿物开采的爆破都是依据这一原理。

如果氧气的浓度较高,或可燃物(气体、粉尘)与氧气的接触面积很大,燃烧范围广,周围的空气迅速猛烈膨胀,也会发生爆炸。



#### 观察与思考

取一个容积为 500~1 000 mL 的圆筒形无底塑料瓶罐(如装食用油的瓶子),倒置固定在铁架台上。瓶颈处装一些干燥的细面粉,从瓶口的塞子插入一根玻璃导管,导管连接一根乳胶管。在瓶上方的瓶内壁上粘一截点燃的蜡烛,瓶底盖上一张硬纸板,如图4-5所示。从乳胶管往瓶中吹入空气,观察发生的现象。

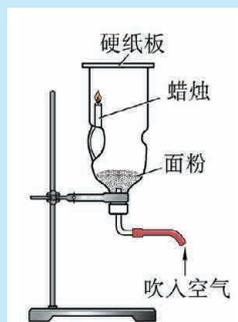


图4-5 粉尘爆炸实验

任何可燃性气体、可燃性固体粉末,与空气接触充分,遇明火都有可能发生爆炸。因此,汽油加油站、面粉加工厂和煤矿坑道等场所,应杜绝一切火种,防止发生爆炸。



### 拓展视野

#### 常见气体的爆炸极限

氢气等可燃性气体在空气中达到一定浓度时,遇到明火都会发生爆炸,因此,可燃性气体在点燃前必须检验纯度。

人们把容易导致爆炸的空气中可燃性气体的体积分数范围称为该气体的爆炸极限。

气体	爆炸极限(体积分数)
H <sub>2</sub>	4% ~ 75%
CH <sub>4</sub>	5% ~ 15%
CO	12.5% ~ 74%

## 四、防火与灭火

燃烧放出的热量可以供人取暖,烹饪食物;燃烧发出的光可以照明。这是人类的祖先在火的使用过程中早已认识到的事实。燃烧在工农业生产和生活中有着广泛的应用,但燃烧一旦失控,会酿成火灾,给人类带来灾难(图4-6)。在日常生活中,必须具有防火意识,养成良好的防火习惯。



图4-6 火灾给人类带来灾难



### 交流与讨论

1. 请你通过询问他人、走访消防部门、查阅报刊和浏览网页等方式,了解人们在日常生活和生产中通常采用的防火措施或灭火方法。将调查结果填入表4-2中,并与同学交流、讨论。

表 4-2 防火或灭火的事例和方法

防火或灭火事例	防火措施或灭火方法
熄灭酒精灯	用灯帽盖灭火焰

2. 请你根据物质燃烧的条件,将灭火方法分类,并说明其灭火的原理。

依据燃烧发生的条件,一般可以采用下列三种方法灭火:

(1) 将可燃物撤离燃烧区,与火源隔离。例如,液化气、煤气起火,首先要迅速关闭阀门,以断绝可燃物的来源;扑灭森林火灾,可以用设置隔离带的方法使森林中的树木与燃烧区隔离。

(2) 将燃烧着的可燃物与空气隔离。例如,厨房油锅起火,盖上锅盖就能灭火。二氧化碳灭火器能灭火的原因之一,是由于灭火器喷出的大量二氧化碳在燃烧物周围形成一层二氧化碳气体层,使燃烧物与空气隔绝。

(3) 使用大量的冷却剂(如水、干冰等)使燃烧物冷却,让燃烧物的温度降低到着火点以下。



图4-7 灭火的几种方法



图4-8 灭火与自救

易燃物或易爆物在遇到明火、高温或撞击时,极易发生燃烧或爆炸。因此,为了生命、财产的安全,在生产、运输、使用、储存易燃物和易爆物时,一定要严格遵守有关规定,要严禁烟火,防止撞击和高温,绝不允许违章操作。在油库、面粉加工厂、棉纺厂、化工厂和煤矿的矿井内,都要备有防爆器材,设立安全措施。这

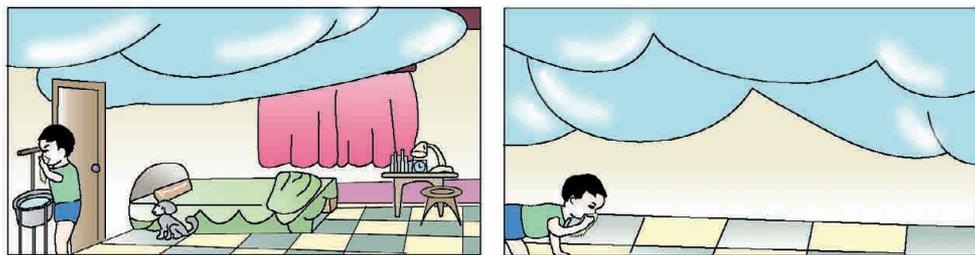
是因为这些地方的空气中常混有可燃性气体、粉尘和棉絮等,一旦接触明火,就有发生爆炸的危险。

储存易燃物和易爆物的厂房和仓库要配备消防器材,并要有明显的安全标志。



图4-9 几种消防安全标志

一旦发生火险,不要惊慌,要沉着应付。如果火势很小,根据起火原因,可以用适当的灭火器材和方法将它扑灭;火势较大,有蔓延的可能,就应沿着疏散通道迅速离开火场,并拨打火警电话 119 求救。当被困在火灾区时,要冷静地根据具体情况,采取相应的措施自救,如用湿毛巾或口罩捂住口鼻,低下身子沿墙壁或贴近地面跑出火灾区,到窗口呼救等。



烟大时,用湿毛巾捂住嘴和鼻子

在有烟雾的地方要蹲下或匍匐前进

图4-10 遭遇火灾时的自救方法



### 交流与讨论

灭火要使用灭火器材,常用的灭火器材有泡沫灭火器、干粉灭火器和液态二氧化碳灭火器等。请查看你校配备了哪种灭火器,了解它的使用方法和适用范围,并与同学交流。

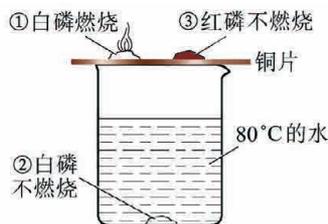


## 练习与实践

1. 下列有关燃烧与灭火的说法正确的是 ( )。

- A. 为防止森林大火蔓延可开挖隔离带,其目的是将可燃物与火隔离
- B. 房屋失火,消防队员用水灭火是为了降低可燃物的着火点
- C. 汽油放置在空气中没有燃烧是因为汽油不是可燃物
- D. 用灯帽盖灭酒精灯,是为了降低可燃物的温度

2. 为探究物质的燃烧条件,某同学进行了如右图所示的实验,下列有关说法正确的是 ( )。



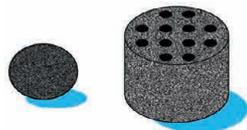
- A. 现象①②说明物质燃烧需要达到一定的温度
- B. 现象②③说明物质燃烧需要氧气
- C. 现象③说明红磷不是可燃物
- D. 现象①③说明白磷的着火点比红磷的着火点低

3. 寒冷的冬季,常有人在房间里放置一个燃烧木炭的火盆取暖。请你谈谈采用这种方式取暖应注意的问题。

4. 为了安全,交通管理部门规定旅客乘坐车、船时,严禁随身携带易燃易爆物品。请列举一些你所知道的易燃易爆物品。

5. 室内起火时,为什么不能急于打开门窗?请说明其中的道理。从火灾现场逃生时,常用湿毛巾捂住鼻子和嘴。你知道这一做法的理由吗?

6. 家庭用煤经过从“煤球”到“蜂窝煤”的变化。以前人们把煤粉加工成略大于乒乓球的球体,后来把煤粉加工成圆柱体,并在圆柱内打上一些孔。请你说说这种变化的优点是什么。



“煤球”与“蜂窝煤”

7. 请你从燃烧获取能量和保护环境两个方面,谈谈燃料完全燃烧的重要性。使燃料完全燃烧的条件是什么?

8. 许多工厂特别是化工厂,工人上班、来人参观都会被告知:“不允许穿鞋底带铁钉的鞋子。”你知道这是为什么吗?

## 第2节

# 化学反应中的质量关系

物质发生化学变化都有新物质产生,同时还伴随着能量的释放或吸收。那么,在化学变化中物质的质量发生变化吗?



### 交流与讨论

火柴燃烧后只余下少许灰烬。化学变化中物质质量变小了吗?  
薄铜片在火焰上加热,表面变黑,质量增大。化学变化中物质质量变大吗?



要回答上述问题,我们要从定量的角度认识和研究化学变化,揭示化学反应的规律。

本节将通过科学探究来认识化学反应中各物质质量之间的关系。



### 活动与探究

#### 提出问题

参加化学反应的各物质都发生了变化,并有新物质生成。那么,参加反应各物质质量总和与反应生成的各物质质量总和相比较,是否发生了变化?

#### 猜想与假设

人们根据平时的观察和已有的知识与经验,可以提出三种猜想:

1. 发生了变化,反应生成的各物质的质量总和大于参加反应的各物质的质量总和;

2. 发生了变化,反应生成的各物质的质量总和小于参加反应的各物质的质量总和;

3. 没有变化,反应生成的各物质的质量总和等于参加反应的各物质的质量总和。

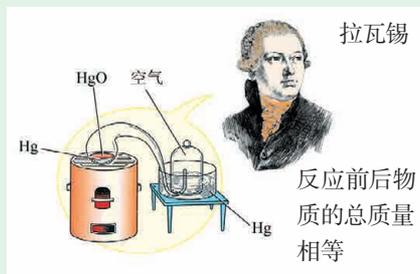
你的猜想是什么? \_\_\_\_\_

### 收集证据

建议你通过查阅资料和联系已学知识,并通过实验收集有关证据。

早在 300 多年前,化学家们就对化学反应进行定量研究。1673 年,英国化学家波义耳 (Robert Boyle, 1627—1691) 在一个敞口的容器中加热金属,结果发现反应后容器中物质的质量增加了。

1777 年,法国化学家拉瓦锡用较精确的定量实验法,在密封容器中研究氧化汞的分解与生成中各物质质量之间的关系,得到的结论是: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。



后来,人们利用先进的测量仪器做了大量精度极高的实验,确认拉瓦锡的结论是正确的。从此,质量守恒定律被人们所认识。

读了上述资料你有什么想法? 你能得到什么结论?

### 实验探究

建议你参考下列实验图示设计并进行实验、观测和记录,再根据实验现象和结果得出结论。



图4-11 氢氧化钠溶液与硫酸铜溶液反应

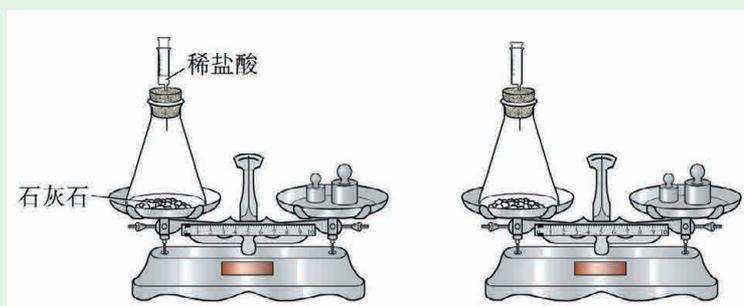
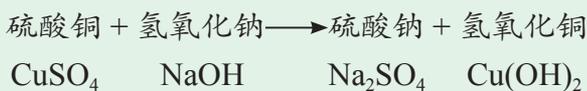


图4-12 碳酸钙与盐酸反应



实验现象：

实验 1 \_\_\_\_\_

实验 2 \_\_\_\_\_

结论和反思

结论：\_\_\_\_\_

反思：

1. 实验中要注意哪些问题？ \_\_\_\_\_

2. 从化学变化的本质如何解释得到的结论？ \_\_\_\_\_

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。这个规律叫做质量守恒定律（law of conservation of mass）。



## 交流与讨论

1. 某同学定量研究化学反应,发现木炭燃烧后质量减小了;铁钉生锈后质量却增加了。这些现象与质量守恒定律有矛盾吗?

2. 为什么“参加化学反应的各物质的质量总和等于反应生成的各物质的质量总和”呢?你能根据构成物质的微粒在化学反应中的变化对质量守恒定律作出解释吗?请以金属镁和氧气的反应为例,与同学进行讨论。

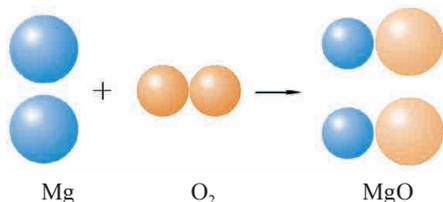


图4-13 化学变化是反应物的原子重新组合转变成生成物的过程

镁 + 氧气  $\xrightarrow{\text{点燃}}$  氧化镁

$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$

原子数: 氧原子:2 氧原子:2

镁原子:2 镁原子:2

相对质量:  $24 \times 2 + 16 \times 2 = 80$   $2 \times (24 + 16) = 80$

在化学变化中:

反应前后原子种类和数目不变、原子质量不变



质量守恒

在化学变化中,组成物质的元素种类不变,各元素的原子数目和质量也不变。因此,所有化学反应都遵循质量守恒定律。



## 练习与实践

1. 把干燥的二氧化碳气体通入盛有石灰水的小烧杯中,若称得烧杯内物质的总质量增大 2.5 g,那么被吸收的二氧化碳气体是多少克?你是怎么推算的?

2. 比较下列物质的质量大小,用“>”“=”或“<”填写空白。

(1) 木材燃烧,余下灰烬的质量 \_\_\_\_\_ 原木材的质量。

(2) 铜丝在火焰上灼烧,灼烧后的“铜丝”质量 \_\_\_\_\_ 原铜丝的质量。

(3) 加热高锰酸钾,剩余固体的质量 \_\_\_\_\_ 原高锰酸钾的质量。

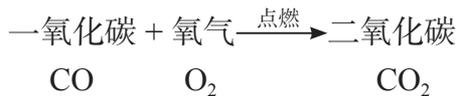
3. 某物质在氧气中燃烧后只生成二氧化碳和水,该化合物中一定含有 \_\_\_\_\_ 元素。

4. 请设计一个实验,证明普通纸张中含有碳元素。

## 第3节

# 化学方程式的书写与应用

在本节学习之前,我们用文字表达式来描述化学变化。如一氧化碳燃烧生成二氧化碳的化学反应可以表示为:



用文字表达式表示化学反应没有体现出物质在化学反应中的质量关系。怎样更简便、更完整地记录和描述化学反应中质量的变化呢?

### 一、化学反应的表示方法



#### 观察与思考

下列3种方式都能表示铁在氧气中的燃烧。你认为哪种方式能准确而又简便地描述这一反应?

(1) 铁在氧气中燃烧生成四氧化三铁

(2) 铁 + 氧气  $\xrightarrow{\text{点燃}}$  四氧化三铁

(3)  $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$

像(3)式那样用化学式来表示化学反应的式子叫**化学方程式**(chemical equation)。怎样依据化学反应事实正确书写化学方程式呢?



#### 活动与探究

通过下面的活动,我们将学习如何正确书写化学方程式。

1. 下面给出了你非常熟悉的几个化学变化的文字表达式,请你用

化学式表示其中的物质。

(示范) 铁 + 氧气  $\xrightarrow{\text{点燃}}$  四氧化三铁



(1) 水  $\xrightarrow{\text{通电}}$  氢气 + 氧气

\_\_\_\_\_。

(2) 二氧化碳 + 氢氧化钙  $\longrightarrow$  碳酸钙 + 水

\_\_\_\_\_。

2. 根据反应前后原子的种类和数目不变的原理,在反应物和生成物的化学式前配上适当的化学计量数,使上述(1)、(2)反应前后各种元素的原子个数相等,并将短线改成等号,这个过程称为化学方程式的配平。

(示范)  $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$

(1) \_\_\_\_\_。

(2) \_\_\_\_\_。

3. 将化学反应中的条件[例如点燃、加热(常用“ $\Delta$ ”表示)、光照、通电和催化剂等]用文字或符号在“等号”上面注明。如反应中有气体放出或在溶液中有沉淀生成,就在生成的气体或沉淀物化学式的右边分别用“ $\uparrow$ ”或“ $\downarrow$ ”标明。

(示范)  $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$



(1) \_\_\_\_\_。

(2) \_\_\_\_\_。

书写化学方程式应遵循的原则:

- (1) 以客观事实为依据;
- (2) 符合质量守恒定律。

书写化学方程式,首先要正确书写实际参加反应的物质与生成的物质的化学式,并注明反应需要的条件,反应中如有气体放出、沉淀生成,须用符号标明;其次,要依据质量守恒定律,通过配平使化学方程式两边各种元素的原子数相等。



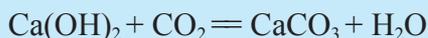
### 观察与思考

观察下列化学方程式书写中的常见错误例子,找出错误并改正。

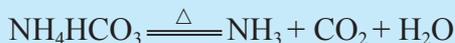
1. 一氧化碳在氧气中燃烧:



2. 将二氧化碳通入澄清石灰水中:



3. 碳酸氢铵 ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ) 加热分解生成氨气 ( $\text{NH}_3$ )、二氧化碳和水:



4. 铝在空气中与氧气反应生成氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ):



## 二、依据化学方程式的计算

在日常生活和工农业生产中,人们经常需要研究化学变化中物质之间的质量关系,以便更好地认识、控制和应用化学反应。例如,炼铁厂需要知道为了完成一定量铁的生产任务,需要投入多少铁矿石、多少焦炭等;实验室中制备一定量的氧气需要知道要使用多少高锰酸钾等。

依据化学方程式可以定量认识化学反应中物质之间的质量关系。



### 联想与启示

一个化学方程式不仅表示了该化学反应的事实,还表示了反应中各物质之间的质量关系。如:



物质的质量比:  $2 \times 2 : 32 : 2 \times 18$

上述化学方程式表示:

(1) 氢气在氧气中燃烧生成水的事实;

(2) 每 2 个氢分子与 1 个氧分子反应生成 2 个水分子,  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  的分子数之比为 2 : 1 : 2;

(3) 每 4 份质量的氢气与 32 份质量的氧气完全反应生成 36 份质量的水,  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  的质量之比为 1 : 8 : 9。

请你思考: 在  $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$  反应中, \_\_\_\_\_ 份质量的一氧化碳与 \_\_\_\_\_ 份质量的氧气反应生成 \_\_\_\_\_ 份质量的二氧化碳, 反应中  $\text{CO}$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$  的质量之比为 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_。



$$\frac{204}{108} = \frac{10 \text{ t}}{x}$$

$$x = \frac{108 \times 10 \text{ t}}{204} = 5.3 \text{ t}$$

答：最多可生产 5.3 t 铝。

解二：已知电解过程中，氧化铝中的铝元素全部转化为单质铝。  
氧化铝中铝元素的质量分数为：

$$\frac{2 \times 27}{2 \times 27 + 3 \times 16} \times 100\% = 53.0\%$$

10 t 氧化铝中含铝的质量：

$$10 \text{ t} \times 53.0\% = 5.3 \text{ t}$$

答：最多可生产 5.3 t 铝。



### 练习与实践

1. 写出下列反应的化学方程式。

(1) 氢气在空气中燃烧。

(2) 镁在氧气中燃烧。

(3) 用碳酸钙与稀盐酸反应制备少量二氧化碳。

(4) 碱式碳酸铜  $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$  加热分解生成二氧化碳、氧化铜和水。

(5) 乙炔 ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) 在空气中燃烧生成二氧化碳和水。

2. 写出电解水的化学方程式，从该化学方程式中你可以获得哪些信息？

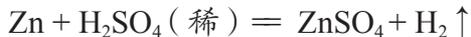
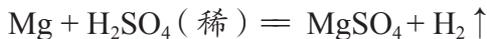
3. 将 6 g 碳完全燃烧，参加反应的氧气质量是多少？

4. 工业上用电解氯化镁的方法生产金属镁：



电解 950 kg 氯化镁至多能生产多少千克金属镁？同时能得到多少千克氯气？

5. 已知锌、镁与稀硫酸反应的化学方程式为：



相同质量的锌和镁分别与足量的稀硫酸反应，产生氢气的质量比是多少？

# 基础实验3

## 物质燃烧的条件

### 实验目的

1. 通过实验探究物质燃烧所需要的条件；
2. 通过实验和讨论,总结灭火的方法；
3. 逐步建立安全用火的意识,了解日常生活中常用的灭火方法。

### 实验用品

95% 酒精、蒸馏水、棉花球、玻璃棒 (或石棉绒)、小蜡烛、小木条、小煤块；坩埚钳、酒精灯、火柴、玻璃杯等。

### 实验过程

按要求完成以下实验,观察实验现象,并完成实验记录。

实验内容	实验现象	实验结论
(1) 用玻璃棒分别蘸取 95% 酒精、蒸馏水,置于酒精灯火焰上,观察两种物质是否可以燃烧		
(2) 用坩埚钳分别夹取一小团棉花球、玻璃棒 (或石棉绒),放到酒精灯火焰上,观察两种物质是否可以燃烧		
(3) 分别点燃两支蜡烛,竖直放在平整的桌面上,将其中一支蜡烛用透明的玻璃杯罩住 (尽量使玻璃杯口与桌面间不留空隙)		
(4) 观察、比较使小木条和小煤块燃烧所需要的时间		

### 问题讨论

1. 结合你在上述实验中所观察到的现象和得到的结论,试着总结燃烧所需要的条件。
2. 请列举日常生活中常用的灭火方法,并试着说明其灭火原理。
3. 为了更好地研究燃烧的条件,你觉得还可以进行什么实验?



## 整理与归纳

学完本章后,你可以参考如下的问题或线索,与同学交流、讨论,并整理和归纳本章的学习内容。

● 燃烧能造福于人类,也能给人类带来灾难。你能体会到科学地利用和控制燃烧的重要性吗?

● 什么样的化学反应才能称为“燃烧”?试举例说明。

● 何为完全燃烧和不完全燃烧?试举例说明两者的差异。

● 你知道物质燃烧的条件和灭火的原理吗?在日常生活中,你是否已经树立“防火防爆”的安全意识?

● 你是否体会到“物质在化学反应前后所含的元素种类不变、原子个数不变”的事实?

● 你能从微观的角度来认识质量守恒定律吗?你能设计简单的实验来证明质量守恒定律吗?

● 你如何理解化学方程式体现了质量守恒定律?你能根据化学方程式进行简单的计算吗?有人说3 g 氢气和32 g 氧气混合点燃,生成水的质量一定是35 g,你认为对吗?

## 本章作业

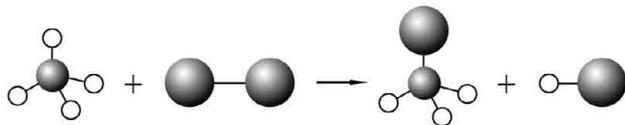


1. 给煤炉生火时,用于引火的木柴不宜紧密地堆在一起,而应该架空放置。请说明这样做的目的。

2. 下列灭火方法不恰当的是( )。

- A. 酒精灯不慎打翻起火,立即用湿抹布扑灭
- B. 图书档案起火,用二氧化碳灭火器扑灭
- C. 炒菜时油锅中的油不慎着火,可用锅盖盖灭
- D. 油库着火,用水浇灭

3. 已知某两种物质在光照条件下能发生化学反应,其微观示意图如下,图中相同小球代表同种原子,原子间的短线代表原子的结合。下列从图示获得的信息中正确的是( )。



- A. 图示中共有 3 种不同的分子
- B. 图示反应符合质量守恒定律
- C. 该反应没有单质参加
- D. 说明化学反应中分子不可分

4. 乙醇(用 X 表示)完全燃烧的化学方程式为  $X + 3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2 + 3H_2O$ 。试推断乙醇的化学式是( )。

- A.  $C_3H_8$
- B.  $C_2H_6$
- C.  $C_2H_6O$
- D.  $C_4H_6O_2$

5. 用化学方程式表示下列变化,并指出其中有哪些属于化合反应,哪些属于分解反应。

(1) 生石灰(CaO)和水反应生成熟石灰[Ca(OH)<sub>2</sub>]。

(2) 铁丝在氧气中点燃,生成四氧化三铁(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)。

(3) 将二氧化碳通入澄清石灰水中,出现浑浊。

(4) 双氧水(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)分解,生成水并放出氧气。

(5) 氢气在加热条件下使氧化铜(CuO)还原为铜,同时生成水蒸气。

6. 二氧化碳是常用的灭火剂,但金属镁着火却不能用二氧化碳扑救,因为镁可以在二氧化碳中继续燃烧,生成氧化镁和碳单质。试写出镁在二氧化碳气体

中燃烧的化学方程式。

7. (1) 高温煅烧贝壳（主要成分是碳酸钙）可以生成氧化钙和二氧化碳。现煅烧含有 500 kg 碳酸钙的贝壳，最多可得到氧化钙多少千克？

(2) 要使多少克水完全电解才能得到 100 L 氢气（密度为  $0.09 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ）？

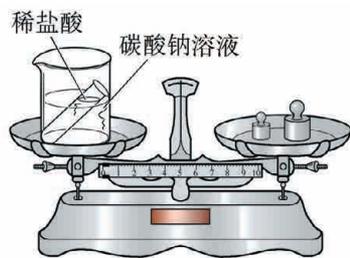
8. 化学兴趣小组为了测定一批石灰石样品中碳酸钙的质量分数，取用 2 g 石灰石样品，把 20 g 稀盐酸（氯化氢的水溶液）分 4 次加入样品中（样品中除碳酸钙外，其余成分既不与盐酸反应，也不溶解于水），充分反应后经过滤、干燥等操作，最后称量，得实验数据如下：

稀盐酸的用量	剩余固体的质量
第一次加入 5 g	1.5 g
第二次加入 5 g	1.0 g
第三次加入 5 g	0.5 g
第四次加入 5 g	0.3 g

(1) 从以上数据可知，这四次实验中，第 \_\_\_\_\_ 次石灰石样品中碳酸钙已完全反应。

(2) 求石灰石样品中碳酸钙的质量分数。

9. 有人设计如右图所示的实验来验证质量守恒定律：把装有稀盐酸的小试管放入盛有碳酸钠溶液的烧杯中，将烧杯放到托盘天平上，用砝码平衡。取下烧杯并将其倾斜，使两种溶液混合，发生反应，再把烧杯放到天平上，观察天平是否平衡（碳酸钠和盐酸反应生成氯化钠、水和二氧化碳）。



你认为上述实验设计是否合理？请说明理由。若不合理，应如何改进？

10. 火力发电厂用石灰石浆吸收废气中的二氧化硫，以防止污染环境，其反应的化学方程式为  $2\text{CaCO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$ 。若 1 000 g 废气中含有 1.6 g 二氧化硫，这些二氧化硫可以和多少克碳酸钙反应？

## 第 5 章 金属的冶炼与利用



金属矿物是宝贵的自然资源,通过冶炼可以得到金属单质。金属材料对人类的生产生活和社会发展有着极其重要的作用。通过本章学习,我们可以了解有关的知识:

- 1 常见金属有哪些性质;
- 2 合金有哪些特点和用途;
- 3 金属冶炼的化学原理是什么;
- 4 金属防护和废旧金属回收有何意义。

在本章中,你还需要完成一项基础实验:  
基础实验 4: 常见金属的性质。

# 第1节

## 金属的性质和利用

金属 (metal) 是一类重要的材料, 人类的生活和生产都离不开金属。了解金属的性质, 对科学地利用金属材料是十分重要的。



### 你已经知道什么

你知道哪些金属? 见过哪些金属? 把它们的名称和元素符号写在表 5-1 中。

表 5-1 金属元素的名称和符号

我知道的	金属名称					
	元素符号					
我见过的	金属名称					
	元素符号					

## 一、金属的性质

### 1. 金属的物理性质



### 交流与讨论

金属在生活、生产中的应用十分广泛。请与同学交流讨论, 总结金属的主要物理性质。

表 5-2 金属的某些物理性质及其应用

金属的应用	说明金属具有的物理性质

金属具有金属光泽和良好的导热性、导电性、延展性,常温下大多数金属为固体。



### 联想与启示

1. 为什么铁制锅铲需要加上木柄或塑料柄?
2. 银的导电性比铜好,一般情况下为什么不用银制造电线、电缆?
3. 选择铸造硬币的金属材料需要考虑哪些因素?

## 2. 常见金属的化学性质



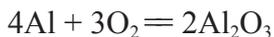
### 观察与思考

1. 回忆并描述镁在空气中燃烧,铁丝在氧气中燃烧的现象。
2. 分别把镁条、铁片(或铁丝)、铝片(或铝丝)和铜片(或铜丝)的表面用砂纸擦亮,然后按下表所列的项目进行实验(已做过的实验可不重复),记录实验现象,写出反应的化学方程式。

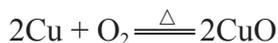
表 5-3 实验记录

实验内容	实验现象	化学方程式
镁条在空气中点燃		
铁片(或铁丝)在氧气中点燃		
铝片(或铝丝)在空气中加热		
铜片(或铜丝)在空气中加热		

在常温下,铝和氧气能发生反应,在铝表面生成一层致密的氧化铝膜。



在点燃或加热的条件下,镁、铁、铜等很多金属都能跟氧气化合生成金属氧化物。



### 活动与探究

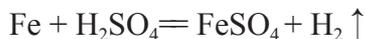
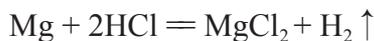
1. 分别把镁条、铁片和铜片(或铜丝)的表面用砂纸擦亮,放入稀盐酸(或稀硫酸)中,观察实验现象。若能反应,写出反应的化学方程式。

2. 在试管中加入少量硫酸铜溶液,把2~3枚无锈的新铁钉浸入硫酸铜溶液中,观察实验现象。写出反应的化学方程式。

表 5-4 实验记录

实验内容	实验现象	化学方程式

铜跟稀盐酸(或稀硫酸)不发生反应。镁和铁都能跟稀盐酸(或稀硫酸)反应,生成氢气和相应的化合物。



这些反应都是由一种单质跟一种化合物作用生成另一种单质和另一种化合物,这样的反应叫做置换反应(displacement reaction)。镁、铁与稀盐酸反应的剧烈程度不同,说明两种金属的活动性有差异。

铁单质与硫酸铜溶液作用,生成铜单质和硫酸亚铁溶液的反应也属于置换反应。我国早在西汉时期,在《淮南万毕术》一书中就写到“曾青得铁则化为铜”,意思是可溶性的铜的化合物与铁发生置换反应得到单质铜。这是现代的湿法冶金的先驱。





## 联想与启示

在常温下,锌能与稀盐酸(或稀硫酸)发生置换反应生成氢气。氢气密度比空气小,难溶于水。请设计一个简便的实验,用锌粒与稀硫酸反应制取少量氢气。

表 5-5 实验记录

反应原理	
实验装置	
实验步骤	

## 二、合金

金属是生活、生产中应用非常广泛的一类材料。金属材料具有各种特殊性能,因而具有广泛的用途。例如,制造飞机机翼的金属材料,需要有坚硬而质轻的特点;用于制造切割工具的金属材料,需要有很大的硬度;制造白炽灯灯丝的金属材料熔点要高;制造保险丝的金属材料熔点要低;制造化工生产设备的金属材料要耐腐蚀等。



图5-1 多种多样的合金制品

纯金属很难满足各种特殊要求。因此,人们在生产实践中制造出了许许多多具有特殊性能的“新型金属”——合金(alloy)。

合金是由一种金属跟其他金属(或非金属)熔合形成的有金属特性的物质。如人类历史上使用最早的青铜是由铜、锡等元素形成的合金。世界上最常见、应用很广的钢和生铁是由铁、碳等元素形成的合金。



## 拓展视野

### 生铁与钢

铁矿石在高炉中冶炼后,得到含有一定量碳、硫、磷和硅等元素的生铁。生铁的含碳量为2%~4.3%。生铁坚硬,韧性差,一般用于铸造。烧菜用的铁锅、暖气片、机床的底座等,大多是用生铁制造的。

把生铁放在炼钢炉中进一步冶炼,生铁中部分碳、硅、硫和磷经反应后形成炉渣或气体而被除去,便可以得到钢。钢的含碳量为0.03%~2%。钢较硬,有韧性、良好的延展性和弹性,机械性能好,可以锻、轧和铸造,性能比生铁优越。

钢铁的生产和使用是人类文明和社会进步的一个重要标志。早在春秋战国时期,我国就开始生产和使用铁器。公元1世纪时,铁在我国已经广泛使用。中华人民共和国成立以后,我国的钢铁工业得到飞速的发展。1949年,我国的钢产量只有15.8万吨,居世界第26位;1996年,我国的钢产量首次突破1亿吨,跃居世界第一;2014年,我国的粗钢产量达8.23亿吨。多年来,我国的钢铁产量连续保持世界第一。

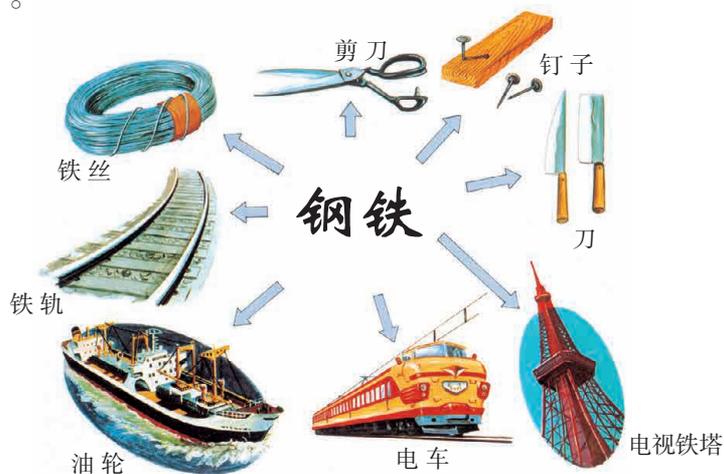


图5-2 钢铁的用途

通常所说的“金属材料”,既包括各种纯金属,也包括各种合金。



图5-3 金属材料的应用

### 活动与探究

1. 取一段保险丝,试试能不能用手将它弯曲,是不是容易被折断。
2. 某种保险丝是用武德合金制成的,熔点约为  $69\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。其组成金属的熔点分别为铋 ( $271\text{ }^{\circ}\text{C}$ )、铅 ( $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ )、锡 ( $232\text{ }^{\circ}\text{C}$ )和镉 ( $321\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。比较武德合金与其组成金属的熔点差异,对此你有什么想法?

合金具有许多良好的物理、化学和机械性能。合金的硬度一般比各成分金属大,多数合金的熔点低于组成它的成分金属。调整合金的组成比例和改变合金的形成条件,可以制成性能不同的各种合金。

目前,合金的品种已不下万种,远远超出金属自身的种类。合金的制造大大拓宽了金属材料的应用范围和使用价值。

### 交流与讨论

合金材料的应用十分广泛。你知道哪些具体的合金材料及应用?请与同学交流。

表 5-6 一些常见合金的特性和用途

名称	主要组成元素	特性	用途
黄铜	铜、锌	坚硬、耐腐蚀	制造机器零件、电器零件等
青铜	铜、锡	耐腐蚀、易铸造成形	制造形状复杂的铸件、精致的工艺品、塑像等
硬铝	铝、铜、镁、锰	质轻而坚硬	制造飞机、汽车,作建筑材料等
焊锡	锡、铅	熔点低、能粘接金属	焊接电子元件、金属片等
不锈钢	铁、铬、镍	耐腐蚀	制医疗器械、化工设备、日用品等
碳素钢	铁、碳	坚硬	作建筑材料,制造机器零件、铁轨、船舶、桥梁等
武德合金	铋、铅、锡、镉	熔点低	制电路保险丝、自动灭火和防爆安全装置等



## 拓展视野

### 几种合金

**不锈钢** 不锈钢是指含铬 13% 以上的铁合金。最常见的不锈钢含有 18% 的铬和 8% 的镍。这种合金在空气中较稳定,不容易生锈,能够长久保持其银白色金属光泽。但在某些情况下(如在海水中),不锈钢仍然会被腐蚀。所以,不锈钢并不是绝对不会生锈,只不过是它的“自我保护能力”比较强而已。

**形状记忆合金** 形状记忆合金是指具有特殊的形状记忆功能的合金。从组成上看,有的是镍钛合金,有的是以铜为主或以其他金属为主



图5-4 浴缸中的不锈钢材料

的合金。用形状记忆合金做成的金属丝,即使被揉成一团,但只要达到一定的温度,就能在瞬间恢复原来的形状。这类合金被广泛地用于卫星、航空、生物工程、医疗、能源和自动化等方面。



图5-5 形状记忆合金

**高温合金** 在高温下,仍能保持其较高强度的合金叫高温合金。它主要用于制造飞机和航天飞行器的关键部件。

**储氢合金** 储氢合金是指能在室温下吸收氢气,稍稍加热即能很快放出氢气的合金。它是以镁或稀土金属为主形成的合金。氢气是21世纪要开发的新能源之一。储氢合金不但能解决氢气的储存和输送问题,而且可用于氢气的回收、分离和净化等方面。



图5-6 涡轮机叶片是用高温合金制成的



### 练习与实践

1. 用线段将下列物质与有关的描述连接起来。

青铜	不易生锈的铁合金
不锈钢	会生锈
硬铝	人类最早使用的合金
铁	质轻、强度高

2. 人类利用铁、铝、铜三种金属的年代先后顺序是( )。

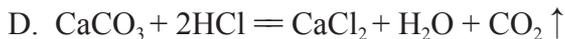
A. 铜、铁、铝    B. 铁、铝、铜    C. 铝、铜、铁    D. 铁、铜、铝

3. 下列关于铁、铝、铜的说法正确的是( )。

A. 都是银白色的金属    B. 都能与稀硫酸反应  
C. 都能与氧气反应    D. 都能被磁铁吸引

4. 下列反应属于置换反应的是( )。

A.  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$   
B.  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$



5. 下列关于生铁和钢的叙述正确的是 ( )。

- A. 生铁和钢都是纯净物
- B. 生铁是铁和碳的化合物
- C. 生铁是炼钢的主要原料
- D. 生铁和钢都是铁的单质

6. 下列物质不属于合金的是 ( )。

- A. 黄铜
- B. 硬铝
- C. 不锈钢
- D. 氧化铁

7. 下列物质不属于金属材料的是 ( )。

- A. 青铜
- B. 铁矿石
- C. 焊锡
- D. 铜

8. 判断下列说法是否正确 (正确的在括号内打“√”,错误的打“×”)。

- (1) 合金中一定不含有非金属。 ( )
- (2) 硫酸铜溶液不能用铁制容器盛放。 ( )
- (3) 不锈钢是永不生锈的钢铁。 ( )
- (4) 通常情况下铝制品耐腐蚀,是因为铝不易发生化学反应。 ( )

9. 合金具有许多特殊的性能,合金的硬度一般比各成分金属的硬度 \_\_\_\_\_,多数合金的 \_\_\_\_\_ 低于组成它的成分金属。

10. 回答下列有关金属性质的问题。

- (1) 油罐车的尾部经常有一条铁链拖到地面上,这是利用了铁的 \_\_\_\_\_ 性;
- (2) 铁和铝都可以用来制作炊具,这是利用了铁和铝的 \_\_\_\_\_ 性;
- (3) 用金属钨做白炽灯的灯丝,这是利用了钨的 \_\_\_\_\_ 性;
- (4) 铝能制成很薄的铝箔,这是利用了铝的 \_\_\_\_\_ 性。

11. 在日常生活中,用于制作导线的紫红色金属是 \_\_\_\_\_;家用热水瓶内胆壁的银白色金属是 \_\_\_\_\_;体温计中填充的金属是 \_\_\_\_\_。

12. 根据下列现象写出发生反应的化学方程式。

- (1) 镁与稀硫酸反应有气体放出: \_\_\_\_\_;
- (2) 铁与硫酸铜溶液反应有铜析出: \_\_\_\_\_;
- (3) 铜丝在空气中加热变黑: \_\_\_\_\_。

## 第2节

# 金属矿物 铁的冶炼

各种各样的金属大多数是通过冶炼金属矿物得到的。合理开发利用金属矿物资源,需要了解各类金属矿物和常见的冶炼方法。

### 一、常见的金属矿物

金属元素在自然界中分布很广,除极少数不活泼的金属(如铂、金、银等)有单质存在外,其余大多数以化合物存在。金属化合物在自然界中以矿物的形式存在。含有矿物的岩石称为矿石。

铁的矿物主要有赤铁矿、磁铁矿、菱铁矿和黄铁矿等。铜的矿物主要有黄铜矿、孔雀石、斑铜矿和赤铜矿等。铝的矿物主要有铝土矿和明矾石等。



图5-7 地壳中金属元素的含量(质量分数)

用金属矿石可以冶炼金属。使金属矿物变成金属的过程,叫做金属的冶炼。



#### 交流与讨论

你知道学校所在地区(或家乡)有哪些金属矿物?能识别它们吗?请收集矿石标本,并跟同学交流。



赤铁矿( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )



褐铁矿( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ )



黄铁矿( $\text{FeS}_2$ )



磁铁矿( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )



孔雀石 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$



赤铜矿( $\text{Cu}_2\text{O}$ )

图5-8 一些金属矿物

## 二、铁的冶炼

铁(iron)在自然界中分布很广,在地壳中含量居所有金属元素的第二位,仅次于铝,占地壳总质量的4.75%。我国辽宁鞍山、湖北大冶、四川攀枝花等地都有大型铁矿。



### 观察与思考

怎样用铁矿石炼铁?我们通过实验来研究铁冶炼的化学原理。

在图5-9所示装置的硬质粗玻璃管中,放入少量氧化铁粉末,先通入一氧化碳,排出装置内的空气后,再点燃酒精喷灯加热玻璃管中的氧化铁,当红棕色粉末变成黑色时停止加热。玻璃管内物质冷却后,停止通入一氧化碳,观察石灰水有什么变化。把得到的黑色粉末倒在白纸上观察,试验它能不能被磁铁吸起,并将黑色粉末加入稀盐酸中,观察实验现象。判断反应中生成了什么物质。



图5-9 一氧化碳与氧化铁的反应

上述反应就是工业炼铁的主要原理,其化学方程式为:



高炉是工业炼铁的主要设备。把铁矿石跟焦炭、石灰石一起加入高炉,从下方通入热空气,焦炭燃烧,生成的二氧化碳与焦炭在高温下反应生成一氧化碳气体,一氧化碳跟氧化铁在高温下反应生成铁(图5-11)。通过高炉炼得的铁为生铁,仍含有少量杂质。



图5-10 炼铁厂



图5-11 炼铁高炉的结构



### 交流与讨论

1. 上述一氧化碳与氧化铁反应的实验中,对实验操作顺序有哪些具体要求?试说明理由。
2. 某钢铁公司用 490 万吨含氧化铁 60% 的赤铁矿石炼铁,所得到的生铁中最多含铁多少万吨?

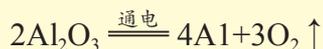


### 拓展视野

#### 金属的冶炼方法

许多金属(如锰、锌、铁、镍和铅等)的冶炼,是把它们的矿物跟焦炭或氢气、一氧化碳等物质一起加热反应。

有些金属(如钠、钾、镁和铝等)很难从其矿物中提取出来。为了制得这些金属,需要用电解的方法。例如,在一定条件下,从氧化铝制金属铝就需要使用电解的方法。

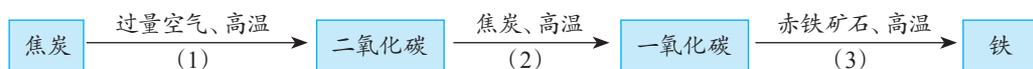


通常把金属(如铁)跟氧结合生成金属氧化物(如氧化铁)的过程称为金属的氧化(oxidize)。金属氧化物跟焦炭、氢气和一氧化碳等物质反应,失去氧转化为金属的过程,称为金属氧化物的还原(reduction)。



## 练习与实践

- 下列各组中的元素都是金属元素的是 ( )。
  - Fe、Cu、Si、Zn
  - Ag、Cu、Al、S
  - Fe、Cu、Ag、Zn
  - Na、Al、Hg、P
- 下列金属矿物中,主要成分属于氧化物的是 ( )。
  - 菱铁矿(主要成分  $\text{FeCO}_3$ )
  - 铝土矿(主要成分  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
  - 黄铁矿(主要成分  $\text{FeS}_2$ )
  - 孔雀石[主要成分  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ]
- 下列叙述不属于铁的物理性质的是 ( )。
  - 铁能被磁铁吸引
  - 铁能抽成细丝
  - 铁质地较软,能传热导电
  - 铁丝能在氧气中燃烧
- 某炼铁厂用于高炉炼铁的主要原料是赤铁矿石、焦炭、空气等,主要反应过程如下图所示:



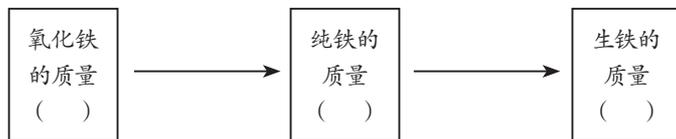
写出上述反应的化学方程式:

(1) \_\_\_\_\_;

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

(3) \_\_\_\_\_。

- 工业上用含氧化铁 480 t 的赤铁矿为原料炼铁,得到含杂质 4% 的生铁。据此填写下列框图中有关物质的质量,并写出完整的计算过程。



# 第3节

## 金属防护和废金属回收

金属锈蚀给人类带来了巨大的损失,为了减少损失,需要研究金属锈蚀的原因和防护的方法,寻求废金属回收利用的途径。



### 你已经知道什么

关于钢铁锈蚀,你可能知道一些事实,做过一些实验。把你知道的钢铁锈蚀的主要因素与同学交流。

## 一、钢铁的锈蚀及其防护



### 活动与探究

取 5 枚洁净无锈的铁钉,分别放入 5 支试管中(图 5-12),进行下面的实验(可以分小组提前在课外进行,完成后在课堂上向大家报告实验结果)。将观察到的实验现象记录在表 5-7 中。

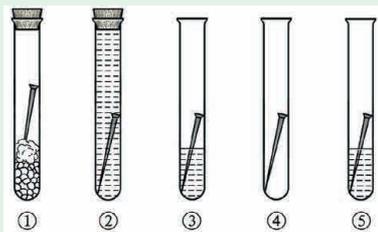


图5-12 铁钉锈蚀实验

1. 在试管①中加入少量干燥剂(生石灰或无水氯化钙),再放一团干棉球,把铁钉放在干棉球上,塞紧橡皮塞;
2. 在试管②中注满迅速冷却的沸水,使铁钉完全浸没,塞紧橡皮塞;
3. 在试管③中加入少量蒸馏水,使铁钉的一半浸没在水中;
4. 在试管④中加入稀硫酸或醋酸溶液,浸没铁钉后,倒去溶液;
5. 在试管⑤中加入少量氯化钠溶液,使铁钉的一半浸没在溶液中。

表 5-7 实验记录

试管	①	②	③	④	⑤
立即观察					
1 天后					
3 天后					
1 周后					

使铁发生锈蚀的主要因素有哪些？

铁在空气中锈蚀,实际上是铁跟氧气、水等物质作用,发生一系列复杂的化学反应,转化为铁的化合物的过程。稀硫酸、醋酸溶液和氯化钠溶液等物质存在时会加速铁的锈蚀。

铁锈成分复杂,主要是氧化铁。铁锈是一种疏松多孔的物质,能让空气中的氧气和水分穿过它的空隙,不断向内层渗透,持续跟铁反应,直至铁被完全锈蚀。



### 活动与探究

在切过咸菜的铁质菜刀同一面上选相近的三处进行下列实验:一处用湿棉球润湿;另一处用干布擦干;第三处用干布擦干后,涂上一层食用油。放置一昼夜,观察菜刀三处表面发生的变化。

人们通常采用在钢铁表面覆盖保护层的方法来防止钢铁生锈。例如,在车船的表面喷涂油漆,在机械表面涂防锈油,在脸盆、杯子等表面烧涂搪瓷等。此外,还可以在钢铁表面镀上一层能起保护作用的其他金属。例如,在钢铁表面镀锌、镀锡和镀铬。



### 交流与讨论

怎样才能防止钢铁锈蚀?请说出你的看法和你所知道的各种防锈方法,并与同学交流、讨论,然后尝试对这些方法进行分类。



## 拓展视野

### 铝的“自我保护”

铝 (aluminum) 比铁更容易跟氧气和其他物质发生化学反应。铝在空气中与氧气反应,生成的氧化铝形成一层致密而结实的膜覆盖在铝的表面,防止铝继续与氧气反应,从而起到“自我保护”的作用。

所谓“电化铝”,是指用特殊方法使铝表面形成加厚的氧化铝保护层的铝材料。



图5-13 “电化铝”制品

## 二、废金属的回收利用

废金属主要指冶金工业、金属加工业形成的金属碎屑和碎块,以及日常生活中锈蚀和报废的金属器具等。

20世纪末以来,由于高新技术产品更新换代加快,废弃的汽车以及电脑、电视机等电子产品越来越多,废金属的量急剧增加。废金属不但造成资源浪费,还会产生镉、汞等有毒金属对环境的污染。

回收利用废金属,是解决上述问题的方法之一。如果将废钢铁回炉冶炼成钢,跟用铁矿石冶炼钢相比,既可以节约大量的煤和铁矿石,又能减少污染空气的悬浮颗粒物。



图5-14 废金属

目前,全球钢产量的45%是通过对废钢的冶炼来完成的,全球铜产量的40%是通过对废铜的冶炼完成的。“十二五”期间,我国累计回收利用废钢铁4.4亿吨。目前,我国某些金属废料的回收利用技术已接近或达到国际先进水平。



## 活动与探究

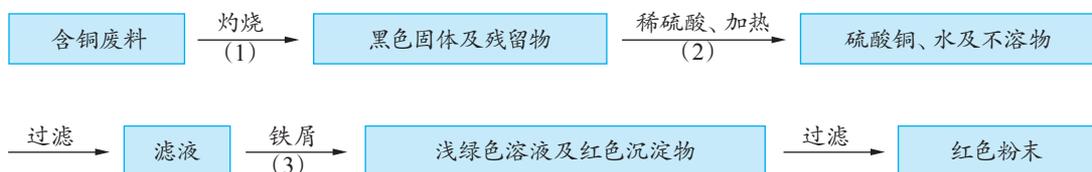
通过调查或查阅有关资料,了解:

1. 废金属会对环境产生哪些危害?
2. 调查当地(或你家中)有哪些废金属。估算一下在一年内当地(或你家中)大约可产生多少废金属,并了解废金属的回收和利用的情况(或提出回收利用的方案与建议)。



## 练习与实践

1. 在下列情况下,埋在地下的铸铁管道腐蚀最慢的是( )。
  - A. 在干燥、致密、不透气的土壤中
  - B. 在潮湿、疏松、透气的土壤中
  - C. 在潮湿、致密、不透气的土壤中
  - D. 在潮湿、疏松、透气的酸性土壤中
2. 为了防止钢铁制品锈蚀,下列做法不当的是( )。
  - A. 在铁制品表面镀上一层锌
  - B. 在车船的表面喷涂油漆
  - C. 将使用后的菜刀用布擦干
  - D. 用洗涤剂把铁制品表面的油膜洗净
3. 某市一家大型化工厂处理回收含铜废料的生产流程如下:



过程(1)得到的残留物不溶于水和稀硫酸;过程(2)是黑色固体与稀硫酸加热生成硫酸铜和水。请写出上述生产流程中与铜直接有关的化学方程式。

- (1) \_\_\_\_\_;
- (2) \_\_\_\_\_;

(3) \_\_\_\_\_。

4. 为研究铁制品生锈的条件,某小组调查了多种环境下铁制品的生锈情况,其结果如下表所示。

调查内容	掉漆的自行车	裸露的钢筋	涂油的无锈铁钉	镀铬铁质剪刀
生锈现象	风吹雨淋,掉漆部分容易生锈	一段时间后表面出现锈层	在较长时间内不生锈	在较长时间内不生锈

(1) 从调查中可知铁制品生锈的主要条件是:\_\_\_\_\_。

(2) 请根据生锈的条件,提出两条防止铁制品生锈的建议。

(3) 对因生锈而废弃的铁制品,你认为如何处理比较妥当?

5. 请查阅资料或通过调查研究说明某些废金属对环境的污染,写一篇小论文。

## 基础实验4

# 常见金属的性质

### 实验目的

1. 认识生活中常见金属的物理性质；
2. 实验探究金属的化学性质,初步理解金属活动性强弱；
3. 探究钢铁锈蚀的条件,了解在生产 and 生活中怎样防止钢铁生锈。

### 实验用品

镁条、铁钉、锌片、铝片、铜片、稀硫酸(稀盐酸)、食盐水、生石灰(或无水氯化钙)、蒸馏水等；

酒精灯、坩埚钳、石棉网、烧杯、试管(含橡皮塞)、砂纸、干电池、小电珠、导线、棉球等。

### 实验过程

#### 1. 金属的物理性质

通过下列实验,探究金属的物理性质,将观察到的现象记录在表格中,比较不同金属的物理性质。

(1) 观察镁条、铁钉、锌片、铝片和铜片的外观,并试试此金属样品是否容易被折弯、扭断；

(2) 用砂纸打磨金属样品,观察外观是否有变化；

(3) 用打磨好的金属样品和导线连接一节干电池和小电珠,观察小电珠是否发光,并依此判断该金属能否导电。

金属样品	外观(状态、颜色)	硬度	导电性
镁条			
铁钉			
锌片			
铝片			
铜片			

## 2. 金属的化学性质

通过下列实验,探究金属的化学性质,将观察到的现象记录在表格中,比较不同金属的化学性质的差异。

(1) 用坩埚钳分别夹持一小段镁条、铁钉、锌片、铝片和铜片,用酒精灯外焰加热,观察现象;

(2) 另取五支试管,分别加入一小段镁条、铁钉、锌片、铝片和铜片,并滴加稀硫酸(或稀盐酸)至金属样品完全浸没,观察现象。

金属样品	在酒精灯上加热的现象	在稀酸中的变化
镁条		
铁钉		
锌片		
铝片		
铜片		

## 3. 探究铁钉锈蚀的条件

参照第 127 页活动与探究所述的实验方法探究铁钉锈蚀的条件。将观察到的实验现象记录在表格中,归纳使铁钉发生锈蚀的主要因素。

试管	①	②	③	④	⑤
立即观察					
1 天后					
3 天后					
1 周后					

使铁钉发生锈蚀的主要因素有：

---

---

### 问题讨论

1. 举例说明常见的金属(镁、铁、锌、铝和铜)在生产、生活中的用途,并思考这些用途与金属的哪些性质有关。
2. 常见的金属(镁、铁、锌、铝和铜)导电性如何?为何常用铜丝制导线?
3. 根据对铁钉锈蚀条件的探究,请尝试提出一些防止铁制品锈蚀的办法。



## 整理与归纳

学完本章后,你可以参考如下的问题或线索,与同学交流、讨论,并整理和归纳本章的学习内容。

● 物质的性质决定物质的用途。你了解常见金属的实际应用与性质之间的关系吗?

● 你能描述常见金属在氧气中加热或燃烧的现象吗? 写出有关的化学方程式。

● 什么是置换反应? 请举例加以说明。

● 在金属中加入某些元素能形成合金。你能举例说明一些合金的组成元素和重要用途吗?

● 铝合金已被广泛用作建筑材料。你认为铝合金用作建材有哪些利弊?

● 怎样将铁矿石冶炼成生铁? 写出有关的化学方程式。

● 废弃金属会造成环境污染。举例说明怎样有效地回收和利用这些金属。

● 金属矿物和材料都是宝贵的资源,在工农业生产和日常生活的各个方面具有广泛的应用。作为一个公民,你在哪些方面体会到“珍惜资源,节约材料”的重要性?

● 通过本章的调查和实验探究活动,你有哪些收获?

# 本章作业



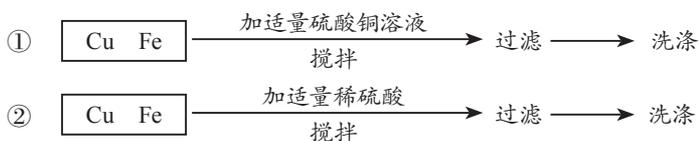
1. 焦炭(C)和一氧化碳都能在高温下跟铁矿石中的氧化铁反应,生成铁和二氧化碳。写出这两个反应的化学方程式,并判断这两个反应是否属于置换反应。

2. 观察并比较铁粉、铝粉和石墨粉(或铅笔芯粉),设计几种区别铁粉、铝粉和石墨粉这三种粉末的简单实验方法,分别说明这些方法应用了金属的哪些性质,并进行实验。

3. 黄铜是一种重要的金属材料,是铜和锌的合金,可以用于制造机器、电器零件及日常用品。为了测定某黄铜样品中铜的质量分数,取 10 g 该黄铜样品粉末加入到稀硫酸中,恰好完全反应,产生氢气 0.1 g。试求:

- (1) 该黄铜样品中锌的质量;
- (2) 该黄铜样品中铜的质量分数。

4. 为除去铜屑中的少量铁屑,某同学设计了以下两个实验方案:



(1) 写出两个实验方案中有关反应的化学方程式。

- ① \_\_\_\_\_,
- ② \_\_\_\_\_。

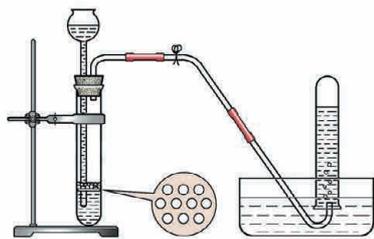
(2) 以上两个实验方案中,你选择的是 \_\_\_\_\_,理由是 \_\_\_\_\_。

(3) 你是否有更简便的方法? 写出你的做法,并与同学交流。

\_\_\_\_\_。

5. 某同学设计了用锌与稀硫酸反应制取氢气的实验装置,如右图所示。

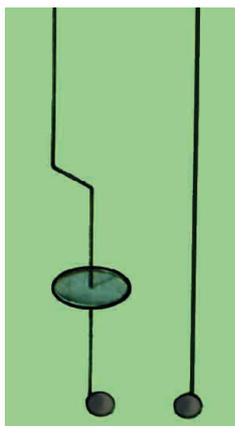
- (1) 如何检查该装置的气密性?
- (2) 金属锌在该装置中放置于何处?
- (3) 在点燃氢气前为什么要检验其纯度?
- (4) 使用该装置制取氢气有什么优点?



# 附录

## 附录一

### 中学化学实验常用仪器



燃烧匙



蒸发皿



托盘天平



铁架台和酒精灯



研钵



部分玻璃仪器



试管刷



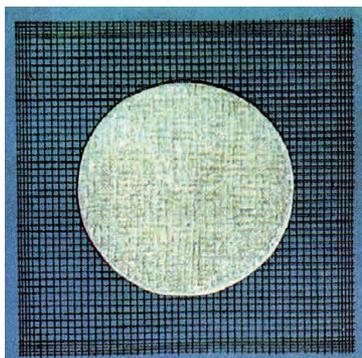
干燥器



药匙



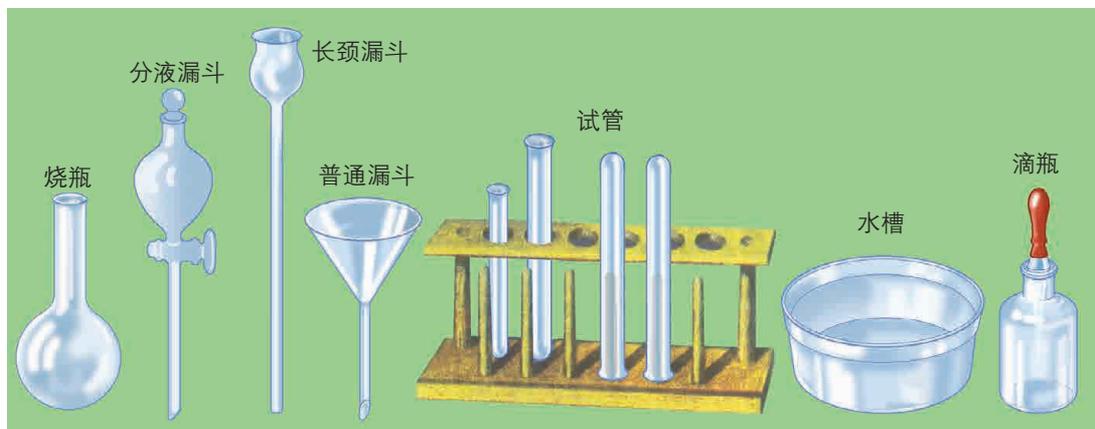
试管夹



石棉网

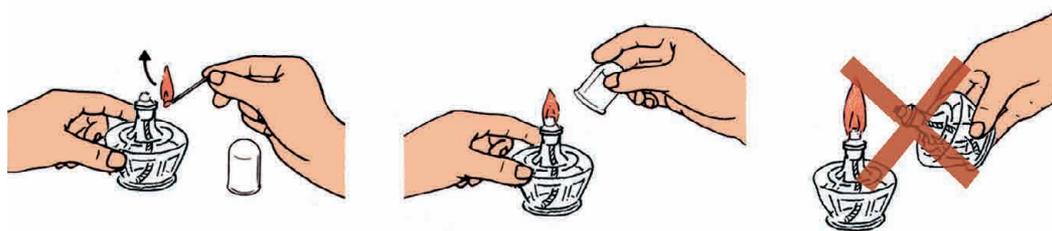


坩埚钳

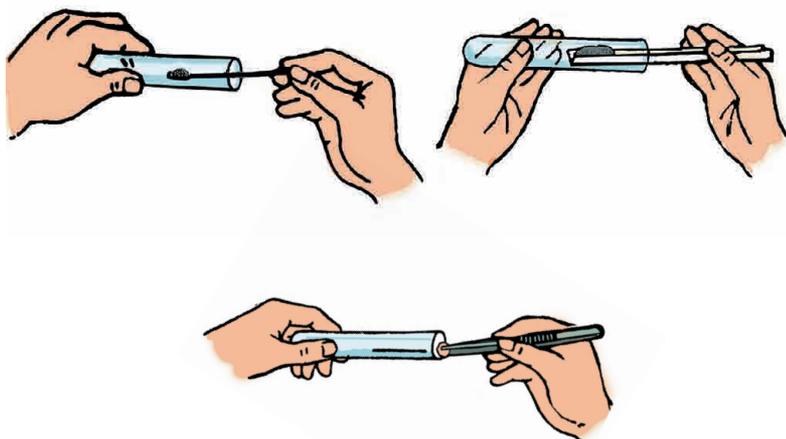


部分玻璃仪器

## 中学化学实验基本操作



酒精灯的使用



固体药品的取用

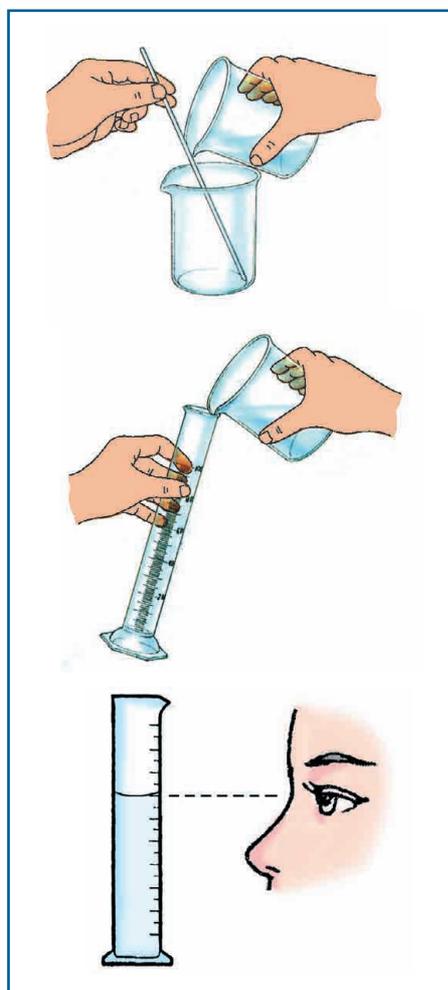
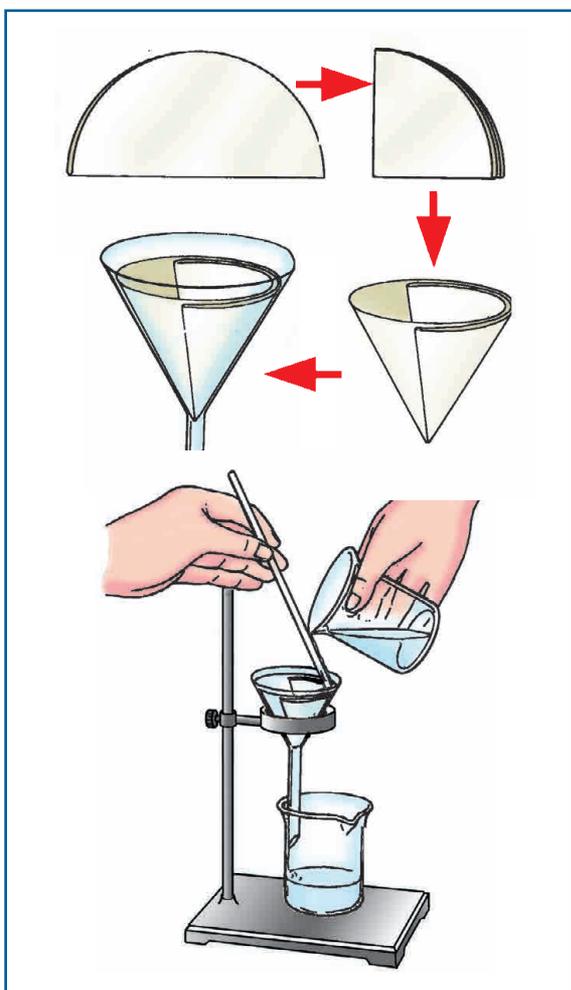
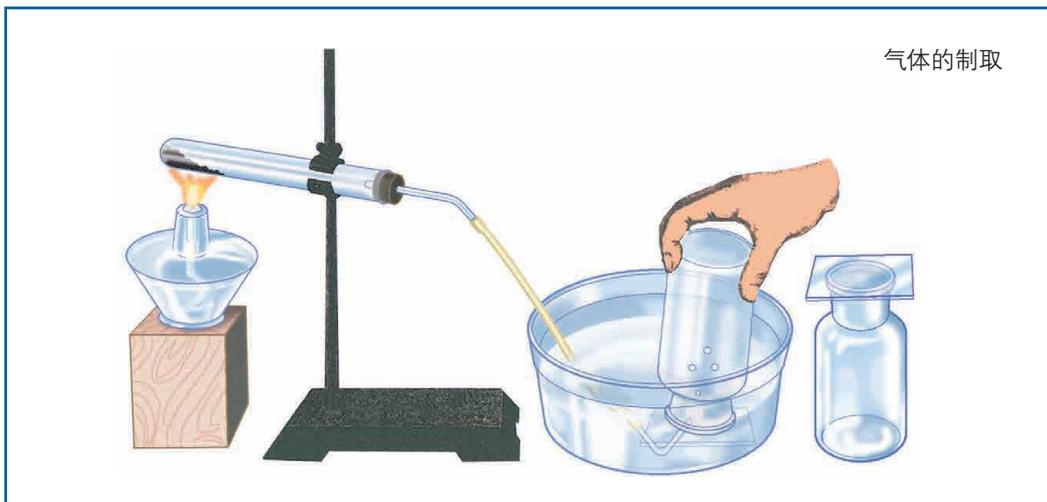


排水集气法



排空气集气法

气体的收集方法



## 附录二

### 学生实验规则和安全要求

为保证实验安全,养成良好的实验习惯,确保实验成功,减少实验排出的废气、废物对周围环境的污染,请同学们遵守如下实验规则和安全要求。

#### 一、化学实验规则

1. 上实验课前,要认真阅读实验说明,联系与实验有关的知识,做到理解实验目的,明确实验步骤和注意事项。

2. 在设计实验方案、选择实验所需要的仪器和药品时,要充分考虑实验安全。自行设计的实验方案,在征求教师的意见后再进行操作。

3. 每次实验时,要检查实验用品是否齐全。实验用品应摆放整齐有序。做实验时,要按照实验说明或实验方案规定的步骤和方法进行,注意安全,并实事求是地做好记录。实验需要几位同学协同进行时,要分工合作,互相配合,共同完成。

4. 实验完毕,要及时洗净器皿,整理好实验用品,擦净桌面,清理水槽。

5. 实验后要认真地整理记录,处理实验数据,分析实验结果,写好实验报告。

6. 爱护公共财物,节约水、电、煤气和药品。实验室内的一切物品,不能擅自带出实验室。

#### 二、化学实验安全要求

1. 在实验桌上,易燃、易爆药品与有强氧化性的物质要分开放置并远离火源。

2. 不要用手接触药品,也不要将鼻孔凑到容器口去闻药品(特别是气体)的气味和尝任何药品的味道。

3. 实验剩余的药品既不要放回原瓶,也不要随意丢弃,更不能拿出实验室,要放入指定的容器内。

4. 使用浓酸、浓碱等强腐蚀性的药品时,必须特别小心,防止皮肤或衣物等被腐蚀。如不慎将较多量的酸(或碱)液泼在实验台上,应立即用适量的碳酸氢钠溶液(或稀醋酸)中和,然后用水冲洗,用抹布擦干。如只是少量酸或碱溶

液滴到实验台上,应用湿抹布擦净,再用水冲洗抹布。

如果少量酸沾到皮肤或衣物上,要立即用较多的水冲洗(如果是浓硫酸,必须迅速用大量水冲洗),再涂上碳酸氢钠溶液(3%~5%)。若碱溶液沾到皮肤上,要用较多的水冲洗,再涂上硼酸溶液。实验中要特别注意保护眼睛,万一眼睛里溅进了稀酸或稀碱溶液,要立即用水冲洗(切不可用手揉眼睛),必要时请医生治疗。如果溅进了浓酸或浓碱溶液,应立即送医院诊治。

5. 在使用酒精灯时,绝对禁止向燃着的酒精灯里添加酒精,也绝对禁止用酒精灯引燃另一个酒精灯,以免失火。用完酒精灯,必须用灯帽盖灭,不可用嘴吹灭。向灯内添加酒精时,不能超过酒精灯容积的 $\frac{2}{3}$ 。万一洒出的酒精在桌面上燃烧起来,不要惊慌,应立刻用湿抹布扑灭。

# 附录三

## 相对原子质量表

(按照元素符号的字母次序排列)

元素		相对原子质量	元素		相对原子质量	元素		相对原子质量
符号	名称		符号	名称		符号	名称	
Ac	锕	[ 227 ]	Ge	锗	72.63(1)	Po	钋	[ 209 ]
Ag	银	107.868 2(2)	H	氢	[ 1.007 84; 1.008 11 ]	Pr	镨	140.907 65(2)
Al	铝	26.981 538 6(8)	He	氦	4.002 602(2)	Pt	铂	195.084(9)
Am	镅	[ 243 ]	Hf	铪	178.49(2)	Pu	钷	[ 244 ]
Ar	氩	39.948(1)	Hg	汞	200.59(2)	Ra	镭	[ 226 ]
As	砷	74.921 60(2)	Ho	钬	164.930 32(2)	Rb	铷	85.467 8(3)
At	砹	[ 210 ]	Hs	𨧪	[ 277 ]	Re	铼	186.207(1)
Au	金	196.966 569(4)	I	碘	126.904 47(3)	Rf	𨨩	[ 265 ]
B	硼	[ 10.806; 10.821 ]	In	铟	114.818(3)	Rg	𨨪	[ 280 ]
Ba	钡	137.327(7)	Ir	铱	192.217(3)	Rh	铑	102.905 50(2)
Be	铍	9.012 182(3)	K	钾	39.098 3(1)	Rn	氡	[ 222 ]
Bh	𨭆	[ 270 ]	Kr	氪	83.798(2)	Ru	钌	101.07(2)
Bi	铋	208.980 40(1)	La	镧	138.905 47(7)	S	硫	[ 32.059; 32.076 ]
Bk	锫	[ 247 ]	Li	锂	[ 6.938; 6.997 ]	Sb	锑	121.760(1)
Br	溴	79.904(1)	Lr	𨭎	[ 262 ]	Sc	钪	44.955 912(6)
C	碳	[ 12.009 6; 12.011 6 ]	Lu	镥	174.966 8(1)	Se	硒	78.96(3)
Ca	钙	40.078(4)	Lv	𨭏	[ 293 ]	Sg	𨧄	[ 271 ]
Cd	镉	112.411(8)	Mc	𨭑	[ 288 ]	Si	硅	[ 28.084; 28.086 ]
Ce	铈	140.116(1)	Md	𨭓	[ 258 ]	Sm	钐	150.36(2)
Cf	锎	[ 251 ]	Mg	镁	24.305 0(6)	Sn	锡	118.710(7)
Cl	氯	[ 35.446; 35.457 ]	Mn	锰	54.938 045(5)	Sr	锶	87.62(1)
Cm	锔	[ 247 ]	Mo	钼	95.96(2)	Ta	钽	180.947 88(2)
Cn	𨭘	[ 285 ]	Mt	𨭔	[ 276 ]	Tb	铽	158.925 35(2)
Co	钴	58.933 195(5)	N	氮	[ 14.006 43; 14.007 28 ]	Tc	锝	[ 98 ]
Cr	铬	51.996 1(6)	Na	钠	22.989 769 28(2)	Te	碲	127.60(3)
Cs	铯	132.905 451 9(2)	Nb	铌	92.906 38(2)	Th	钍	232.038 06(2)
Cu	铜	63.546(3)	Nd	钕	144.242(3)	Ti	钛	47.867(1)
Db	𨭛	[ 268 ]	Ne	氖	20.179 7(6)	Tl	铊	[ 204.382; 204.385 ]
Ds	𨭞	[ 281 ]	Nh	𨨱	[ 284 ]	Tm	铥	168.934 21(2)
Dy	镝	162.500(1)	Ni	镍	58.693 4(4)	Ts	𨨭	[ 294 ]
Er	铒	167.259(3)	No	锘	[ 259 ]	U	铀	238.028 91(3)
Es	𨭈	[ 252 ]	Np	镎	[ 237 ]	V	钒	50.941 5(1)
Eu	铕	151.964(1)	O	氧	[ 15.999 03; 15.999 77 ]	W	钨	183.84(1)
F	氟	18.998 403 2(5)	Og	𨭙	[ 294 ]	Xe	氙	131.293(6)
Fe	铁	55.845(2)	Os	锇	190.23(3)	Y	钇	88.905 85(2)
Fl	𨭉	[ 289 ]	P	磷	30.973 762(2)	Yb	镱	173.054(5)
Fm	𨭚	[ 257 ]	Pa	镤	231.035 88(2)	Zn	锌	65.38(2)
Fr	𨭑	[ 223 ]	Pb	铅	207.2(1)	Zr	锆	91.224(2)
Ga	镓	69.723 (1)	Pd	钯	106.42(1)			
Gd	钆	157.25(3)	Pm	钷	[ 145 ]			

- 注：1. 相对原子质量录自2009年国际相对原子质量表，以<sup>12</sup>C=12为基准。  
 2. 相对原子质量加方括号的为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数。  
 3. 相对原子质量末尾数的不确定度加注在其后的括号内。  
 4. [ a; b ] 表示该元素的相对原子质量依据其同位素丰度变化而介于a和b之间。

## 附录四

## 部分化学名词汉英索引

<b>C</b>			<b>J</b>		
纯净物	pure substance	14	金属	metal	114
催化剂	catalyst	36			
<b>D</b>			<b>L</b>		
电子	electron	69	离子	ion	64
单质	elementary substance	76	铝	aluminum	129
<b>E</b>			<b>Q</b>		
二氧化碳	carbon dioxide	39	氢气	hydrogen	48
<b>F</b>			<b>R</b>		
分解反应	decomposition reaction	42	燃烧	combustion	92
分子	molecule	64			
分子式	molecular formula	82	<b>T</b>		
<b>H</b>			<b>W</b>		
化学变化	chemical change	11	物理变化	physical change	11
化学性质	chemical property	12	物理性质	physical property	12
混合物	mixture	14	微粒	particle	63
缓慢氧化	slow oxidation	33	<b>X</b>		
化合反应	combination reaction	42	稀有气体	rare gas	14
化合物	compound	76	相对原子质量	relative atomic mass	70
化学式	chemical formula	81	相对分子质量	relative molecular mass	70
化合价	valence	82	<b>Y</b>		
化学方程式	chemical equation	104	氧气	oxygen	30
合金	alloy	118	氧化反应	oxidation reaction	33
还原	reduction	125			



# 附录五

## 元素周期表

族/周期	IA 1	IIA 2	过渡元素										IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	0 18	
			非金属										金属						
1	1 H 氢 1.008																		
2	3 Li 锂 6.941	4 Be 铍 9.012											5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.01	7 N 氮 14.01	8 O 氧 16.00	9 F 氟 19.00	10 Ne 氖 20.18	
3	11 Na 钠 22.99	12 Mg 镁 24.31											13 Al 铝 26.98	14 Si 硅 28.09	15 P 磷 30.97	16 S 硫 32.07	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氩 39.95	
4	19 K 钾 39.10	20 Ca 钙 40.08	21 Sc 钪 44.96	22 Ti 钛 47.87	23 V 钒 50.94	24 Cr 铬 52.00	25 Mn 锰 54.94	26 Fe 铁 55.85	27 Co 钴 58.93	28 Ni 镍 58.69	29 Cu 铜 63.55	30 Zn 锌 65.39	31 Ga 镓 69.72	32 Ge 锗 72.61	33 As 砷 74.92	34 Se 硒 78.96	35 Br 溴 79.90	36 Kr 氪 83.80	
5	37 Rb 铷 85.47	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.91	40 Zr 锆 91.22	41 Nb 铌 92.91	42 Mo 钼 95.94	43 Tc 锝 [98]	44 Ru 钌 101.1	45 Rh 铑 102.9	46 Pd 钯 106.4	47 Ag 银 107.9	48 Cd 镉 112.4	49 In 铟 114.8	50 Sn 锡 118.7	51 Sb 锑 121.8	52 Te 碲 127.6	53 I 碘 126.9	54 Xe 氙 131.3	
6	55 Cs 铯 132.9	56 Ba 钡 137.3	57-71 La-Lu 镧系	72 Hf 铪 178.5	73 Ta 钽 180.9	74 W 钨 183.8	75 Re 铼 186.2	76 Os 锇 190.2	77 Ir 铱 192.2	78 Pt 铂 195.1	79 Au 金 197.0	80 Hg 汞 200.6	81 Tl 铊 204.4	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 209.0	84 Po 钋 [209]	85 At 砹 [210]	86 Rn 氡 [222]	
7	87 Fr 钫 [223]	88 Ra 镭 [226]	89-103 Ac-Lr 锕系	104 Rf 钇* [261]	105 Db 钅* [268]	106 Sg 𬬻* [271]	107 Bh 錀* [270]	108 Hs 鰐* [277]	109 Mt 𬟚* [276]	110 Ds 鰭* [281]	111 Rg 𬬪* [280]	112 Cn 鰭* [285]	113 Nh 鉈* [284]	114 Fl 鉈* [289]	115 Mc 鉈* [288]	116 Lv 鉈* [293]	117 Ts 鉈* [294]	118 Og 鉈* [294]	

元素符号，红色  
指放射性元素

原子序数

元素名称  
注\*的是  
人造元素

非金属

金属

过渡元素

氧  
16.00  
相对原子质量

57 La 镧 138.9	58 Ce 铈 140.1	59 Pr 镨 140.9	60 Nd 钕 144.2	61 Pm 钷 [145]	62 Sm 钐 150.4	63 Eu 铕 152.0	64 Gd 钆 157.3	65 Tb 铽 158.9	66 Dy 镝 162.5	67 Ho 铥 164.9	68 Er 铒 167.3	69 Tm 铥 168.9	70 Yb 镱 173.0	71 Lu 镥 175.0
89 Ac 锕 [227]	90 Th 钍 232.0	91 Pa 镤 231.0	92 U 铀 238.0	93 Np 镎 [237]	94 Pu 钷 [244]	95 Am 镅 [243]	96 Cm 锔 [247]	97 Bk 锫 [247]	98 Cf 锿 [251]	99 Es 镱 [252]	100 Fm 镆 [257]	101 Md 钶 [258]	102 No 锘 [259]	103 Lr 铹 [262]

# 后 记

本教材根据教育部 2011 年颁布的《义务教育化学课程标准》修订而成,分上、下两册出版,供九年级学生使用。

本书第一版是根据 2001 年颁布的《全日制义务教育化学课程标准(实验稿)》编写的,配合当年课程改革试验之用。在编写过程中,作者深入研究《全日制义务教育化学课程标准(实验稿)》的要求,力求体现课程改革的新理念,反映课程标准的内容要求,从学生的发展需要构建化学教材体系,全面提高初中生的科学素养水平。本书在贴近学生的生活实际、加强科学探究、理解化学与科技进步和社会发展的关系、提倡多样化的学习方式、培养学生的创新精神和实践能力等方面在国内率先作了积极的实践尝试。

本书原版作者均为中学化学国家课程标准研制组的核心成员。本书由中学化学国家课程标准研制组负责人王祖浩、王磊任主编。参与本册初稿执笔的有王云生、吴俊明、吴星、陈光巨、王祖浩、王磊等同志,王云生、吴星协助主编参与了初稿的修改和统稿。根据教材审查专家、审读专家和部分省市中学化学教师的意见和建议,在 2001 年教材正式出版之前又进行了一次全面的修改。参加修改的有王祖浩、王云生、吴星、程同森四位同志,最后由王祖浩教授定稿。

随着实验区化学课程改革的不断深入,我们先后于 2004 年、2005 年、2006 年、2008 年多次对教材作了修订。参加本册修订的主要人员有王祖浩、王云生、吴星、金惠文、袁孝凤、王天美、毛明、张新宇等同志,王祖浩、王云生、吴星三位同志统稿,由王祖浩定稿。王程杰、蒯世定两位老师提供了部分实验。任楚英、严岷同志负责编辑工作。

2011 年,修订后的义务教育化学课程标准问世,这为全面、深入地修订教材提供了契机。修订组成员认真学习了《国家中长期教育改革和发展规划纲要》精神,对“调整教材内容,科学设计课程难度”的具体要求展开讨论;逐条研究课程标准修订稿的理念和内容;深入研究初中生化学学习的认知规律,积极贯彻“减轻学生学业负担”的要求,严格审查教材内容的深、广度;征求使用教材的第一线教师的意见和建议,并结合华东师范大学“义务教育理科教科书学习难度国际比较”的有关成果,确定了教材修订的具体方案。修订后的教材更好地体现了义务教育化学课程的理念,充分反映了十年义务教育化学课程实施的经验,优化了教材的内容结构,使之更符合初中学生化学启蒙学习的特点。

本次修订历时一年多,数易其稿,反复推敲。参加执笔修订的有王祖浩教授、王云生特级教师、吴星教授、金惠文特级教师、袁孝凤高级教师、毛明特级教师、张新宇博士、龚伟博士等,王祖浩、王云生、吴星对书稿进行了修改,我国著名的化学教育家、北京师范大学刘知新教授审读了全书,最后由华东师范大学王祖浩教授定稿。常州、苏州两地的部分化学名师工作室成员也参与审读了修订稿。严岷同志负责修订版的编辑工作。

本书的编写、修订和使用多年来得到了教育部基础教育二司、基础教育课程发展中心以及国内化学教育界诸多前辈、教材审查专家和广大教师的关心指导,江苏、福建等地的部分教师、教研员为配合本次教材修订积极开展调研,提供了许多宝贵的意见,在此一并表示衷心的感谢。

欢迎广大师生来电来函指出教材的差错和不足,提出宝贵意见。电话:021-64319241。电子邮箱:jjcy@seph.com.cn。通讯地址:上海市永福路 123 号。

编者

2012 年 5 月



责任编辑 严 岷 李玉婷

美术编辑 郑 艺 顾云明

封面设计 陆 弦



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5444-7585-3



定价：9.42元