



义务教育教科书
(五·四学制)

化学

教学参考资料

八年级 下册

义务教育教科书
(五·四学制)

化 学

教学参考资料

八年级 下册

上海科学技术出版社

主 编：麻生明 陈 寅

本册主编：占小红

核心编写人员：（以姓氏笔画为序）

朱 慧 刘 帅 沈建忠 张 肖

陈 浩 郭新华 唐珂兰

图书在版编目(CIP)数据

义务教育教科书(五·四学制)化学教学参考资料
八年级 下册 / 麻生明, 陈寅主编. -- 上海 : 上海科学
技术出版社, 2025. 1. -- ISBN 978-7-5478-6988-8
I. G633.83
中国国家版本馆CIP数据核字第2024LH0115号

责任编辑：胡恺岩 孙 伟

美术设计：诸梦婷

义务教育教科书(五·四学制) 化学教学参考资料 八年级 下册

出 版 上海世纪出版(集团)有限公司 上海科学技术出版社

(上海市闵行区号景路159弄A座9F-10F 邮政编码201101)

发 行 上海新华书店

印 刷 上海中华印刷有限公司

版 次 2025年1月第1版

印 次 2025年1月第1次

开 本 890毫米×1240毫米 1/16

印 张 13.5

字 数 327千字

书 号 ISBN 978-7-5478-6988-8/G·1322

定 价 41.00元

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究
如发现印装质量问题或对内容有意见建议,请与本社联系。电话:021-64848025

目 录

专题 4 水的性质与组成	1
本专题概述	1
课题 1 水的性质	6
课题 2 水的自然循环与人工净化	12
课题 3 水的组成	19
跨学科实践活动 水质检测及自制净水器	25
本专题教学案例	30
本专题教学问题讨论与教学资源链接	50
本专题练习巩固分析与答案	59
专题 5 物质的微观构成	62
本专题概述	62
课题 1 构成物质的微观粒子	67
课题 2 组成物质的元素	76
课题 3 结构多样的碳单质	86
跨学科实践活动 制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程	95
本专题教学案例	100
本专题教学问题讨论与教学资源链接	129
本专题练习巩固分析与答案	138
专题 6 化学变化及其表示	142
本专题概述	142
课题 1 化学反应中各物质间的定量关系	146
课题 2 化学反应的表示及基本类型	152

跨学科实践活动 基于碳中和理念设计低碳行动方案	160
本专题教学案例	165
本专题教学问题讨论与教学资源链接	186
本专题练习巩固分析与答案	193
《化学综合活动手册》参考答案	197

水的性质与组成

本专题概述

本专题地位和内容结构

一、本专题地位

“水”是继“空气、氧气、二氧化碳”之外学生最为熟悉的物质之一。本专题围绕水展开,以其为载体,逐渐引导学生发展从宏观表象深入微观本质的科学思维,初步学习从宏观、微观相结合的视角认识物质及其性质和变化,利用化学反应探究物质的组成和性质,初步认识混合物分离的一般思路等,为后续进一步学习奠定基础。

通过本专题的学习,学生将进一步认识物质的多样性,形成元素观、分类观等化学观念。通过水的三态变化、水的分解和水的合成的实验探究,初步发展将宏观现象与微观构成相结合来分析物质组成及物质变化的科学思维。在探究水的组成时,学生经历科学探究的一般过程,通过“分”“合”的思维方法,初步学习利用物质性质和化学反应探究物质组成的基本思路与方法。在本专题中,学生还将认识自然界中的水循环与水的自净能力,结合自来水生产,了解吸附、沉降、过滤和蒸馏是净化水的常用方法,初步形成分离混合物的一般思路与方法。通过污水处理、海水淡化的实例分析,形成保护和节约水资源的可持续发展意识与社会责任感。

二、《课程标准》要求

本专题对应《义务教育化学课程标准(2022年版)》(简称《课程标准》)的内容要求和学业要求见表4-1。

表4-1 专题4对应《课程标准》的内容要求和学业要求

教材内容	对应《课程标准》要点	
	内容要求	学业要求
课题1 水的性质	1. 知道物质是由分子构成的。(3.2.2) 2. 知道水是一种重要的溶剂。(2.2.2) 3. 知道可以从物质的存在、组成、变化和用途等视角认识物质的性质。了解观察、实验,以及对事实进行归纳概括、分析解释等认识物质性质的基本方法。(2.3)	1. 能利用常见物质的性质,分析、解释一些简单的化学现象和事实。(2.2) 2. 能用分子的观点解释生活中的某些变化或现象。(3.3) 3. 能基于真实问题情境,依据常见物质的性质,初步分析和解决相关的综合问题。(2.5)

教材内容	对应《课程标准》要点	
	内容要求	学业要求
课题1 水的性质	4. 认识物质性质在生活、生产、科技发展等方面的广泛应用,体会科学地利用物质性质对提高人们的生活质量具有重要作用。(2.4)	
课题2 水的自然循环与人工净化	1. 了解吸附、沉降、过滤和蒸馏是净化水的常用方法。(2.2.2) 2. 认识水是宝贵的自然资源,形成保护和节约资源的可持续发展意识与社会责任。(2.4)	能基于物质的性质和用途,从辩证的角度,初步分析和评价物质的实际应用,对水体保护等社会性科学议题展开讨论,积极参与相关的综合实践活动。(2.5)
课题3 水的组成	1. 认识水的组成。(2.2.2) 2. 初步学习利用物质的性质和化学反应探究物质组成的基本思路与方法。(3.3) 3. 认识常见的化合反应、分解反应及简单应用。(4.2.1) 4. 知道可以通过实验、想象、推理、假说、模型等方法探索物质的结构;初步学习利用物质的性质和化学反应探究物质组成的基本思路与方法。(3.3)	1. 能依据化学反应过程中元素不变的规律,推断反应物或生成物的元素组成。(3.3) 2. 能基于真实情境,从元素、原子、分子的视角分析有关物质及其变化的简单问题,并作出合理的解释和判断。(3.4)
学生必做 实验 水的 电解	水的组成及变化的探究。(3.5)	1. 能独立或与他人合作开展化学实验,收集证据;能基于事实,分析证据与假设的关系,形成结论。(1.2) 2. 能正确选取实验试剂和仪器,依据实验方案完成必做实验,并能全面、准确地记录实验过程和现象;能说明必做实验的基本思路与方法,分析实验实施的合理性,能体现严谨求实、敢于质疑的科学态度。(1.4) 3. 能基于必做实验形成的探究思路与方法,结合物质的组成及变化等相关知识,分析解决真实情境中的简单实验问题。(1.5)
跨学科 实践活动中 水质检测及 自制净水器	1. 水质检测及自制净水器。(5.5) 2. 认识在解决实际问题时,需要综合运用各学科知识,采用合适的方法和工具,以及系统规划和实施;体会有效使用科学技术,以及合作、协同创新解决问题的重要性。(5.3) 3. 知道国家在生态环境保护,化学品、食品、药品安全等方面颁布了法律法规,增强遵纪守法、自我保护及维护社会安全的意识。(5.4.1)	1. 在跨学科实践活动中,能综合运用化学、技术、工程及跨学科知识,秉承可持续发展观,设计、评估解决实际问题的方案,制作项目作品,并进行改进和优化,体现创新意识。(5.3) 2. 初步形成节能低碳、节约资源、保护环境的态度和健康的生活方式。(5.4)

本专题主要促进学生“化学观念”“科学思维”“科学探究与实践”“科学态度与责任”等方面核心素养的发展。本专题的核心素养要求如下:

- ◆ 结合水的性质与用途实例,认识物质的性质与应用的关系,初步形成物质性质决定用途的化学观念。
- ◆ 通过氢气燃烧和电解水的实验,探究水的组成,获取实验证据,并从微观角度对宏观现象进行解释,发展以宏观、微观相结合的方式探究物质的科学思维。

◆ 结合水的自然净化与人工净化,形成水的净化的相关模型,并能根据不同需求、不同场合应用模型解决实际问题。结合污水处理、水资源再利用等实例,初步形成节约资源、保护环境的态度和可持续发展的意识。

◆ 在开展“跨学科实践活动 水质检测及自制净水器”的过程中,通过调查我国饮用水的水质标准和水净化处理方法,遵守与化学、技术相关的科学伦理和法律法规,初步形成主动参与社会决策的意识。通过自制净水器,从跨学科角度综合运用各学科知识,系统考虑净水器的使用环境、对象、原理等,运用技术与工程的方法解决自制净水器中水的流量、装置的密封性等实际问题,并与同学合作、分享,初步形成自主、合作、探究的能力。

三、教材内容结构

本专题包括水的性质、水的自然循环与人工净化、水的组成等内容。教材编写的内容结构如图4-1所示。

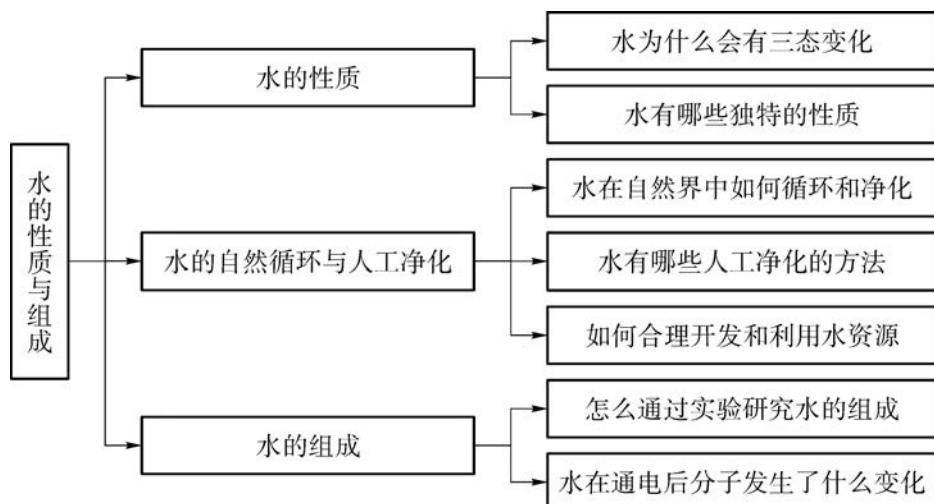


图 4-1 专题 4 的内容结构

本专题以水为载体,融合水的性质与组成的学科知识,渗透利用化学反应探究物质的性质与组成、依据物质性质进行分离提纯的学科方法,关注水资源现状及其利用的实际问题,组织教学内容。在探究水的性质的过程中,教材从水的三态变化、湿衣服晾干等学生熟悉的宏观现象出发,引导学生转换视角,从微观角度剖析常见宏观现象,由表及里,形成认识物质的新视角,继而逐步形成以宏观、微观相结合的视角认识物质;以“性质—用途”为基本思路渗透化学观念,以研究物质的一般思路探究水的性质,说明水具有广泛用途是由其相应性质决定的,引导学生初步形成物质性质决定用途的化学观念。在探究水的组成的过程中,教材利用“分”“合”的思维方法,先从宏观实验角度获取事实证据,继而从宏观角度深入剖析,促进学生初步形成从宏观、微观相结合的视角认识具体物质及其变化规律的科学思维。在水的自然循环与人工净化中,教材关注物质分离提纯的基本思路与方法,渗透节约资源、保护环境的可持续发展的意识和社会责任感。

本专题的内容和素材选择密切联系学生的生活经验和社会发展现实,反映时代特点和现代意

识,如冰山浮出水面、水杯外壁出现水珠、上海杨树浦水厂和污水处理等,帮助学生学习水的物理性质、水的人工净化的方法、如何合理开发和利用水资源等,了解科学、技术、社会、环境的相互关系。本专题通过自来水生产过程、太阳能淡化海水等情境素材,以及分析我国水资源分布的特点、参观自来水厂等学习活动,将化学知识的学习融入具体问题解决的过程中,使学生亲身经历知识的探究过程,能够对人类面临的淡水资源匮乏、海水资源的利用等社会问题进行积极思考、决策和实践,发展从化学学科及跨学科视角分析和解决实际问题的能力。

本专题教学建议与课时建议

一、教学建议

本专题是主题三“物质的组成与结构”中的第一个专题,以生活中常见的水为研究对象,开始物质的组成、结构与性质之间的关系的探索之旅。本专题主要围绕三个任务展开:一是从宏观与微观相结合的视角认识水的性质及性质与用途之间的关系;二是结合水在自然界中的循环和净化及水的人工净化,探索分离混合物的一般思路,形成保护和节约资源的可持续发展的意识与社会责任感;三是采用“合”“分”的思维方法进行实验探究,从宏观和微观相结合的视角认识水的组成。

在“水的性质”的教学中,可创设贴近生活的真实情境,充分发挥实验和信息化技术等手段的功能。在进行“水为什么有三态变化”的教学时,可以借助微观图示、视频或模型等将水发生三态变化的微观过程可视化,引导学生将宏观现象与微观本质联系起来,形成物质是由微观粒子构成的化学观念;可以结合教材,适当补充演示实验,引导学生结合实验事实用分子的观点解释生活中的某些变化或现象。在进行“水有哪些独特的性质”的教学时,可以提前布置家庭趣味小实验,指导学生结合课前实践,开展充分的讨论与交流。要充分利用“实验探究”栏目,发挥“证据推理”功能,引导学生及时观察和记录实验现象,通过对比和分析现象、基于实验事实推理,认识水独特的性质。通过上述过程,引导学生从化学的角度思考和解释生活实际问题,感受化学与生活的紧密联系。

在“水的自然循环与人工净化”的教学中,可先引导学生自主阅读教材内容或观看相关视频,从中提取信息、分析信息,梳理水自然净化的途径。结合“观察与思考”栏目,归纳自来水生产的主要步骤并对相关问题进行分析,为后续跨学科实践活动中的水质检测做好铺垫。对于“如何合理开发和利用水资源”,可结合教材中的“观察与思考”“讨论与交流”“拓展阅读·化学广角镜”等栏目,组织学生小组合作,通过自主查询资料、制作小报、交流汇报等方式,提升学生对图表和数据处理的能力、资料查询和汇总的能力、小组合作和交流的能力,在形成混合物分离的一般思路的同时,增强保护环境和节约水资源的可持续发展意识。

在“水的组成”的教学中,可以先利用化学史使学生感受实验是科学研究与发现的重要手段,感受科学家严谨求实、不断创新的科学精神。“实验探究”栏目中,教师演示氢气与氧气反应的实验,引导学生认真观察并记录现象,根据现象进行推理,得出结论,帮助学生认识化合反应这一化学反应基本类型,并结合化合反应的特征,用“合”的思维方法认识水的组成,也为“水的电解”实验中氢气的检验做好铺垫。“水的电解”是学生必做实验,教学中要注意对操作细节和实验现象观察的指导,要按

照时间和空间顺序关注整个装置中的现象,注重定性观察的同时也要有定量的意识。根据实验现象和结论,引导学生认识分解反应这一化学反应基本类型,并结合分解反应的特征,理解用“分”的思维方法认识水的组成。可结合“讨论与交流”栏目,对两种研究物质组成的方法进行总结,初步渗透在化学反应前后元素种类不变的事实,形成研究物质组成的一般思路与方法。最后,根据水通电分解的微观示意图,可组织学生动手进行水分子模型的拆解和拼插,了解化学变化的微观本质。通过“书写表达”栏目,引导学生进行迁移运用,从宏观与微观相结合的视角认识物质及其变化,也为专题6中质量守恒定律的学习奠定基础。

“跨学科实践活动 水质检测及自制净水器”,是针对人类饮水安全、水的净化问题而设计,属于化学与健康、资源领域的作品制作类实践活动。活动应以小组为单位进行,通过小组合作,提升学生与他人分工协作、沟通交流、合作解决问题的能力。活动1中,要注意引导学生在明确调查的目的、任务和意义的基础上进行调查方案的设计,仔细阅读教材中的提示以明确调查的方向。教师可以向学生提供多种调查方法,如通过实地考察当地自来水厂、调研访谈、查阅资料等了解水净化处理的方法,调查过程中要做好过程性资料的收集与整理。活动2中,可选取当地的饮用水源进行色度、浑浊度、总硬度、臭和味等指标的检测,分析水质情况,结合已学的水净化的方法及原理,设计方案并选择合适的制作工具和材料自制净水器,再进行水质检测以确定净水器的净化效果。教师可在过程中给予必要的工具支持及改进建议,引导学生不断修改、优化作品。在整个跨学科实践活动中要穿插小组成果展示和经验分享,从多维度开展评价,促进学生不断反思与改进,建构化学、技术、工程融合解决跨学科问题的思路与方法。

二、课时建议

课题1 水的性质	2课时
课题2 水的自然循环与人工净化	2课时
课题3 水的组成	2课时
跨学科实践活动 水质检测及自制净水器	3课时 [*]

* 《义务教育课程方案(2022年版)》规定,各学科用不少于本学科总课时的10%开展跨学科主题学习(实践)活动。

课题 1 水的性质



教学目标

- 以生活中最常见的物质——水为例,从宏观与微观相结合的视角解释物质的三态变化。
- 通过对水的三态变化的分析,初步形成物质是由微观粒子构成的化学观念,能用分子的观点解释生活中的某些变化或现象。
- 通过对生活情境与实验现象的描述、分析、归纳,知道水的性质和用途,进一步形成物质的性质决定用途的化学观念。
- 在化学实验探究过程中,学会观察和记录实验现象,形成证据意识、发展分析能力。



教材解析

一、教材设计思路

本课题旨在帮助学生知道认识一种物质要从它的组成、性质、变化、用途等方面着手,可以从宏观视角和微观视角对物质组成加以探究;物质性质包括物理性质和化学性质;物质变化分为物理变化和化学变化,如水的三态变化是物理变化,化学变化同时伴随着能量的变化。本课题的内容结构如图 4-2 所示。

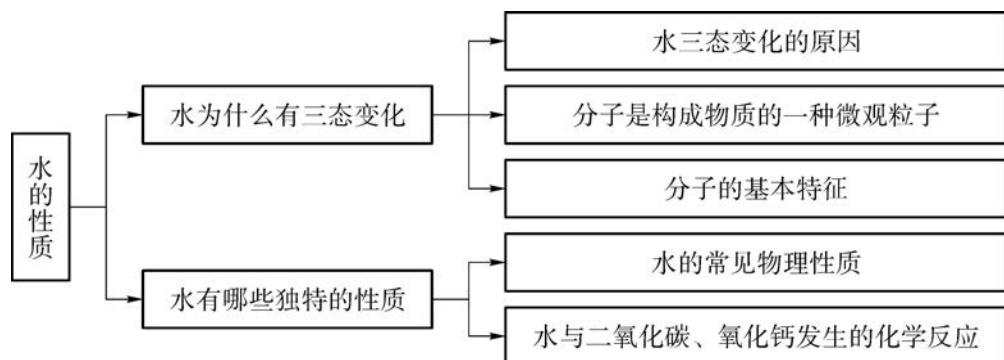


图 4-2 课题 1 的内容结构

在第一部分“水为什么有三态变化”中,教材以生活中最常见的物质——水为例,让学生知道水是由大量水分子聚集而成的,在水的三态变化过程中,随着温度的变化,水分子间的间隔和水分子的排列方式等发生变化。从宏观的水到微观的水分子,拓展到许多物质是由分子构成的,引导学生明白分子是构成物质的一种微观粒子,再通过“讨论与交流”栏目中的实例,引导学生用分子的观点解释生活中的某些变化或现象。

在第二部分“水有哪些独特的性质”中,教材基于生活中的事例,启发学生分析水的常见物理性质,提升学生的观察、分析能力,进而介绍水的物理性质及用途,帮助学生形成“性质决定用途,用途反映性质”的化学观念;接着通过“讨论与交流”栏目中的实例,引导学生用水的物理特性来解释一些自然现象;教材再设置“实验探究”栏目,引导学生基于实验现象进行证据推理。

二、教材分析

课题 1 水的性质

学习聚焦

- 结合生活实例，从宏观与微观结合的视角，解释水的三态变化。
- 知道分子的概念及特征，初步形成物质是由微观粒子构成的观念。
- 结合生活情境与实验，进一步形成物质的性质决定用途的观念。

自古以来，人类祖先便逐水而居。水是地球上最常见和最重要的物质之一。水普遍地存在于江河湖海、冰山和大气之中；水进入矿物、山岩和泥土的组成中，存在于动植物体内。水有哪些重要的性质呢？

水为什么有三态变化

我们知道，自然界中水通常有三种存在状态：固态、液态和气态。那么，水三态变化的原因是什么？

固态水 液态水 气态水

● 水分子

▲ 图 4.1 水的三种状态

89

- 教学中注意引导学生仔细观察图示，说出水在不同状态时，水分子间的间隔是不一样的，引发学生思考水分子间的间隔不一样的原因。
- 教学中可利用视频或指导学生制作不同状态时水分子间的间隔模型，引导学生从微观角度认识水的三态变化属于物理变化。

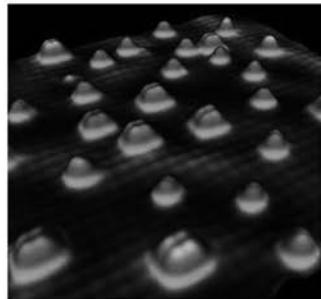
7

课题1 水的性质

通过对水的三态变化的原因的分析,让学生对物质三态变化的认识建立微观视角,同时让学生知道分子是构成物质的一种微观粒子。原子、离子等构成物质的微观粒子将在专题5中介绍。

“讨论与交流”:氧气可被压缩储存在蓝色钢瓶中,是由于氧气在从气态变为液态的过程中,氧分子之间的间隔减小,分子的排列方式发生变化,体积减小。水和酒精混合后总体积减小,是由于水分子之间有一定的间隔,酒精分子之间也有一定的间隔,混合后,水分子和酒精分子相互占据分子之间的间隔,使总体积减小。湿衣服晾晒后变干,是由于在晾晒过程中水分子不停地运动,脱离衣服后分散到空气中,使衣服变干。

水是由大量水分子聚集而成的。2014年,我国科学家首次拍摄到水分子内部结构(图4.2)。在水的三态变化过程中,随着温度变化,水分子的能量、运动速度,分子间的间隔发生了改变,水分子排列从有序逐渐变为无序,或从无序逐渐变为有序。一定量的水状态改变时,水分子没有变成其他分子,其大小和数目也没变化,变化的实质是水分子间的间隔和水分子的排列方式。因此,水的三态变化是物理变化。



▲图4.2 首次拍摄到的水分子内部结构信息图

许多物质也像水一样,是由分子构成的,如氢气、氧气和蔗糖分别是由氢分子、氧分子和蔗糖分子构成的。分子是构成物质的一种微观粒子。那么,分子有哪些基本特征呢?

分子的质量和体积都很小。例如,1个水分子的质量大约是 3×10^{-26} kg,1滴水(1 mL水以约20滴水计)中大约有 1.67×10^{21} 个水分子。



讨论与交流

氧气可被压缩储存在蓝色钢瓶中,水和酒精混合后总体积减小,湿衣服晾晒后会变干。这些现象反映了分子具有什么特征?

分子之间有间隔。气体体积能够被压缩,两种液体混合后总体积减小等,这些现象反映了分子之间有间隔。

分子总在不停地运动。生活中,我们看到湿衣服晒干、闻到花香等,就是分子运动的结果。

水有哪些独特的性质

水是一种常见的物质,但通过深入研究,我们会发现它有着许多独特的性质。

90

贴士

1. 可以增加水和酒精混合后总体积减小的课堂演示实验或分组实验,帮助学生理解分子之间有间隔。
2. 基于“讨论与交流”,可以列举更多学生熟知的生活现象,激发学生兴趣,引导学生运用所学知识解释生活中一些简单的化学问题,在应用中加深对所学知识的理解,形成物质由微观粒子构成的化学观念。



观察与思考

你是否见过如图 4.3 所示的场景？你认为图（a）（b）说明了水的哪些性质？这些性质在生产生活中有哪些应用？图（c）中，冰为什么浮在水上？



(a) 水沿着纸巾流动^①



(b) 蜘蛛在水面上行走



(c) 冰山浮出水面

▲ 图 4.3 水的性质

水的物理性质中，有些是我们熟悉的，例如，水在常温常压下是一种没有颜色、没有味道、没有气味的透明液体，水具有毛细现象[图 4.3 (a)]，表面张力大[图 4.3 (b)]等特性。其实，水还有一些我们不太了解的性质。

水具有反常膨胀的特性。当温度高于 4 ℃时，水与大多数物质一样，随温度升高体积增大。当温度在 0 ~ 4 ℃时，水随温度升高体积减小，在 4 ℃时，水的密度最大，因此冰的密度比水小[图 4.3 (c)]。

水的比热容^③较大。在质量一定的条件下，和其他液体相比较，升高相同温度时，水吸收的热量更多；同样，降低相同的温度时，水放出的热量也更多。所以，在生产生活中，常利用水取暖或做冷却剂。例如，工厂常用温热水预热反应物，用冷水降低产物的温度。

水还有极强的溶解其他物质的能力，是一种优良的溶剂。在生活中，我们经常把一些能溶于水的物质加入水中，配制成溶液，如配制食盐水、糖水等。

资料库

水

凝固点：0 ℃ (101 kPa^②)

沸点：100 ℃ (101 kPa)

密度：1 g/cm³ (4 ℃)

“观察与思考”：图 4.3(a)说明水具有毛细现象，图 4.3(b)说明水表面有一定的张力，图 4.3(c)说明冰的密度小于液态水的密度，体现出水的一些物理性质。

“资料库”：提供理化常数，但要避免学生机械记忆。

- ① 水中滴加了色素。
- ② Pa 是压强的单位，读作帕；1 kPa=1 000 Pa。标准大气压为 101.325 kPa，本书采用 101 kPa 这个近似值。
- ③ 反映物质吸热或散热的能力，比热容越大，物质的吸热或散热能力越强。

91



贴士

1. 建议对于教材图 4.3(a)(c)中的现象，可以用演示实验或学生实验进行展示，以培养学生的观察能力，让学生“眼见为实”，更好地感受化学之美、化学之真；对于图 4.3(b)中的现象，也可以用其他实验加以展示，如将硬币放在水面上。
2. 毛细现象是因表面张力存在而产生的与表面流动及液面平衡形状有关的表面现象，如弯曲液面的形成、毛巾吸水、地下水沿土壤上升等都是毛细现象。
3. 指导学生阅读教材内容，让学生归纳水的一些物理特性及用途，逐步形成“性质决定用途，用途反映性质”的化学观念。

“讨论与交流”：

1. 水的反常膨胀使

水温降至 0°C 以下时，水体表面的冰层能浮在水面上，不会直接接触到水底，为水生生物提供了生存空间；此冰层起到保温作用，减缓水温的下降速度，保护水生生物不受严寒侵害。

2. 内陆地区主要是

沙石和泥土，而沿海地区水多，水的比热容比沙石和泥土大。白天吸收相同的热量，水升温得比沙石和泥土少；夜晚放出相同的热量，水降温也更少；所以内陆地区的昼夜温差比沿海地区的大。

课题1 水的性质



讨论与交流

1. 水的反常膨胀的特性对水生生物的生存有什么意义？

2. 为什么内陆地区的昼夜温差比沿海地区的大？

我们知道，水与二氧化碳反应可以生成碳酸，水还能与其他许多物质发生化学反应，如与氧化钙（俗称生石灰）等物质反应。



实验探究

水与氧化钙的反应

(1) 在烧杯中加入少量氧化钙，再加入1滴管水，并用手小心地触摸烧杯外壁。

(2) 冷却后，向烧杯中滴入3滴酚酞试液。观察并记录实验现象。



► 氧化钙具有较强腐蚀性，与水反应剧烈，需注意防护。



▲图4.4 水与氧化钙反应

现象记录：_____。

实验结论：_____。

证据推理

•哪些现象说明水与氧化钙发生了反应？

贴士

- 若氧化钙遇水没有放热现象，可能原因是氧化钙已经变质，即由于保存不当或保存时间太长，氧化钙与空气中的水蒸气发生了反应，生成的氢氧化钙也可能进一步与空气中的二氧化碳气体反应，生成碳酸钙。因此建议本实验中所用的氧化钙采用新购置的或把原料用酒精喷灯高温煅烧后再做实验。
- 氧化钙具有较强的腐蚀性，与水反应剧烈且放出大量的热，实验时需戴好手套和护目镜等，保护手、眼睛等，确保师生的安全。
- 实验中，引导学生认真观察、感受，基于实验现象进行证据推理。

水与氧化钙发生剧烈反应，放出大量的热，生成一种新物质——氢氧化钙，俗称熟石灰。



结合实验现象分析，水与氧化钙发生剧烈反应，放出大量的热，生成能使无色酚酞试液变红色的物质。



学习指南

归纳小结

- ④ 分子是构成物质的一种微观粒子。分子的质量和体积都很小，分子之间有间隔，分子总在不停地运动。
- ④ 水有许多重要的性质，如物理性质；水能与许多物质发生化学反应，如。

例题导引

- 问题：
- 用如图 4.5 所示装置进行实验，将滴管中的水滴入试管中，观察到 U 形管中红墨水的液面由左右两边相平变成左边低右边高。
 - (1) 实验中发生了什么化学反应？分析说明 U 形管液面产生高度差的原因。
 - (2) 从这个实验可获得什么启示？

- 分析：
- (1) 水滴入试管与氧化钙反应生成氢氧化钙，该反应放出热量，使试管中空气膨胀，造成 U 形管中红墨水液面变成左边低右边高。



▲ 图 4.5 实验装置示意图

93



贴士

让学生知道证明化学反应发生的基本思路是证明反应物的消失或生成物的出现。可以用适当的试剂检验反应物的消失(或减少)或新物质的生成，从而证明一些无明显现象的化学反应确实发生了。

课题 2 水的自然循环与人工净化



教学目标

- 通过阅读教材内容,知道水与人类生产生活有密切关系,知道水在自然界中的自净能力及水体污染。
- 结合自来水的生产过程,了解吸附、沉降、过滤、蒸馏是净化水的常用方法,逐步形成分离混合物的一般思路。
- 结合生活实例,初步认识硬水与软水。
- 结合污水处理、水资源再利用等实例,体会净化水的不易,形成节约用水、保护水资源的可持续发展意识,感悟化学是一门与社会、生活、生产密切相关的学科。



教材解析

一、教材设计思路

本课题以水为线索,介绍水在自然界中的分布、水的自然循环、水的自然净化、水的人工净化方法等。教材设置丰富的栏目,如“观察与思考”“讨论与交流”“拓展阅读”,结合生产生活实际、宏观统计数据,引导观察、启发思考、拓展视野,帮助学生逐步形成保护环境和节约水资源的可持续发展意识。本课题的内容结构如图 4-3 所示。

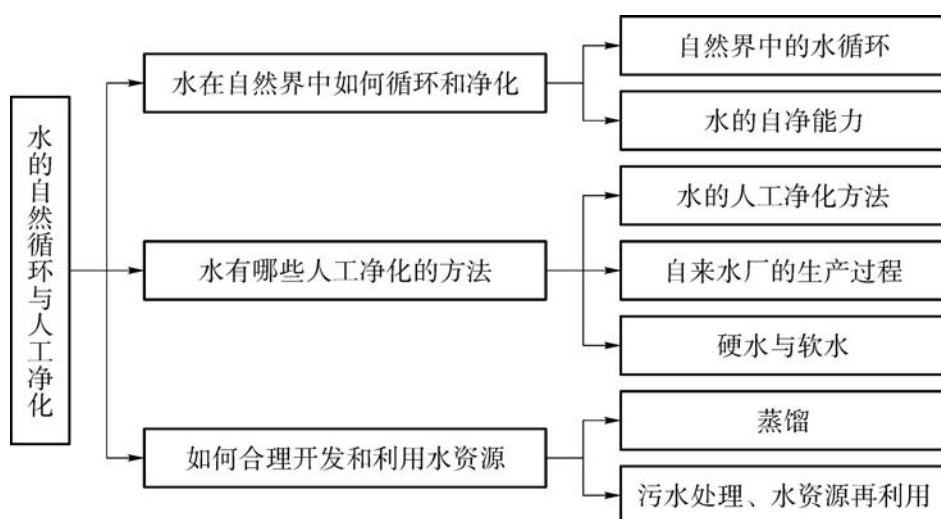


图 4-3 课题 2 的内容结构

在第一部分“水在自然界中如何循环和净化”中,教材以问题形式引出,引导学生知道水通过蒸发、水汽输送、降水和径流等环节,以三态在陆地、海洋及大气间不断循环,知道水的自然净化的途径等。

在第二部分“水有哪些人工净化的方法”中,教材解释了为何要人工净化水,并介绍了常用的人工净化水的方法。教材利用“观察与思考”栏目,启发学生根据自来水生产过程示意图,归纳、总结自来水生产过程中的主要步骤,思考这些步骤中涉及怎样的变化。最后,教材结合生活实际中的现象介绍水有硬水和软水之分及两者的转化。

在第三部分“如何合理开发和利用水资源”中,教材首先让学生“观察与思考”我国水资源、人口、耕地面积和国内生产总值区域比重图,引导学生通过分析图表、查阅资料、相互讨论交流等方式,归纳、总结对水资源进行合理开发与利用的方法。教材再通过对太阳能蒸馏器的分析,引出分离和提纯液态混合物常用方法之一——蒸馏。教材还利用污水回收再利用素材,引导学生树立节约水资源和保护环境的意识。

二、教材分析

课题2

水的自然循环与人工净化

学习聚焦

- 结合生活情境，认识水循环与水的自净能力。
- 结合自来水生产，了解吸附、沉降、过滤和蒸馏是净化水的常用方法，形成分离混合物质的一般思路。
- 结合污水处理、水资源再利用等实例，形成保护环境和节约水资源的可持续发展意识。

从中国空间站俯瞰地球，地球是一个蓝色的星球，约有71%的表面被水覆盖。地球上的总储水量虽然很大，但淡水很少。对极其有限的淡水资源，我们应如何合理保护、开发和利用呢？

水在自然界中如何循环和净化

自然界中的水是如何循环的？水循环主要包括哪些环节？自然界中各种水体是相互联系的，处于不断运动和相互转化之中的。水在太阳辐射和地球引力作用下，通过蒸发、水汽输送、降水和径流等环节，以气体、液体、固体的形式在陆地、海洋以及大气间不断循环，这一过程称为自然界中的水循环。

水在循环中，通过物理、化学和生物作用不断去除污浊和杂质，保持着本身的洁净，这就是水的自然净化。如有些水体中存在着微生物和溶解的氧气，它们能分解水中的有害物质。

水的自然净化有多种途径，经过稀释、挥发、沉淀、吸附、氧化、分解、微生物对污染物的降解作用等，使污染物浓度降低，水体恢复到受污染前的状态。

自然界中各种水体都具有一定的自净能力，但水体的自净能力是有限的，如果水体中的污染物数量超过水体的自净能力，水体就会受到污染。



教学中引导学生阅读教材或者安排查阅资料活动，让学生经过交流、讨论、分析，归纳出水在自然界中的循环路径和净化途径，培养学生收集与加工信息的自主学习能力。

课题2 水的自然循环与人工净化

讨论与交流

溶解氧是用于表述溶解于水中的氧气质量的一个术语。溶解氧是衡量水质的重要指标之一，也作为水体净化的标志。尝试分析其中的原因。

水有哪些人工净化的方法

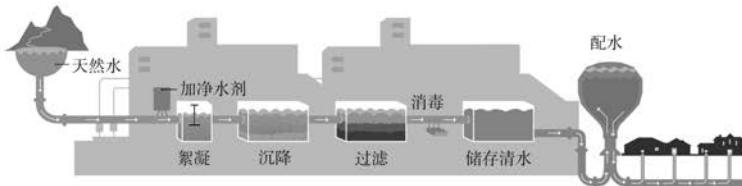
水是生命之源，对人类生活和社会发展具有重要意义。然而，在现代生活、工农业生产中，人们向水中排放的废弃物已经远远超过水的自净能力，被污染的水必须通过人工净化，达标后才能排放，或者作为生活、生产用水。通常，可采用吸附、沉降、过滤、蒸馏等方法。



▲图4.7 上海杨树浦水厂

观察与思考

如图4.8所示的自来水生产过程中，主要经过哪些步骤生产出千家万户的生活用水？哪些步骤分别涉及物理变化和化学变化？若用活性炭吸附水中杂质，这属于物理变化还是化学变化？生活中还有哪些利用活性炭吸附作用的实例？



▲图4.8 自来水生产过程示意图

城市和乡镇的生活用水是经过自来水厂处理的。自来水厂生产过程中，经常用净水剂，如明矾 $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ 、氯化铁等，处理微小的悬浮物，使杂质沉降下来，以达到净水的目的。此外，还需要通过过滤、消毒等净化处理，去除杂质、消除异味、杀菌后，所得的水才能作为生活用水，供人们使用。

96

“讨论与交流”：溶解氧指溶解于水中的氧气的质量，与空气中氧气的分压、大气压、水温及水质等有关，在自然环境下水体中溶解氧变动不大。在20°C、100 kPa条件下，每升纯水中约含9 mg氧气。有些有机化合物在好氧菌作用下发生生物降解，要消耗水体中的氧气，因此当溶解氧下降，说明水体受到了污染。

“观察与思考”：自来水生产过程中主要有取水、絮凝、沉降、过滤、消毒、储存、配水等步骤。其中沉降、过滤属于物理变化，消毒属于化学变化。

用活性炭吸附水中杂质的主要作用是消除水中的异味和脱色，属于物理变化；在日常生活中利用活性炭吸附作用的实例有去除冰箱中的异味，去除新装修房屋中的甲醛、苯类等有害物质。



贴士

1. 让学生阅读分析教材图4.8，或观看自来水生产过程的视频，或组织学生参观自来水厂，了解自来水的生产过程，说出自来进行的主要步骤。
2. 教学中可以拓展常用净水剂、消毒剂、吸附剂的具体物质，但暂不要求学生掌握这些物质的化学式。

硬水和软水的区别主要在于水中溶有的含钙或镁元素的物质(化合物的概念将在专题5中出现)的量,生活中、生产中需要将硬水转化为软水。

“观察与思考”:我国水资源分布特点是东多西少、南多北少。水资源与人口、耕地面积和国内生产总值之间存在着密切的关系。首先,水资源丰富的华东和中南地区,人口也较多,一定程度上说明人口对水资源的需求。其次,水资源与耕地面积的关系体现在农业用水上,耕地面积的增加伴随着对水资源需求的增加。最后,水资源与国内生产总值的关系体现在经济发展对水资源的需求上。随着国内生产总值的增长,工业和商业活动增加,对水资源的需求也随之增加。

经过上述净化处理,水中的不溶性杂质被去除了,水变得澄清了,但所得的水仍然不是纯水,水中还有许多溶解的杂质。例如,生活中,经常烧水的水壶内壁常会留下白色的水垢,这种水垢就是溶在水中的可溶性含钙元素或镁元素的物质,因水加热或长久放置而生成的沉淀。溶有较多这些可溶性含钙元素或镁元素的物质的水,称为硬水;不含或含较少可溶性含钙元素或镁元素的物质的水,称为软水。

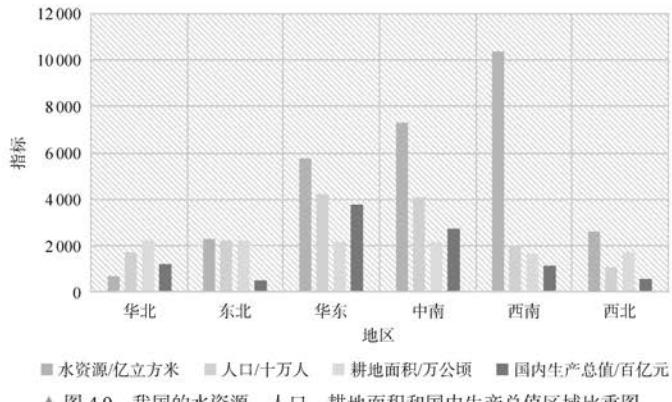
使用硬水会给生活和生产带来许多麻烦。生活中需要对硬水进行软化处理,去除硬水中的含钙元素或镁元素的物质,使硬水软化成软水,再进行使用。

如何合理开发和利用水资源



观察与思考

分析图4.9,能得出我国水资源分布有什么特点?水资源与人口、耕地面积和国内生产总值有什么关系?



▲图4.9 我国的水资源、人口、耕地面积和国内生产总值区域比重图

我国水资源总量居世界第六位,但是我国人口众多,人均水资源量不足世界人均水资源量的四分之一,是一个水资源严重短缺的国家。不仅如此,我国水资源分布不均匀,南方水多、耕地少、水量有余;北方耕地多、水量严重不足。

97



1. 引导学生阅读教材或者安排查阅资料活动,让学生经过交流、讨论、分析,认识硬水与软水的区别。
2. 指导学生阅读、分析教材图4.9,帮助学生了解我国水资源的分布与人口、耕地面积和国内生产总值的关系,形成节约资源、保护环境的意识,树立生态文明的理念。

课题2 水的自然循环与人工净化

讨论与交流

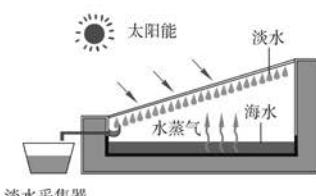
1. 我国西南地区水资源较为丰富，可采用哪些方法对其进行合理开发与利用？

2. 在水资源发生供需矛盾时，如何安排城乡生活用水、农业用水、工业用水、生态环境用水和其他用水的先后顺序呢？

随着社会的快速发展和人口的快速增长，水资源短缺问题日趋严重，海水淡化已经成为解决淡水危机的重要途径。

人类早期利用太阳能进行海水淡化，主要是利用太阳能进行蒸馏，所以早期的太阳能海水淡化装置一般都称为太阳能蒸馏器（图 4.10）。太阳能蒸馏器的运行原理是利用太阳能蒸发海水，再冷凝产生淡水。

蒸馏是分离和提纯液态混合物常用的方法之一。实验室可通过蒸馏自来水制取蒸馏水（图 4.11）。应用这一方法，可以把沸点不同的物质从混合物中分离出来，还可以把混在液体里的杂质去除。



▲ 图 4.10 太阳能蒸馏器示意图

“讨论与交流”：

1. 开发和利用西南地区水资源的关键在于科学规划、合理调配，保护生态环境，以及提高水资源利用效率，如提高节水技术、加大水资源的调水工程建设、建设水库等，实现西南地区水资源的可持续利用和生态保护。

2. 在水资源发生供需矛盾时，首先要满足城乡居民生活用水，并兼顾农业用水、工业用水、生态环境用水以及航运等其他用水的需要。



▲ 图 4.11 实验室制取蒸馏水装置示意图

引导学生观察图 4.10 海水淡化的过程，了解基本原理。

贴士

1. 通过对海水淡化的分析，介绍主要过程是蒸发和冷凝，为后面蒸馏装置的教学做好铺垫。

2. 可开展水的蒸馏演示实验。注意在蒸馏装置中，烧瓶中液体不能超过容器的 $\frac{2}{3}$ ，且要加入沸石，防止暴沸。温度计感温泡的上沿与蒸馏头支管口的下沿平齐，以测定蒸气的温度。水从冷凝管的下端进，上端出，使水充满冷凝管，进行热交换。

“拓展阅读·化学广角镜”：展现了海水淡化的新方法，拓展学生的视野。

污水经过净化处理，达到国家排放标准后，可用作景观池水，用于绿化灌溉、城市供暖、工业生产、环卫作业等，提高了水资源的利用率。

跨学科视野

化学广角镜

科学发展史

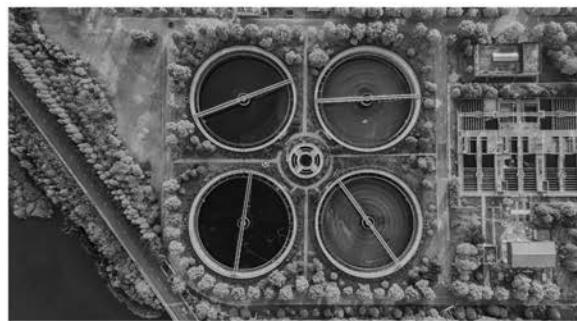
拓展
阅读

利用太阳能实现高效可持续海水淡化

海水淡化是解决淡水资源不足的根本措施，各类海水淡化技术都是通过耗能使水与各种杂质分离。太阳能具有安全、环保等优点，将太阳能利用与脱盐工艺相结合是一种可持续发展的海水淡化技术。其中，膜蒸馏（MD）技术利用太阳能驱动水蒸气通过膜，实现脱盐，获得高品质清洁水，应用前景广阔。石墨烯膜可为水蒸气提供极短且快速的传输路径，在海水淡化中显示出巨大的应用潜力和优势。

污水如何变废为宝？污水回收再利用已成为新兴水资源发展技术的一环，是可持续和绿色发展的重要体现，同时对于我国缓解水资源供需矛盾和保障水生态安全具有重要意义。

污水处理厂处理污水分为三级：一级处理，即通过机械处理，如格栅、沉淀或气浮，去除污水中所含的石块、砂石和油脂等；二级处理，即生物处理，通过微生物的作用，将污水中的污染物降解和转化为污泥；三级处理，即污水的深度处理，包括去除有机化合物和通过加氯、紫外辐射或臭氧技术对污水进行消毒。



▲图 4.12 污水处理厂

99



1. 引导学生阅读教材，使学生初步形成节约资源、保护环境的态度和健康的生活方式。
2. 可安排学生查阅资料，参加与化学有关的社会热点问题的讨论，树立人与自然和谐共生的科学自然观和绿色发展观。

课题 3 水的组成



教学目标

- 通过氢气燃烧、水的电解实验探究水的组成,从宏观视角认识水的组成。
- 运用模型表示水的电解、氢气与氧气的化合反应的过程,从微观视角认识水的组成和化学变化的本质。
- 通过比较、分析已学的化学反应,认识化合反应、分解反应,辨别常见的化合反应、分解反应。
- 了解化学家研究水的组成的历程,体会化学家探索物质组成的智慧和方法。



教材解析

一、教材设计思路

学生在完成氧气、二氧化碳和水的性质学习之后,初步具备了从宏观视角认识物质及其变化规律的科学思维能力。在此基础上,教材用两个核心问题,引导学生运用实验和模型等方法探究水的组成,从宏观和微观相结合的视角认识水及其变化,开启探索分子和原子之旅。本课题的内容结构如图 4-4 所示。

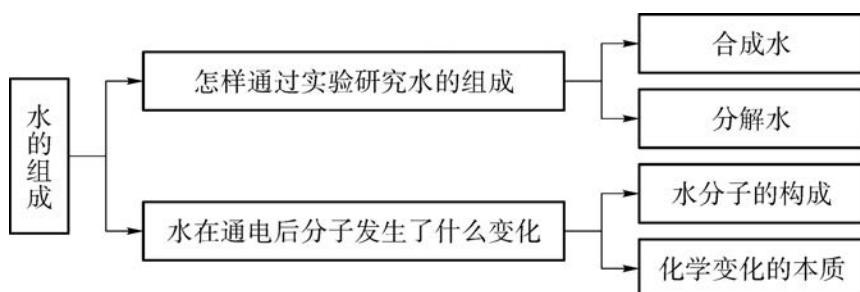


图 4-4 课题 3 的内容结构

第一个核心问题是“怎样通过实验研究水的组成”。教材介绍历史上水的哲学意义之后,提出该问题,激发学生探究水的组成的兴趣。然后,教材沿着化学家研究物质组成的思路——“化合”与“分解”展开探究,在“实验探究”栏目中设置了“氢气与氧气反应”和“水的电解”,让学生观察实验现象、验证生成物、推测水的组成,实现从宏观元素的视角进一步认识水,并增强证据推理的能力,从而发展化学观念和科学思维等核心素养。教材利用实验探究与化学史相结合的方式,让学生更真切地感受到化学家严谨求实的科学态度。

第二个核心问题是“水在通电后分子发生了什么变化”,引发学生从微观视角认识水及其变化。为了帮助学生建立宏观和微观视角之间的关联,教材先用模型和微观示意图展示水通电分解的过

程,再让学生模仿水通电分解的微观示意图表示氢气与氧气化合的过程,并引导学生揭示化学变化的本质是原子重组。最后,教材引出学生的困惑“分子和原子是一些怎样的微观粒子”,带领他们进入下一专题“构成物质的微观粒子”的学习。

二、教材分析

课题3 水的组成

学习聚焦

- 通过实验探究，从宏观与微观相结合的视角认识水的组成。
- 基于具体的化学反应，认识并判断化合反应、分解反应。
- 通过科学史实，体会化学家探索水的组成的智慧和方法。

公元前，中国古代“五行说”将水视为物质变化的基本形态；古希腊哲学家则认为，水是组成地上物体的基本元素。直至18世纪末，化学家才确认了水的组成。

怎样通过实验研究水的组成

1. 合成水

实验探究

氢气与氧气反应

将氢气发生装置中产生的纯净氢气，用玻璃导管导出，点燃玻璃导管尖嘴口的氢气，并用干燥的烧杯罩在火焰上，观察并记录实验现象。

现象记录：_____。
实验结论：_____。

防止烫伤。

▲ 图 4.14 氢气燃烧

纯净的氢气可在空气或氧气里安静地燃烧，火焰呈淡蓝色，生成水，并放出大量的热。

$$\text{氢气} + \text{氧气} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{水}$$

103

- 教学中演示氢气在空气中燃烧实验时，对制备氢气的原理和实验装置不作要求。
- 如果学生对无色小液滴为水提出质疑，可以介绍使用氯化钴试纸、无水硫酸铜等检验水的方法。
- 点燃氢气和氢气燃烧过程中，要注意避风，防止回火发生爆炸事故。
- 点燃氢气前需验纯，用向下排空气法收集氢气，引燃后发出尖锐的爆鸣声，则氢气不纯；再次验纯时，若仍用原试管，则要先用拇指堵住试管口一会儿，以避免未完全熄灭的火焰引发爆炸，然后再收集氢气进行验纯，直至氢气燃烧发出“噗”的一声。

21

课题3 水的组成

像氢气在氧气中燃烧生成水那样，化学上把由两种或两种以上物质反应生成一种新物质的反应叫做化合反应。镁在空气中燃烧生成氧化镁，也是化合反应。

2. 分解水



实验探究



水的电解 学生必做实验

(1) 在电解器(图4.15)中装满水，两端分别连接直流电源的正、负极。接通直流电源，观察并记录两个电极附近出现的现象。

(2) 切断上述装置中的电源，记录两支玻璃管中气体的体积。

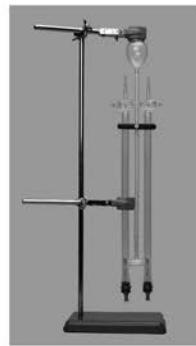
(3) 用燃着的木条分别在两支玻璃管尖嘴口检验电解反应中产生的气体，观察并记录实验现象。

现象记录：_____。
_____。

实验结论：_____。

证据推理

• 两支玻璃管中气体的体积比与水的组成可能存在怎样的联系？



▲ 图4.15 电解水装置

当接通直流电后，可以观察到电极上有气泡产生，过一段时间发现玻璃管中的水减少了，两支玻璃管的上方聚集了无色气体。其中连接负极的一端产生的气体比连接正极一端产生的气体多，其体积比约为2:1。

将燃着的木条分别放在两支玻璃管的尖嘴口，发现体积大的气体不助燃，本身却能燃烧，并产生淡蓝色火焰，该气体是氢气；体积小的气体能使燃着的木条燃烧得更旺，可以证明它是氧气。

实验表明，在直流电的作用下，水发生分解，生成氢气和氧气。



104



- 根据教学情况，可向学生解释为增强水的导电性，在水中已加入少量强电解质（如氢氧化钠、硫酸等），加入的物质不会影响水电解的产物。
- 检验水电解产生的氢气时，当实验环境光线较强，不易观察到氢气燃烧的火焰，可在实验前创造较暗的实验环境，或用火柴接近并观察火柴是否能被引燃。
- 实验刚开始一段时间内可能会出现氢气、氧气体积比与2:1差距较大，要引导学生耐心观察，待气体体积比稳定再读数。
- 学习此部分内容时，学生还没有分子、原子、相对原子质量和相对分子质量等概念，不必得出水中氢、氧元素原子个数比为2:1的结论。

像水的分解那样，化学上把由一种物质反应生成两种或两种以上其他物质的反应叫做分解反应，如高锰酸钾或过氧化氢生成氧气的反应都是分解反应。

18世纪后期，化学家进行了水的合成和分解的实验。他们在实验装置中将干燥的氢气与氧气进行反应，两者燃烧之后，得到了水；后来，化学家又利用原始的电池进行电解水的实验，结果产生了氢气和氧气。至此，人们认识到，水不是一种基本元素，而是由氢和氧组成的物质。19世纪60年代，水的化学式被确定。当然，现在我们已知道，水是由氢元素和氧元素组成的。



讨论与交流

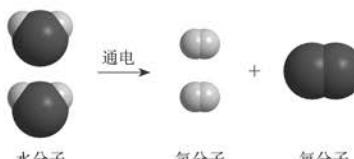
历史上，为什么对水的组成的确认比氧气和氢气的发现晚？若你是化学家，会怎样确定氢气与氧气化合生成的无色液体是水？

水在通电后分子发生了什么变化

在水电解生成氢气和氧气的过程中，分子发生了什么变化？

研究证明，每个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成，水的化学式为 H_2O ；氢分子与氧分子都是双原子分子，化学式分别为 H_2 、 O_2 。

我们知道，水是由大量分子聚集而成的。水在电解过程中，水分子分成氢原子和氧原子；两个氢原子结合成一个氢分子，许多氢分子聚集为氢气；两个氧原子结合成一个氧分子，许多氧分子聚集为氧气（图4.16）。



▲图4.16 水通电分解的微观示意图



书写表达

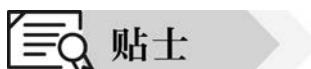
请你运用如图4.16所示的图示方法，表示氢气与氧气化合前后分子发生的变化。

通过对水的合成和分解的微观分析可知，在化学变化中，反应物的分子可分成原子，而原子又会重新组合成新的分子。

105

“讨论与交流”：引导学生从多角度进行思考与讨论：①传统观念的束缚——燃素说的影响；②水非常稳定，难以分解，阻碍了科学家对水的深入研究；③实验技术的限制，电池发明之后才有分解水的实验条件。

为了检验生成的无色液体是水，可以采取与水进行对照实验的方法，如测量其密度、熔沸点，以及通入二氧化碳等，通过问题引发学生思考为什么能根据水的性质进行检验，从而引出构成水的微观粒子，为下面分子教学做铺垫。



1. 对于化学变化的本质的理解，可设置拆分和搭建模型的学生活动，引导学生体验水的合成和分解的微观过程，但对水分子的空间结构不作要求。

2. 18世纪中期，英国物理学家和化学家卡文迪什发现氢气，但他受燃素说影响将其叫做“可燃空气”。

18世纪后期，法国化学家拉瓦锡经实验研究，将“可燃空气”命名为“氢气”，正式提出水是由氢和氧组成的。19世纪初，英国科学家尼克尔森和卡莱尔用“伏打电池”在常温下进行了水的电解实验，成功得到氢气和氧气，进一步证实了拉瓦锡的结论。

课题3 水的组成

在课题结尾创新性地通过“学习本课题后……”，抛出学生的困惑“分子和原子是一些怎样的微观粒子？”，带领他们进入下一专题“构成物质的微观粒子”的学习。

学习本课题后，你通过“分”“合”的思维方法认识了水的组成。那么，水分子、氢原子、氧原子都是一些怎样的微观粒子呢？



学习指南

- ④ 在水的电解实验中，与电源负极连接的一端产生的气体是_____，与电源正极连接的一端产生的气体是_____；水是由_____组成的。
- ⑤ 水是由大量的_____聚集而成的，而每个水分子是由_____构成的。
- ⑥ 化合反应是_____的反应；分解反应是_____的反应；在化学变化中，_____重新组合成_____。

例题导引

问题：● ➤ 拉瓦锡用加热汞的方法研究空气的组成。实验时，他发现液态汞的表面有红色固体生成，当气体体积减小约 $\frac{1}{5}$ 时，红色固体也不再增加。再加热这些红色固体，又会生成液态的汞和一种气体，将该气体与先前剩余气体混合后，则得到“原来”的空气。分析上述实验事实，结合已学习的关于空气成分的知识，分析：

- (1) 红色固体的组成及推理依据。
- (2) 拉瓦锡将加热红色固体产生的气体与先前的剩余气体混合对于研究空气组成的意义是什么？

分析：● ➤ (1) 从“分”与“合”两个角度研究物质的组成是化学家常用的思维方式。拉瓦锡的实验中，加热到气体

106



贴士

结合水的研究及“例题导引”中拉瓦锡对空气组成的研究，引导学生认识从“分”和“合”两个角度探究物质的组成，让学生认识到多角度收集证据有助于获得更可靠的结论。

水质检测及自制净水器



教学目标

- 通过调查我国饮用水的水质标准,结合对水资源现状的认识,理解水质检测、水净化在保障饮水安全中的重要性和必要性,初步形成保护和节约水资源的可持续发展意识与社会责任感。
- 运用比较、分类等方法,梳理水质检测的指标、标准与方法,从定性结合定量的视角认识水质检测,初步感受定量研究的意义,并通过使用自制净水器前后的水质进行检测,学习控制变量和对比实验的实验设计方法。
- 结合净化水的常用方法和自来水生产过程,初步形成进行物质分离实验探究活动的一般思路,并基于净水需求运用简单的技术与工程的方法,以小组合作的形式设计并制作净水器,总结反思,不断优化产品。
- 通过合作设计活动方案,并完成净水器制作及水质检测,在解决与化学相关的真实情境问题中培养自主学习、合作交流、质疑、批判的能力和创新意识,感悟协同创新对解决跨学科复杂问题的重要性。



教材解析

一、教材设计思路

本跨学科实践活动属于作品制作类实践活动,旨在引导学生关注人类饮水安全问题,综合体现“物质的性质与应用”学习主题的大概念及“水的净化”和“物质分离、检验的一般思路和方法”等核心知识,关联过滤等基本化学实验技能,涉及“化学与社会·跨学科实践”学习主题中“化学与资源”“化学与健康”的相关内容,帮助学生建构分类观、变化观等化学观念,促进“系统与模型”“结构与功能”等跨学科大概念的进一步发展。

“水质检测”是利用相关仪器和技术对待测水样中污染物的种类、浓度及其变化趋势进行监测的过程,进而综合评价水质状况。“净水器”是依据生活、生产对水的使用要求进行深度净化处理的设备。在本专题的学习中,学生探究了水的性质,知道了水资源的现状和水的净化方法。本跨学科实践活动,学生将基于已有的知识和实验技能,依据物质分离、检验等实验探究活动的一般思路和方法,结合水的使用需求以及常用的净水方法,应用合适的技术与工程方法,参与调查、设计、制作、实验等实践活动,以小组合作的形式制作净水器并检测水质。本跨学科实践活动的内容结构如图 4-5 所示。

活动 1 是调查我国饮用水的水质标准和水净化处理的方法。完成本活动,学生首先要通过不同途径,调查相关的法律法规,例如我国不同时期的《生活饮用水卫生标准》,然后对所获得的资料进行

梳理,了解水质检测的指标、标准和方法,知道要依据用水需求选择合适的、满足相应精度要求的检测方法与仪器。在调查和讨论的过程中,学生可以进一步认识水质检测和水处理对于维护饮水安全和生态环境稳定的重要意义。

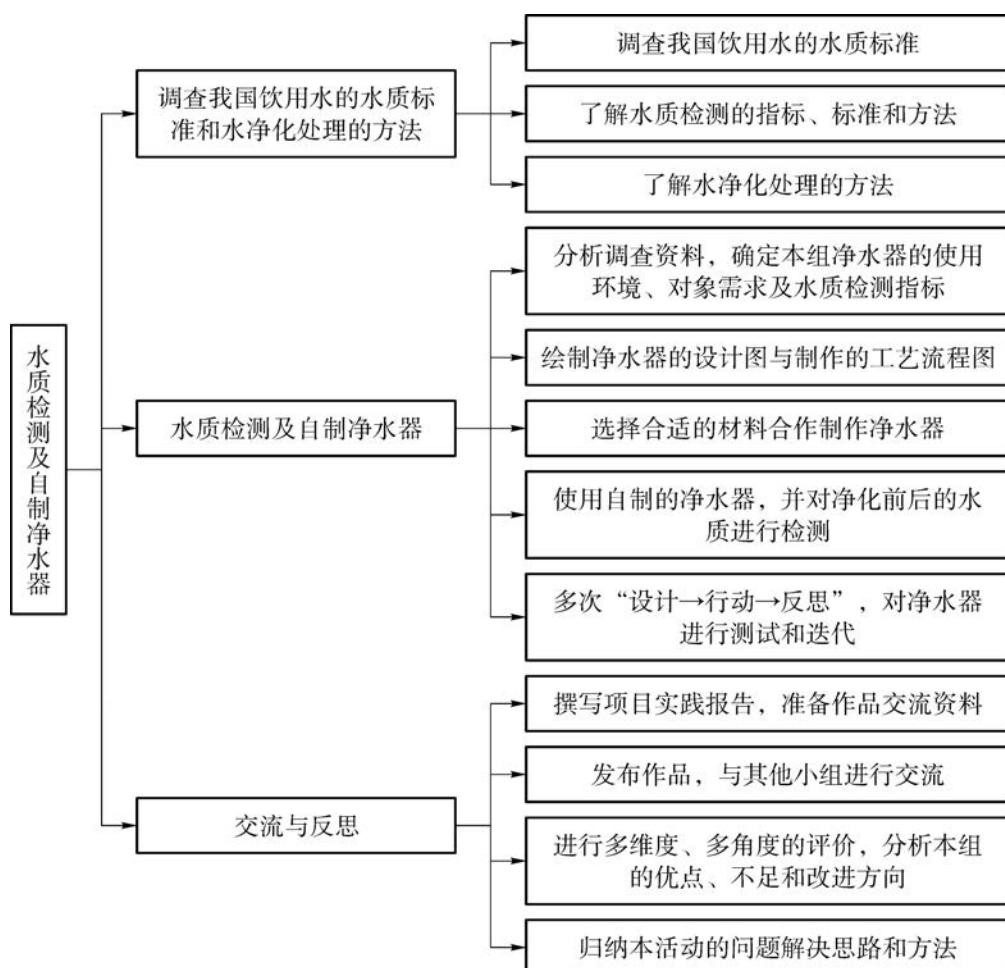


图 4-5 跨学科实践活动的内容结构

活动 2 是水质检测及自制净水器。学生根据使用环境和对象的特定需求,通过小组分工合作完成净水器的设计与制作,并通过实验检测水质,确定净水器的净化效果。学生需要关注净化前的水质情况与使用目的,依据物质分离的一般思路和方法,选择合适的净水方法,并遵从作品制作的一般过程和方法,结合自来水生产过程,绘制净水器的设计图和制作的工艺流程图,再选择合适的材料进行制作。之后,采用对比的方法对使用净水器前后的水质进行检测,做好数据记录,在多次实验的基础上优化方案并完善作品。

在“交流与反思”环节中,学生需要合作撰写项目实践报告,以小组为单位发布作品,进行展示、交流,对净水器及活动过程进行多维度、多角度的评价,反思本组的优点和不足,提出改进方向与思路,最后梳理、汇总本活动的问题解决思路和方法。

在完成本跨学科实践活动的过程中,学生能有效提升通过网络查询等技术手段获取和加工信息的自主学习能力,知道国家在生态环境保护等方面颁布了法律法规,认识化学在解决与资源、人类健康等相关的问题中的作用,发展综合运用化学、技术、工程及跨学科知识设计、制作相关作品,与他人分工协作、沟通交流、解决真实问题的能力。

二、教材分析

跨学科实践活动 水质检测及自制净水器

随着社会的快速发展，人们对水质重要性的认识逐渐加深，水质问题成为社会焦点。净水器的应用因此越来越广泛，它不仅能保障人们的健康和生活质量，同时也可促进水资源的合理利用。

在本活动中，你将通过调查、设计、制作、实验等，了解水质检测的指标、标准和方法，经历净水器制作与水质检测实践过程。因此，你和同伴可以合作完成如下任务：

- 活动 1 调查我国饮用水的水质标准和水净化处理的方法
- 活动 2 水质检测及自制净水器
- 交流与反思

在每项任务中，你和同伴都需要先设计一个详细的活动方案，做好分工；活动中，应注意活动过程和实验相关数据的记录。

活动 1

调查我国饮用水的水质标准和水净化处理的方法

要求及建议

- ① 明确本次调查的目的、任务和意义，设计调查方案。
- ② 设计收集统计资料的卡片、数据记录表。

提示

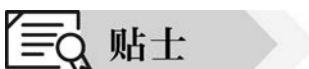
- ① 在调查过程中会应用到水质检测相关法律法规，如《生活饮用水卫生标准》，要注意比较我国不同时期的《生活饮用水卫生标准》。
- ② 水质检测的指标、标准和方法比较多，你可以运用分类的方法进行梳理与归纳。要根据生活、生产的需求选择合适的指标、标准，以及满足相应精度要求的检测方法与仪器。

108

从水质问题引入，旨在引导学生主动关注有关水资源保护、饮水安全等实际问题，知道人类生存与发展会面临来自环境、资源、健康等方面的危机与不确定性挑战，科学和技术有助于解决社会问题。

先设计详细的活动方案，有利于学生形成解决真实问题的思路和方法。在本跨学科实践活动 中，学生需要初步形成物质分离、物质检验、作品制作的一般思路和方法。

通过比较我国不同时期的《生活饮用水卫生标准》，知道国家为了更好地保障人民群众的饮用水安全，颁布了法律法规并多次修订。水质检测指标和标准的变化，反映了我国在保障饮用水安全方面的不断进步和对公众健康的高度重视。



1. 《生活饮用水卫生标准》规定了各类生活饮用水的水质要求、水质检测的指标和限值。指标主要分为微生物指标（如总大肠菌群、菌落总数等）、毒理指标（如铅、汞、硝酸盐等）、感官性状和一般化学指标（如色度、浑浊度、pH、肉眼可见物等）。
2. 我国在 1985 年颁布了第一部《生活饮用水卫生标准》，之后进行了多次修订，最新的《生活饮用水卫生标准》于 2023 年 4 月 1 日实施，相较于 2006 年的标准，对水质指标数量、分类方法、限值以及名称进行了调整和优化，对饮用水的口感、净水工艺和水质检测能力提出了更高的要求，以更好地适应当前的水质状况和健康保护需求。

首先需要考虑使用需求,分析净化前的水质情况,依据物质分离的一般思路选择适合的净水方法。物质分离的一般思路如下:确定混合物的组分→分析各组分的性质差异→选择合适的分离方法。

还要根据用水目的,结合相应的净化程度选择净水方法,例如,如果需要杀灭微生物,则要进行消毒。

物质检验的一般思路是利用物质的物理或化学特征性质设计实验,产生特征现象,从而得出结论。对使用自制净水器前后的水质进行检测,还需要结合控制变量和对比实验的设计方法,从定性联系定量的视角设计实验。

例如:沉淀物可以通过肉眼观察,也可以用浊度计测定;测定一些金属元素、pH、硬度、余氯、硝酸盐等可以使用多合一的水质检测试纸;还可以使用TDS水质检测笔检测水中溶解性固体的总量等。

活动2

水质检测及自制净水器

要求及建议

①本次活动以水质检测与水的净化为核心,综合考虑使用环境和对象的特定需求,选择具体的技术与工程方法完成简易净水器的设计与制作,并通过实验检测水质,确定净水器的净化效果。

②自制净水器的设计要根据净化前的水质情况与使用目的,选择合适的制作原理与方法。画出自制净水器的设计图与制作的工艺流程图。

③采用对比的方法进行水质检测。先检测净化前的水质,再检测使用自制净水器净化后的水质,确定自制净水器净化效果。



▲图4.18 简易净水器

提示

①净水器设计与制作可以从特定需求(如家用)、净化处理(如过滤、消毒等原理与装置)、技术与工程(如材料的易得性、装置大小尺寸、装置的密封性、水的流量、制作工艺、净化效果等)等方面思考。

②控制水的流入量、流出量可以改变净化水的质量,自制净水器能用多长时间,要根据用水量而定。

③活性炭使用一段时间后就会失去作用,即便冲洗、晒干也不能恢复,因此长时间使用后要及时更换。

④水质检测的方法有很多,我们可以选择最常用的方式,如观察是否有沉淀物、水体颜色是否有异常,也可以用仪器测定水的浊度、色度、pH、余氯等。例如,用pH计测定水的pH,用TDS^①水质检测笔测水中溶解性固体总量等。

① TDS值代表水中溶解物杂质含量。TDS值越大,说明水中的杂质含量越大;反之,杂质含量越小。

109

贴士

- 活动2开始前,可以引导学生模拟真实情境,让他们身临其境地思考问题,从而形成解决问题的思路。例如,制作净水器的团队首先需要进行市场调研以确定净水器的使用环境和对象需求,然后选择相应的净水方法,再设计图纸,选择材料进行制作,还需要对产品进行测试和迭代,最后发布产品。从中可以进一步归纳出完成作品制作类活动的一般思路是:调查需求→确定原理→设计图纸→制作产品→测试迭代→发布产品。
- 目前学生主要了解的净水方法是过滤、沉降、吸附、消毒、蒸馏等,学生在设计和制作过滤器的过程中通常基于学习基础、能力水平及制作过程的难易程度等选择净水方法。部分学生绘制的图纸可能趋于理想化,但在制作的过程中较难实现,学生需要对设计图进行及时调整,以顺利制作出净水器,继续进行水质检测。
- 可以结合自来水生产过程、选定的净水方法对净水器的构造和功能进行设计,对于使用多种净水方法的净水器,还要考虑多个部件的连接方式或进行一体化设计。

活动记录

水净化的常用方法与作用

净化方法	去除不溶于水的杂质	去除可溶于水的杂质	去除水中异味与颜色	净化程度

自制净水器净化效果检测记录

检测指标	检测方法	现象或数据		效果
		净化前	净化后	

活动提示：根据实际需要选择检测指标。

“活动记录”帮助学生对“水的净化”核心知识进行归纳和整理，为选择合适的净水方法和水质检测指标提供方向。

“净化效果检测记录”引导学生关注实验过程中的现象或数据记录，通过对对其进行分析、处理，得出合理的结论，有利于净水器的改进和迭代。

交流与反思

要求及建议

- ① 撰写项目实践报告，以小组为单位，进行展示、交流。
- ② 展示交流过程中，注意观看、倾听其他小组的作品与介绍，并与自己小组的作品进行比较，分析并记录其他组的优点，总结自己组的优点和不足，提出改进方向与思路。

本活动通过水质检测及自制净水器，深化对水的净化与水质检测的认识。在今后的学习过程中，同学们还可以从其他角度对水处理过程展开探究，如设计装置模拟自来水厂净水工艺、比较不同净水剂的净水效果、探究硬水软化方法、对各种消毒方式效果展开比较等，为水资源的综合利用贡献你的智慧。

项目实践报告一般包括项目简介、项目背景、项目流程、项目总结和结果、结语（反思与展望）等部分。学生通过撰写项目实践报告，有利于形成本跨学科实践活动的问题解决思路，并将其迁移应用到其他跨学科实践活动中。

110



1. 评价量表对于学生制作作品和进行交流展示具有一定的指导作用。可以在“交流与反思”前，指导学生合作设计评价量表，并进行完善。设计评价量表时，既要关注活动的成果，又要关注学生的成长。例如：对净水器可以从结构完整、操作使用、改进迭代、净水效果、创新设计等角度进行评价，对于学习过程可以从信息获取、交流研讨、团队合作、创新意识等角度进行评价，对于交流与展示过程可以从语言表达、主题明确、生动有趣、互动问答等角度进行评价，还可以对水质检测的实验进行评价。
2. 展示活动成果时，不仅需要展示自制的净水器，还需要对净水器的净水效果进行展示和评估，可以采用拍摄小视频等方式呈现。

本专题教学案例

第1课时 水为什么有三态变化

教学目标

- 结合生活实例,从宏观与微观相结合的视角,解释水的三态变化,初步感受宏观现象与微观世界的相互联系。
- 通过了解水由水分子构成,以及其他物质由分子构成的事实,初步形成基于分子的视角认识物质及其变化,能用分子的观点解释生活中的某些变化或现象,提高运用化学知识解决实际问题的能力。

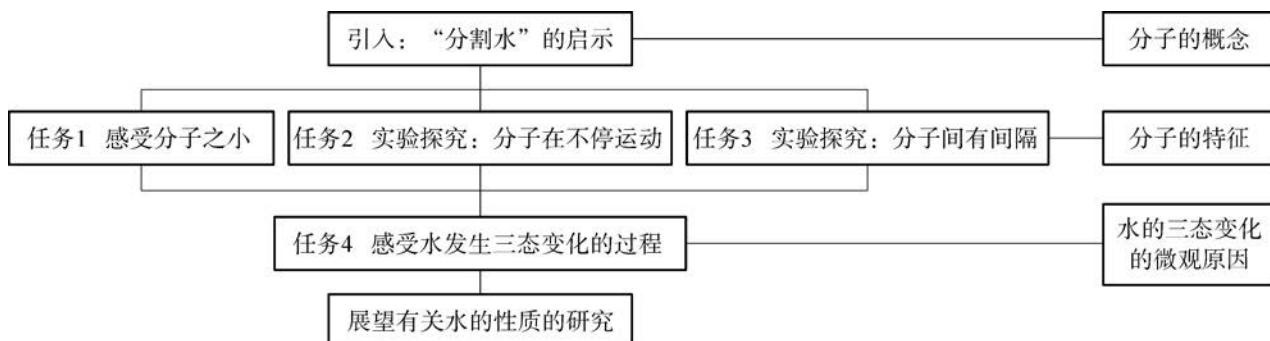
教学重点

分子及其特征;水的三态变化的微观原因。

教学难点

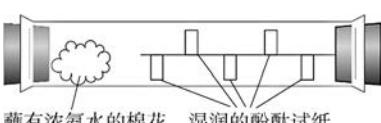
初步体验从微观角度分析宏观现象的思维方式。

教学流程



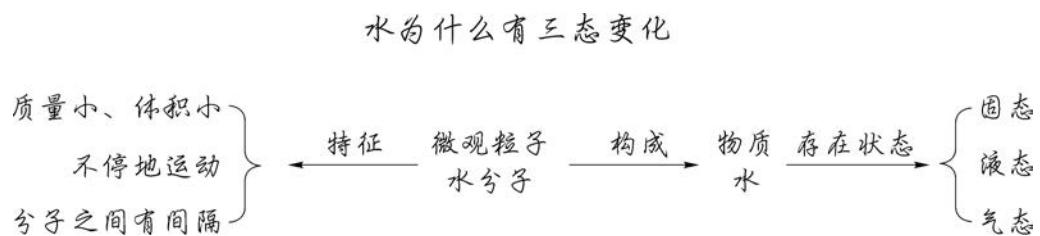
教学过程

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【引入】巴黎奥运会号称史上最热,如何应对高温呢?巴黎的大街上随处可见水雾喷嘴,它是对水进行雾化处理,使其变成$6\text{ }\mu\text{m}$的小液滴,给空气降温。</p> <p>【提问】看来水是可以被“分割”的,那么水能不能无限地分割下去?</p> <p>【演示实验】分割水: ① 喷雾; ② 喷雾喷在熨斗上。</p> <p>【提问】小水珠还看得见吗?</p> <p>【过渡】这个看不见的微观世界到底是怎样的?我们来看看科学家们做过哪些研究。</p>	<p>【倾听】</p> <p>【思考】</p> <p>【观看】</p> <p>【回答】看不见。</p> <p>【倾听】</p>	<p>从热点话题入手,提出本节课的主角——水,引导学生从微观角度寻求宏观现象的本质原因,与课尾呼应。</p> <p>结合实验和化学史,引导学生探索微观世界,认识分子是构成物质的一种微观粒子。</p>

教师活动	学生活动	设计意图						
<p>【呈现】视频：水分子的发现史：① 阿伏加德罗提出分子假说；② 科学家通过射电望远镜观测到遥远星系中的水分子；③ 我国科学家首次在月壤中发现水分子。</p> <p>【提问】水是由什么构成的？ 请大家阅读教材第 90 页第一、二段。</p> <p>【结论】许多物质也像水一样，是由分子构成的。分子是构成物质的一种微观粒子。</p>	<p>【观看】</p> <p>【回答】水是由大量水分子聚集而成的。</p>							
<p>【任务 1】感受分子之小。 【呈现】水分子模型。</p> <p>【讲述】这其实不是真正的水分子，它只是水分子的模型。科学家借助扫描电子显微镜、透射电子显微镜、扫描隧道显微镜和原子力显微镜看见分子。</p> <p>【呈现】图片：扫描隧道显微镜(STM)下的水分子。</p> <p>【提问】真正的水分子是很小的，有多小？一滴水中大概有多少个水分子？ 【呈现】1.67×10^{21}。</p> <p>【过渡】分子虽然很小，但它却以各种各样的方式向我们证明着它的存在。</p> <p>【任务 2】实验探究：分子在不停地运动。 ① 将绑有几张湿润的酚酞试纸的铁丝伸进玻璃管中；② 将浓氨水浸泡过的棉花塞在管口。</p>  <p>【提问】棉花和试纸并没有接触，为什么会变红呢？ 【过渡】除了“质量和体积都很小”“总在不停地运动”外，分子还有什么特征？</p> <p>【任务 3】实验探究：分子间有间隔。 实验(1)混合水与酒精：① 先往玻璃管中加入滴有红墨水的水至玻璃管容积的一半；② 再滴入无水酒精，使其充满玻璃管；③ 用橡胶塞塞紧开口的一端，颠倒数次。</p> <p>【提问】体积变化说明了分子有什么特征？ 实验(2)压缩水和空气：① 取两支大小相同的医用注射器，将活塞向外拉，分别吸入等体积的空气和水；② 用手指顶住注射器末端的小孔，将活塞慢慢推入。</p>	<p>【观察】水分子模型。 【聆听】</p> <p>【观察】</p> <p>【猜测】</p> <p>【实验操作、观察现象、记录、回答】</p> <p>【回答】分子在不停地运动。 【思考】</p> <p>【实验操作、观察现象、记录、回答】</p> <table border="1" data-bbox="762 1684 1111 1841"> <thead> <tr> <th colspan="2">体积变化情况</th> </tr> <tr> <th>预测结果</th> <th>实验结果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>【思考、回答】 【实验操作、观察现象、记录、回答】</p>	体积变化情况		预测结果	实验结果			<p>呈现水分子模型，便于学生直观地认识水分子。</p> <p>借助 STM 技术观察到真实的微观世界，激发学生学习分子特征的积极性。</p> <p>与前面分割水呼应，同时从定量角度反映水分子的小而多。</p> <p>以典型实验事实为依据，借助分子模型，引导学生建立宏观现象与物质微观构成之间的联系，认识分子在物质变化中是如何变化的。</p> <p>通过对比的科学方法引导学生根据实验结果，发现事物的异同点，获得科学的结论。这个结论的得出也为下一</p>
体积变化情况								
预测结果	实验结果							

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【提问】哪一支注射器内的物质容易被压缩？大家知道其中的原因吗？</p> <p>【结论】在固体和液体中分子之间的间隔比较小，在气体中分子之间的间隔比较大。所以气体往往容易被压缩，固体和液体不易被压缩。</p> <p>【提问】从分子角度解释下列事实：</p> <p>(1) 6 000 L 氧气压缩后可装入 40 L 钢瓶中(提示：氧气是由氧分子构成的)。</p> <p>(2) 把酒精温度计放入热水中，其示数会变大。</p>	<p>【思考、回答】</p> <p>【思考、回答】</p> <p>(1) 氧分子之间有间隔，压缩后间隔变小。</p> <p>(2) 酒精分子受热后分子间隔变大。</p>	<p>环节分析三态变化的本质做好铺垫。</p> <p>列举日常生活中的现象，调动学生从微观视角分析宏观现象，巩固分子的概念。</p>
<p>【任务 4】感受水发生三态变化的过程。</p> <p>实验探究：加热蒸发水。</p> <p>① 在蒸发皿中加入 10 mL 水；② 用酒精灯加热至沸腾。</p> <p>【提问】在整个加热的过程中，除了水分子间的间隔变大，水分子还发生了哪些变化？</p> <p>A. 水分子的结构 B. 水分子的数目 C. 水分子的大小 D. 水分子的运动速度 E. 水分子的能量</p> <p>【呈现】动画：水变成水蒸气的过程中水分子的变化。</p> <p>【结论】温度升高，水分子获得能量，运动速度加快，水分子间间隔变大，水分子的排列更加杂乱无序。</p> <p>【提问】现在大家知道水发生三态变化的本质原因了吗？</p> <p>【提问】所以水的三态变化属于物理变化还是化学变化？</p> <p>【过渡】除了水和水蒸气，水还有哪种存在状态？</p> <p>【提问】冰也是战高温的一大法宝，水怎么变成冰？</p> <p>【呈现】动画：冰和水中水分子的排列方式。</p> <p>【讲述】水中水分子的排列是无序的，而冰中水分子的排列是有序的，呈六角形规则排列结构。</p> <p>【结论】温度改变，水分子的排列方式随之改变。</p>	<p>【实验操作、观察现象、记录、回答】</p> <p>【回答】D、E。</p> <p>【观看】</p> <p>【聆听、思考】</p> <p>【回答】水分子间的间隔和水分子的排列方式的改变。</p> <p>【回答】物理变化。</p> <p>【回答】冰。</p> <p>【回答】温度降到 0℃ 以下。</p> <p>【观看】</p> <p>【聆听、思考】</p>	<p>承接上一环节最后一个问题，结合实验，引导学生直观感受水的存在状态的变化，透过现象看本质。</p> <p>有了上一个环节结论的铺垫，再结合动画、类比，学生能够有理有据地分析水的三态变化的微观本质，把从微观视角看物质及其变化作为认识事物的工具。</p>
<p>【提问】刚才你们加热的 10 mL 水全部变成水蒸气之后，它的体积有变化吗？</p> <p>【追问】为什么体积会变大？</p> <p>【追问】那么把这 10 mL 水变成冰，体积是不是变小呢？</p> <p>【提问】巴黎奥运会的喷雾降温为什么用水而不用其他液体呢？水有什么独特之处呢？这就是我们下节课要学习的内容。</p>	<p>【回答】体积变大了。</p> <p>【回答】分子间间隔变大。</p> <p>【思考】</p> <p>【思考】</p>	<p>制造思维冲突，为下节课学习水的性质留下悬念。</p>

板书设计



案例提供者：上海市进才中学北校 胡正怡

第2课时 水有哪些人工净化的方法

教学目标

- 结合自来水生产,了解吸附、沉降、过滤是净化水的常用方法,初步形成净化水及分离混合物的一般思路。
- 通过对净化水的常用方法的分析,理解其作用和变化类型,体会科学地利用物质性质对提高人们的生活质量具有重要作用。
- 结合生活实例,区别硬水和软水,将水的净化知识与生产生活相结合,分析和讨论生产生活中的简单的化学问题,感受化学对改善个人生活和促进社会发展的积极作用。

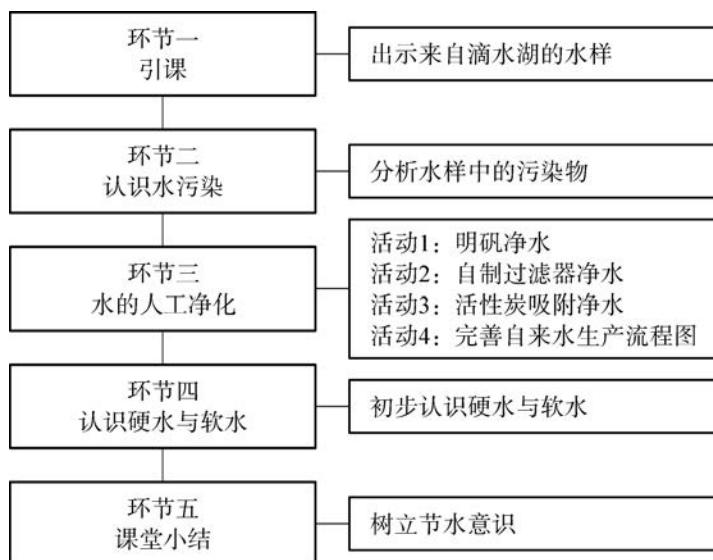
教学重点

水的人工净化的原理和方法。

教学难点

自来水生产过程中各步骤的作用。

教学流程



教学过程

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【呈现】视频：《滴水湖》宣传片。</p> <p>【引入】滴水湖是上海第二大人工湖，这里有一杯取自滴水湖的水，这节课我们将从“这杯水”开始，继续展开对“水”的研究。</p>	<p>【观看】</p> <p>【聆听】</p>	用浦东新区的地标作为素材引入，引导学生观察与思考，激发学生的好奇心。
<p>【过渡】这杯滴水湖的水能不能直接饮用？</p> <p>【讲述】通过上节课的学习我们已经知道，自然界中的水有自净能力。但是，现代人类生活和社会的发展导致了不同程度的水污染，这些污染已经远远超过水的自净能力。像滴水湖的水质就受到施工工地泥沙、商家油污水或洗洁精污水、游客垃圾等多方面的污染。</p> <p>【演示】在盛有滴水湖的水的烧杯中加入一些泥土和色素。</p> <p>【讲解】当水被严重污染之后，我们必须通过人工净化才能得到可饮用的水。</p> <p>【提问】</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 现在这杯水中含有哪些杂质？ (2) 泥沙属于哪种类型的杂质？ (3) 还有其他类型的杂质吗？ 	<p>【回答】不能。</p> <p>【聆听】</p> <p>【观看】</p> <p>【聆听】</p> <p>【回答】</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 泥沙。 (2) 难溶性杂质。 (3) 可溶性杂质、色素、微生物…… 	通过诙谐的提问，让学生意识到仅仅依靠水的自净还达不到可饮用的程度。
<p>【提问】人工净化水的方式有哪些？</p> <p>【讲述】针对不同杂质选择的净化方式是不同的。</p> <p>【提问】当我们拿到一杯泥沙较多的水之后，你最先想到的净化方法是什么？</p> <p>【提问】泥沙太多容易堵住滤纸，在过滤前最好先怎么操作？</p> <p>【讲述】先静置让泥沙沉降，但静置所需时间太长，而且效果可能不那么明显，所以在静置的时候我们会往里面加入一种净水剂——明矾。</p> <p>【任务】明矾净水：① 1号、2号烧杯中都盛有含较多泥沙的水，向其中一杯加入明矾；② 用玻璃棒搅拌1 min，静置，观察现象。</p> <p>【提问】加了明矾的烧杯中观察到什么现象？</p> <p>【讲述】明矾溶于水后产生的新物质可以吸附水中悬浮的难溶性杂质，形成沉淀，沉降下来。</p> <p>【过渡】沉降之后水中的难溶性杂质完全被去除了吗？</p> <p>【任务】请每组同学领取一份经过明矾净水处理的水样（3号烧杯），观察水样的情况。</p> <p>【提问】如何进一步除去少量的难溶性杂质？</p> <p>【任务】请一位同学上台演示过滤操作。</p> <p>【任务】生活中的很多物品也可以用来当作过滤器，在实验盒里找一找。</p> <p>【提问】这些物品的共同点是什么？</p>	<p>【思考】</p> <p>【聆听】</p> <p>【回答】过滤。</p> <p>【回答】静置。</p> <p>【聆听】</p> <p>【活动】进行明矾净水实验并观察现象。</p> <p>【回答】加入明矾的水比未加明矾的更澄清。</p> <p>【聆听】</p> <p>【回答】没有。</p> <p>【活动】领取水样并观察。</p> <p>【回答】水样中还有少量的难溶性固体。</p> <p>【回答】过滤。</p> <p>【活动】过滤操作。</p> <p>【活动】在实验盒里找到“生活中的过滤器”。</p> <p>【交流】漏勺、渔网、纱布……</p> <p>【回答】都有孔隙。</p>	对于难溶性固体的除杂，学生第一反应往往是过滤，通过讲解引导学生明白难溶性固体的除杂首先要考虑颗粒大小，通常先除大颗粒。
		带领学生亲身体验明矾净水的过程，认识明矾可以使水中悬浮的杂质较快沉降。
		大颗粒杂质除去之后，通过观察水样，学生知道接下来需要通过过滤除去小颗粒杂质。
		从学生熟悉的生活物品迁移到过滤的原理，用生活中的物品自制过滤器，调动学生的学

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【讲述】过滤的原理就是通过孔隙截留难溶性固体。</p> <p>【任务】老师用生活中的物品自制了一个过滤器，请同学们利用这个过滤器将大家领取的3号烧杯中的水样进行过滤。</p> <p>【提问】过滤后的水有什么不一样？</p> <p>【过渡】现在越来越多的家庭开始使用净水器，过滤就是它的一个功能。净水器里面含有活性炭，活性炭起什么作用呢？</p> <p>【任务】活性炭吸附：① 找出实验盒里盛有红色液体的4号烧杯；② 向其中加入一小勺活性炭；③ 用玻璃棒充分搅拌。</p> <p>【提问】烧杯中的液体现在是什么颜色？这是什么原因造成的？</p> <p>【追问】是液体变黑了吗？你们看到的黑色其实是活性炭悬浮在了烧杯中，烧杯中的液体到底变成了什么颜色呢？应该怎么处理呢？</p> <p>【任务】验证活性炭吸附后液体的颜色：① 用针筒吸取少量4号烧杯中的液体；② 将注射器与过滤头（内含孔径大小不同的滤膜，是一个简易过滤装置）连接；③ 将注射器内的液体缓缓推入5号烧杯，观察现象。</p>  <p>【提问】5号烧杯中的液体是什么颜色？</p> <p>【讲述】这是因为活性炭表面疏松多孔的结构能吸附色素，这种人工净化的方式叫做吸附。</p> <p>【过渡】经过刚才的一道道工序，这杯水（手持盛有滴水湖水样的烧杯）中的杂质完全除去了吗？</p> <p>【讲述】微生物我们肉眼看不见，我们借助显微镜来观察一下。</p> <p>【演示】在显微镜下观察河水中的微生物。</p> <p>【提问】微生物怎么处理呢？</p> <p>【追问】杀菌消毒的方式有哪些？</p> <p>【讲述】自来水厂常用加氯消毒法。</p> <p>【呈现】视频：微生物在通氯气前后的变化。</p> <p>【任务】家庭用水主要是自来水，假设你是自来水厂的工程师，能否利用今天所学的水的人工净化方式，来设计自来水厂的净水流程？请一组同学上台展示一下。</p> <p>【呈现】动画：自来水生产流程。</p>	<p>【聆听】</p> <p>【活动】用自制过滤器过滤水样并观察过滤后的水质。</p> <p>【回答】澄清了。</p> <p>【聆听、思考】</p> <p>【活动】进行活性炭吸附实验并观察现象。</p> <p>【回答】黑色，因为加了活性炭。</p> <p>【回答】过滤。</p> <p>【活动】验证活性炭吸附后液体的颜色。</p> <p>【回答】无色。</p> <p>【聆听】</p> <p>【回答】不能，还有微生物没有除去。</p> <p>【观察】</p> <p>【回答】杀菌消毒。</p> <p>【回答】煮沸、用酒精、用84消毒液、紫外线照射……</p> <p>【观看】</p> <p>【活动】在白板上用磁力贴设计自来水厂的净水流程。</p> <p>【展示、讲解】絮凝处理→沉降→过滤→杀菌消毒。</p> <p>【观看】</p> <p>【回答】要烧开以后才能喝。</p> <p>【聆听】</p>	<p>习热情和积极性，帮助学生感受到化学与生活息息相关。</p> <p>吸附是学生较为陌生的方法，通过自制过滤器迁移到家庭净水器，进而引出活性炭。接着，通过实验引导学生感受活性炭的吸附作用，学生较容易接受。</p> <p>学生容易将悬浮在水中的活性炭的黑色误认成水变黑了，通过这个简化版的过滤实验，能够帮助学生更好地观察现象，验证活性炭的吸附性。</p> <p>通过显微镜呈现肉眼看不见的微生物，直观地佐证了微生物的存在，学生了解到杀菌消毒的必要性。</p> <p>锻炼学生的专注力及捕捉信息、归纳信息的能力，建构净水模型，促进学生科学思维的发展。</p>
<p>【过渡】自来水可以直接饮用吗？</p> <p>【讲述】自来水中会有余氯，可通过煮沸将其除去。</p> <p>【呈现】图片：水壶使用前和多次使用后。</p>	<p>【回答】要烧开以后才能喝。</p> <p>【聆听】</p>	<p>从生活中烧开水的实例引出硬水和软水的概念，引导学生体会到</p>

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【提问】水壶使用前后有什么不同？</p> <p>【讲述】这些水垢其实是水中的可溶性含钙元素或镁元素的物质在加热后生成的沉淀，如果水中含有这些物质较多，就称为硬水。使用硬水会给生活带来很多麻烦，所以生产生活中我们需要把硬水转化为软水，再进行使用。</p> <p>【提问】一开始老师污染一杯水用了多少时间？</p> <p>【追问】但是我们净化水要用多少时间？</p> <p>【讲述】我们经历了好几道工序，污染容易净化难啊！虽然地球上的水资源很丰富，但可供人类使用的淡水资源是很少的，我国仍然是一个缺水型大国，上海也是一个水质型缺水城市，希望同学们从自己做起，保护水资源。</p> <p>【课后作业】</p> <p>(1) 肥皂水可以用来区分硬水和软水。查阅资料，了解肥皂水区分硬水与软水的方法和原理，并用肥皂水测试家中的自来水是硬水还是软水，记录实验过程和结果。</p> <p>(2) 市面上常见的包装饮用水有纯净水和矿泉水，从成分的角度指出它们的区别，并查阅资料，了解这两种水的生产过程，绘制生产流程图。</p>	<p>【回答】多次使用后的水壶中有水垢。</p> <p>【聆听】</p> <p>【回答】一瞬间。</p> <p>【回答】很长时间。</p> <p>【聆听】</p>	<p>刚才水的一系列净化步骤依然不够，为将来学习硬水软化埋下伏笔。</p> <p>引导学生回忆水的人工净化的一道道工序，感悟到“自来水”来之不易，增强学生对自然与社会的责任感。</p>

板书设计

水的人工净化

1. 水污染

2. 水的人工净化方法

① 絮凝（明矾） ② 沉降 ③ 过滤 ④ 吸附（活性炭） ⑤ 杀菌消毒（氯气）

3. 自来水生产的主要步骤

絮凝处理 → 沉降 → 过滤 → 杀菌消毒

4. 硬水和饮水

案例提供者：上海市进才中学北校 胡正怡

第1课时 怎样通过实验研究水的组成

教学目标

- 通过氢气燃烧和电解水的实验探究，从宏观视角认识水的元素组成；认识物质是由元素组成的，初步形成化学变化中元素不变的化学观念，感悟探究物质组成的一般思想和方法。
- 基于氢气燃烧和电解水的化学反应，认识并辨别化合反应和分解反应，形成从“合”与“分”两个角度研究物质组成的思维方式。
- 通过科学史实，体会化学家探索水的组成的智慧和方法，了解人们认识物质是在不断发展的，初步养成注重实证、严谨求实的科学态度，发展批判性思维。

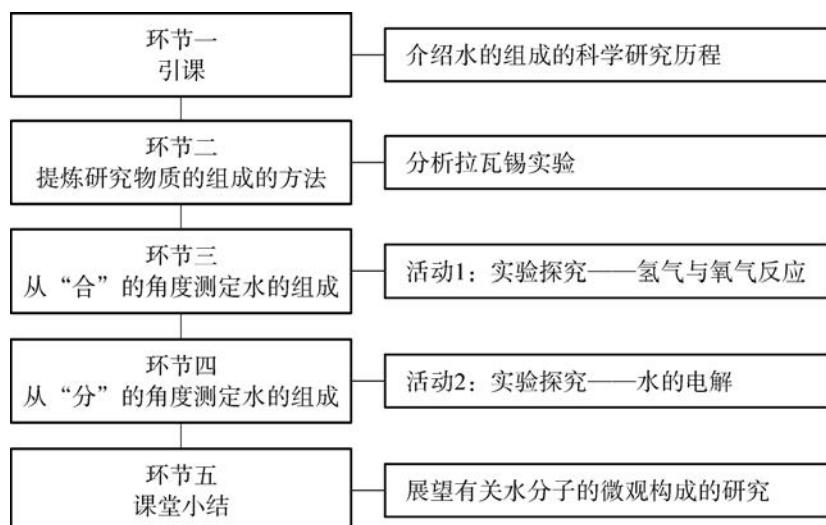
教学重点

从“合”与“分”两个角度探究水的组成。

教学难点

提炼研究物质的组成的方法，并迁移到水的组成的研究。

教学流程



教学过程

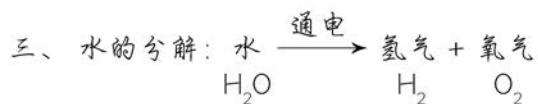
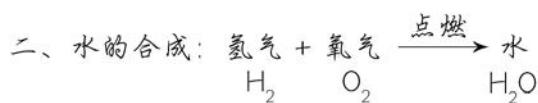
教师活动	学生活动	设计意图
<p>【讲述】在古希腊的哲学里,水一直作为构成世界万物的基本物质四大元素之一而存在,这种思想根深蒂固。直到18世纪末,三位化学家先后展开了对水的研究,水的真面目才逐步被揭开。</p> <p>【呈现】化学史(普里斯特利、卡文迪什、拉瓦锡)。</p> <p>【提问】</p> <p>(1) 普里斯特利和卡文迪什实验中的“易燃空气”是什么物质?</p> <p>(2) 最后推翻了“水是一种元素”这个错误观点的是谁?</p> <p>【提问】我们最早是在哪里认识拉瓦锡的?</p> <p>【讲述】请同学们翻到教材第106页“例题导引”,我们一起来回顾拉瓦锡的汞钟罩实验。这个实验涉及两个化学反应,汞与氧气在加热的条件下生成了红色固体,红色固体继续加热,又重新生成了汞和氧气。</p> <p>【提问】你认为红色固体由哪些元素组成?</p> <p>【讲述】像汞与氧气反应生成红色固体这样,化学上把由两种或两种以上物质反应生成一种新物质的反应叫做化合反应。我们可以从“合”的角度推断物质的组成。</p> <p>【提问】除了“合”,还有什么角度可以推断物质的组成呢?</p>	<p>【聆听】</p> <p>【观看】</p> <p>【思考、回答】</p> <p>【回答】测定空气中氧气含量。</p> <p>【聆听】</p> <p>【回答】汞元素和氧元素。</p> <p>【聆听】</p> <p>【回答】“分”。红色固体加热生成了汞和氧气也能说明红色固体是由汞元素和氧元素组成的。</p>	<p>以化学史贯穿整节课,主线清晰,培养学生的人文素养。</p> <p>通过介绍水的研究历程,激发学生的兴趣,使学生体会科学研究不是直线上升的过程,科学的发展受技术的限制,也被传统观念左右着,在研究中要不断发现、不断进步,体会科学发展之艰难的同时,形成质疑精神。</p> <p>从学生已知的拉瓦锡测定空气中氧气的体积分数实验入手,提炼出研究物质的组成的两种思维方式,迁移到水的组成的探究,贴近学生的最近发展区。</p>

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【讲述】化学上把由一种物质反应生成两种或两种以上其他物质的反应叫做分解反应。</p> <p>【讲述】通过“合”与“分”两个角度研究物质的组成是化学家常用的思维方式，拉瓦锡正是从“合成水”“分解水”两个角度证明了水的组成。</p>	【聆听】	
<p>【提问】什么物质可以与氧气反应合成水？</p> <p>【演示实验】氢气与氧气反应。</p> <p>【讲述】经验证，这种无色液滴就是水。</p> <p>【提问】氢气在氧气中燃烧生成水属于我们刚才讲到的哪种反应类型？</p> <p>【提问】有什么方法可以分解水呢？加热可行吗？</p> <p>【呈现】水具有很高的热稳定性，即使加热到2 000 K(约1 726.85℃)，也只有0.588%的水会分解。</p> <p>【讲述】加热几乎无法分解水，而拉瓦锡将水蒸气通过一根烧红的枪管，得到了氢气。</p> <p>【提问】虽然拉瓦锡不是第一个研究“水的组成”的，但最后真相却是由他揭开的，他身上有值得我们学习的品质？</p>	<p>【回答】氢气。</p> <p>【观察并记录实验现象】燃烧生成淡蓝色火焰，烧杯内壁有无色液滴。</p> <p>【聆听】</p> <p>【回答】化合反应。</p> <p>【思考】</p> <p>【观看】</p> <p>【聆听】</p> <p>【观看】</p> <p>【交流】不惧权威、站在前人的肩膀上等。</p>	<p>通过问题链，启发学生交流讨论。</p> <p>借助化学史，引导学生体会新的发现有时必须经历探索、困难、失败再探索，每一次研究必定站在前人的肩膀上不断前进。</p>
<p>【呈现】化学史(普里斯特利、卡文迪什、拉瓦锡、霍夫曼电解器)。</p> <p>【讲述】19世纪中叶第二次工业革命爆发之后，电被大规模地应用在科学的研究中。</p> <p>【任务】如何通过水的电解来证明水的组成？我们一起来做实验探究。</p> <p>【提问】</p> <p>(1)通电过程中两个电极附近出现了什么现象？</p> <p>(2)切断电源后两支玻璃管中气体的体积是多少？</p> <p>(3)两极的气体体积比大约是多少？</p> <p>(4)两极产生的分别是什么气体呢？请同学们用燃着的木条来检验。</p> <p>【提问】通过这个实验，我们可以得出什么结论？</p> <p>【提问】这个反应属于哪种反应类型？</p>	<p>【观看】</p> <p>【聆听】</p> <p>【活动】实验探究——水的电解，观察并记录实验现象。</p> <p>【实验】检验气体。</p> <p>【回答】水在通电条件下分解生成氢气和氧气，水由氢元素和氧元素组成。</p> <p>【回答】分解反应。</p>	<p>通过观察显性的实验，引导学生理解水在化学变化中可分。该实验也进一步证明水不是一种元素，帮助学生理解水是由氢元素和氧元素组成的。结合环节二中分解反应的概念，利用生成物的元素组成来判断反应物水的元素组成，引导学生感悟“合”的思维方式，形成化学观念。</p>
<p>【呈现】化学史(普里斯特利、卡文迪什、拉瓦锡、霍夫曼电解器)。</p> <p>【提问】现在我们已经知道水是由氢元素和氧元素组成的，那么(指向HO)，这是水的化学式吗？</p> <p>【提问】我们都知道水的化学式是H₂O，下标数字是如何确定的呢？下节课我们将继续沿着科学家的脚步，去微观世界探索“水”。</p> <p>【作业布置】结合本节课所学的化学史，查阅资料，设计一张海报介绍水的组成的研究历程。</p>	<p>【观看】</p> <p>【回答】不是。</p>	为下节课学习水分子的微观构成留下悬念。

板书设计

水的组成

一、化学上确定物质组成的两种思路：化合、分解



四、水的组成：水是由氢、氧元素组成的

案例提供者：上海市进才中学北校 胡正怡

跨学科实践活动 水质检测及自制净水器 (单元教学设计)

一、活动设计思路

“跨学科实践活动 水质检测及自制净水器”是针对水的污染和防治等环境问题而设计的，属于化学与环境相结合的作品制作类实践活动。本跨学科实践活动旨在融合化学、地理、环境科学、技术与工程等多领域知识，引导学生了解水质安全的重要性，掌握水质检测的基本技能，并亲手制作净水器以解决实际问题。活动设计注重理论与实践相结合，强调学生的动手操作能力、团队协作能力和创新思维的培养。在设计具体活动时，应创设真实问题情境，综合运用多学科的知识和方法，借助简单的技术，制作净水器，引导学生初步认识化学与环境的相关关系，帮助树立绿色环保可持续发展观，强化社会责任感。本跨学科实践活动的育人价值如图 4-6 所示。

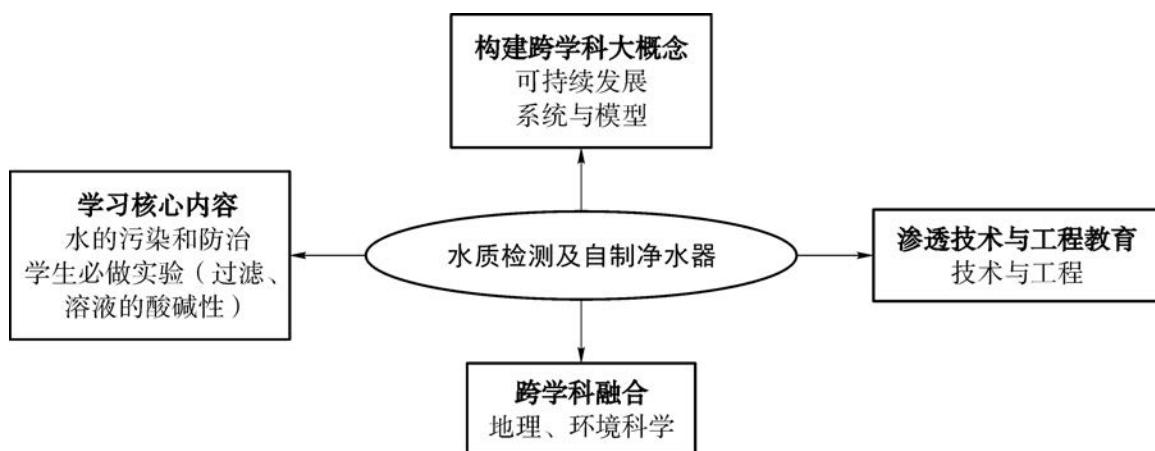


图 4-6 “水质检测及自制净水器”的育人价值

本跨学科实践活动涉及多个学科内容。水的净化、过滤等是化学学科“物质的性质与应用”学习主题的核心知识，除此之外还涉及地球上的水资源、水污染的主要来源、水污染的危害、水的良性社会循环对策(包括节水、治污、污水回收再利用等)，自然界中的水循环，水净化方法，净水装置的搭建等(图 4-7)。

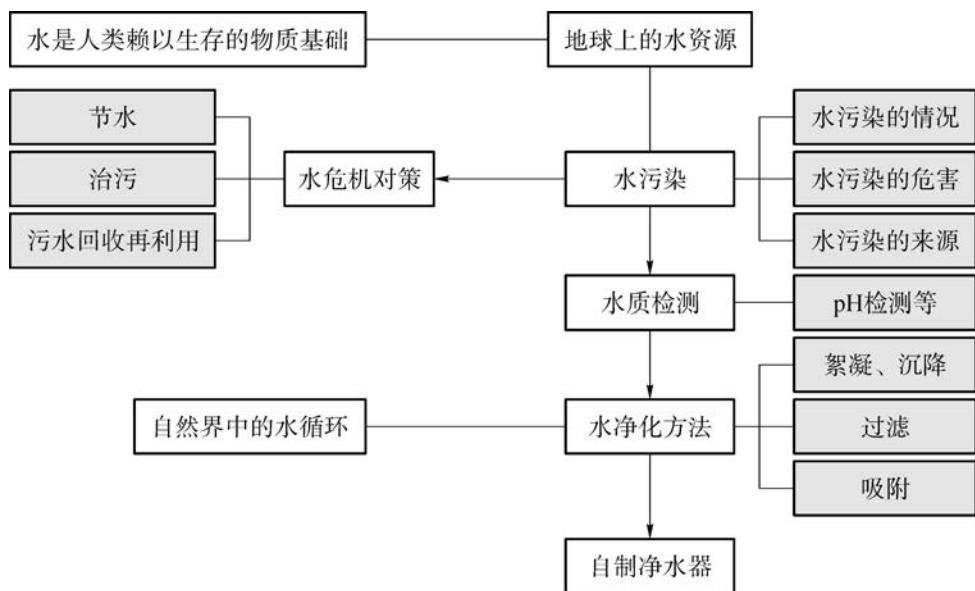


图 4-7 “水质检测及自制净水器”的内容结构

二、活动规划

活动主题 1 调查我国饮用水的水质标准和水净化处理的方法	
活动分析	通过资料搜集与跨学科知识的整合,了解我国饮用水的水质标准,认识常见污染物及其对环境和人类健康的危害,并初步了解现代水净化处理方法在地理、环境科学和工程领域的应用。
活动目标	<ol style="list-style-type: none"> 能概述我国饮用水的水质标准,并理解其对保障公众健康和可持续发展的意义。 识别并解释几种常见的水质污染物及其危害。 理解几种常见的水净化处理方法,并探讨这些技术在不同学科领域的应用。
活动主题 2 水质检测与自制净水器	
活动分析	通过分组实验,学习使用科学工具进行水质检测,理解水质指标的意义;设计并制作简易净水器,将理论知识与工程技术实践相结合,体验从问题识别到解决方案设计的全过程,同时考虑环保和可持续发展原则。
活动目标	<ol style="list-style-type: none"> 知道水质检测方法和关键水质指标,理解其对水质检测的重要性。 设计并制作简易净水器,理解其工作原理与各组件的作用。 通过实验验证净水器的净水效果,评估其性能,并探讨如何进一步优化设计以提高效率和环保性。
活动主题 3 交流反思与成果展示	
活动分析	各小组展示自制净水器及水质检测结果,分享制作过程中的创新思维、技术挑战和跨学科知识的应用;进行集体反思,讨论如何在日常生活中推广节水和水资源保护意识,以及如何将所学应用于解决实际问题,促进可持续发展。
活动目标	<ol style="list-style-type: none"> 通过反思和讨论,提升问题解决能力,促进创新思维和批判性思维的发展,提出更多关于水资源保护和可持续利用的创意。 增进对环境保护和水资源重要性的认识,逐渐成为水资源保护的倡导者和实践者,促进个人和社会层面的可持续发展。

三、课时学习规划

课时	行为目标	教学活动 (活动组/问题链/任务单)	教学资源	评价内容
第1课时 调查我国饮用水的水质标准和水净化处理的方法	了解我国饮用水的水质标准,识别常见水质污染物、水净化方法。	活动组:分组搜集资料,每组负责一个方面(如水质标准、污染物、净化技术),并进行交流、汇报。	网络资源、图书馆书籍、教师提供的参考资料。	资料搜集的全面性、准确性。
		问题链:设置引导性问题,如“我国饮用水的主要水质指标有哪些?”		
第2课时 水质检测基础		任务单:设计收集统计资料的卡片、数据记录表。		
课后任务	反思在学习过程中的收获和不足。			
第3课时 自制净水器设计、制作、展示	掌握基本的水质检测方法。	活动组:分组进行水质检测实验,如pH、浑浊度等。	水质检测试剂盒、实验器材、实验指导手册。	实验操作规范性,数据记录的准确性,分析结论的合理性。
		问题链:讨论不同检测方法的原理和适用范围。		
		任务单:记录实验数据,分析水质状况。		
	课后任务	完善《水质检测》实验报告。		
第3课时 自制净水器设计、制作、展示	设计、制作简易净水器并展示。	活动组:小组讨论净水器设计方案,绘制设计图。	各种可能的净水材料(如沙子、活性炭、棉布等)、制作工具。	设计方案的创新性、实用性,制作过程的合作情况,净水器的外观与功能。
		问题链:探讨不同材料对净水效果的影响。		
		任务单:按照设计方案制作净水器,测试并展示净水效果。		
	课后任务	分析净水器性能不佳的可能原因及改进措施;完善净水器设计、制作。		

四、学习评价方案

1. 学生自评及互评

评价内容	评价标准
资料搜集与整理	全面性:是否涵盖了水质标准、污染物、净化技术等多个方面
	准确性:资料来源是否可靠,信息是否准确无误
	条理性:资料是否按逻辑顺序整理,便于查阅和理解

(续表)

评价内容	评价标准
实验操作	规范性：是否遵循实验步骤和安全规范进行操作
	细致性：实验过程中是否注意到每一个细节，避免误差
	数据记录：数据记录是否准确、完整，无遗漏
设计与制作	创新性：设计方案是否新颖，能否有效解决问题
	实用性：净水器设计是否考虑到了实际使用场景和成本效益
	工艺水平：制作过程中是否精细，成品外观和内部结构是否良好
团队合作	沟通协作：团队成员间沟通是否顺畅，能否有效协作完成任务
	责任分担：每位成员是否明确自己的职责，并认真履行
	冲突解决：遇到问题时，团队是否能够积极寻找解决方案，化解冲突

2. 教师评价

评价内容	评价标准
过程评价	观察记录：记录学生在活动中的表现，包括参与度、积极性、合作情况等
	探究实践：在实验操作、设计讨论等环节中，提升创新思维和问题解决能力等
成果评价	实验报告：评价实验报告的完整性、逻辑性和数据准确性
	净水器成品：根据设计创新性、实用性、工艺水平等方面进行评价
	展示与汇报：评价学生的口头表达能力和展示内容的丰富性、清晰度
综合评价	评价标准：结合过程评价和成果评价，给出每个学生的综合评价分数或等级

3. 评价细则及量表

(1) 学生自评和互评量表

评价维度		评价等级		
		合格	良好	优秀
资料搜集与整理	全面性	涵盖水质标准、污染物，但不全面	较全面地覆盖水质标准、污染物及净化技术	全面详尽，包括最新研究和技术进展
	准确性	大部分信息准确，个别有误或来源不明	信息准确，来源可靠，少量可验证性错误	信息完全准确，来源权威，无误差
	条理性	资料按一定顺序整理，但不够清晰	逻辑清晰，便于查阅，分类明确	结构严谨，条理分明，易于理解

(续表)

评价维度		评价等级		
		合格	良好	优秀
实验操作	规范性	基本遵循实验步骤，偶有违规操作	严格遵守实验步骤和安全规范	操作规范,安全意识强,无违规
	细致性	注意到主要细节，但有疏忽	注意到多数细节，减少误差	极其细致，避免所有可预见误差
	数据记录	数据基本准确，有少量遗漏或错误	数据准确,记录完整,无重大遗漏	数据记录详尽,准确无误,无遗漏
设计与制作	创新性	自制净水器设计方案有一定新意,但不够独特	设计新颖,部分创新点显著	设计独特,创新性强,引领潮流
	实用性	考虑了基本使用场景	充分考虑实际使用场景	高度实用,易于推广
	工艺水平	制作过程基本精细,成品尚可	制作精细,成品外观良好,结构合理	工艺精湛,成品外观精美,内部结构优良
团队合作	沟通协作	沟通基本顺畅,偶有误解	沟通顺畅,协作效率高,误解少	沟通无碍,协作默契,高效解决问题
	责任分担	成员职责基本明确,偶有推诿现象	成员职责明确,各司其职,偶有协助	职责分配合理,成员积极履行,相互支持
	冲突解决	能解决简单冲突,但效率不高	积极解决冲突,效率较高	快速有效解决冲突,团队凝聚力强

(2) 教师评价量表

评价维度			评价等级		
			合格	良好	优秀
过程评价	观察记录	参与度、积极性、合作情况	参与活动,但积极性一般,合作偶有不畅	积极参与,态度认真,合作顺畅	高度参与,表现积极,合作默契,主动性強
	即时反馈	实验操作、设计讨论等环节的反馈	给予基本反馈,但不够具体或及时	及时反馈且具体,有助于改进	频繁且有效地即时反馈,促进成长
成果评价	实验报告	完整性、逻辑性、数据准确性	报告基本完整,逻辑尚清晰,数据基本准确	报告完整,逻辑性强,数据准确,有初步分析	报告详尽,逻辑严谨,数据精确,分析深入透彻
	净水器成品	设计创新性、实用性、工艺水平	设计有一定新意,实用性一般,工艺尚可	设计新颖,实用性较强,工艺精细	设计独特创新,高度实用,工艺精湛,成本效益佳
	展示与汇报	口头表达能力、内容丰富性、清晰度	表达基本清晰,内容较完整,但不够生动	表达流畅,内容丰富,条理清晰,有一定吸引力	表达精彩,内容翔实,条理分明,极具感染力和说服力

五、课时设计

第1课时 调查我国饮用水的水质标准和水净化处理的方法

活动目标

- 能理解水质标准中涉及的指标及其在水质评估中的意义,形成对水质标准的基本认识。
- 通过搜集资料,整理、分析、比较各种水净化的方法,锻炼信息筛选和问题解决能力。
- 通过小组讨论、分享等团队协作完成探究任务,体验合作探究的快乐。

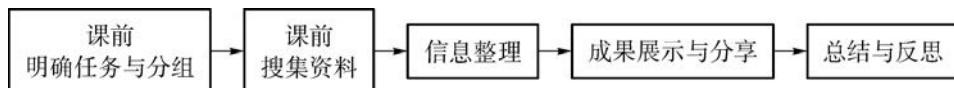
教学重点

水净化处理的方法。

教学难点

如何从海量信息中筛选出准确、可靠的资料;将搜集到的知识转化为自己的语言进行表述。

教学流程



教学过程

教师活动		学生活动	设计意图
明确任务与分工	课前说明任务: 分组搜集: ①水质标准;②自然界中的水资源的分布、水污染的危害、水在自然界中的循环过程等;③各种水净化的方法。 在调查过程中会应用到水质检测相关法规,如《生活饮用水卫生标准》,且要注意比较不同时期的标准。	认真听取任务说明,明确任务要求,设计调查方案。 自由组合成小组,确定组长和组员分工。	明确学习目标,引导学生理解水质标准中涉及的指标及其在水质评估中的意义,形成对水质标准的基本认识。 通过搜集资料,整理、分析、比较各种水净化的方法,为后续学习做准备。 培养学生的团队合作能力和自我组织能力。
搜集资料	课前提供查阅资料的方法、途径、要点。	分工合作,通过网络、图书馆等渠道搜集资料。	培养学生信息检索能力和时间管理能力,鼓励自主学习。
课堂导入	展示图片: 饮用水和非饮用水。	观看图片,思考饮用水需要达到的水质标准。	引入课题,激发学生兴趣,引发对饮用水标准的思考。
信息整理	再次明确任务,巡视各小组,提供必要的指导和帮助。	小组合作搜集资料,遇到问题及时请教教师或组内讨论解决。	鼓励自主学习,提升信息检索能力和时间管理能力。
	评价各小组成果。	小组成员遇到问题及时请教教师或组内讨论解决。	确保活动的顺利进行,及时解决学生遇到的困难。

(续表)

教师活动		学生活动					设计意图
成果展示与分享	组织各小组进行成果展示,准备提问环节。	小组代表准备展示内容,其他小组准备提问或补充: (1) 饮用水的水质标准。 (2) 水净化的常用方法。					培养学生的表达能力和批判性思维,促进知识共享和交流。
	听取各小组展示,引导其他小组提问或补充。	小组代表上台展示成果,其他小组认真倾听并积极参与互动。					
总结与反思	对本节课进行总结,强调水质安全的重要性。	认真听取总结,反思自己在学习过程中的收获和不足。					帮助学生梳理知识点,强调水质安全的重要性,为后续学习打基础。

板书设计

调查我国饮用水的水质标准和水净化处理的方法

1. 饮用水关键指标

- (1) 色度、pH、臭和味等
- (2) 不同时期水质标准有变化

2. 水净化的常用方法

- (1) 过滤法
- (2) 沉淀法
- (3) 蒸馏法
- (4) 活性炭吸附法
- (5) 臭氧化法

第2课时 水质检测基础

活动目标

1. 能够识别不同水质检测方法的适用性和局限性。
2. 运用基本的水质检测操作技能,如使用 pH 计、TDS 水质检测笔等,提升数据分析和处理能力以及提取关键信息的能力,增强环保意识和社会责任感。

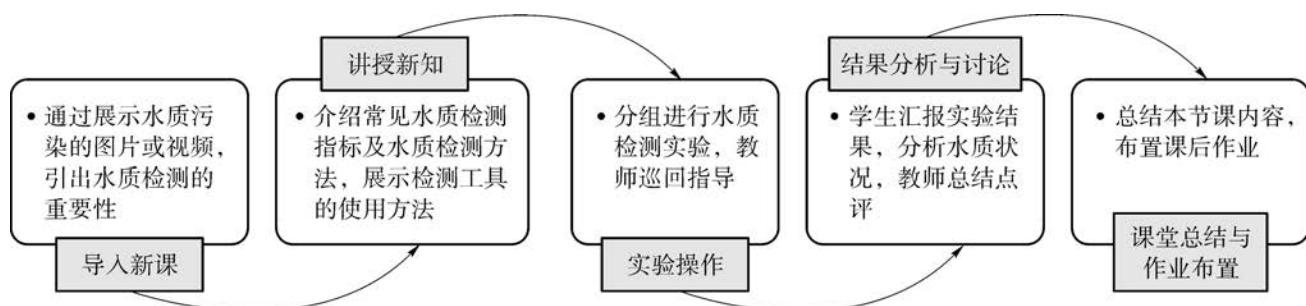
教学重点

常见水质检测方法;水质检测实验的操作步骤和注意事项。

教学难点

如何准确解读水质检测结果,并判断水质状况;如何在实验过程中保持操作的规范性和准确性。

教学流程



教学过程

教师活动		学生活动	设计意图
导入	展示水质污染图片/视频。	观看并思考水质污染对环境和人类的影响。	激发学生兴趣,引入水质检测主题。
水质检测	介绍水质检测的重要性。	聆听并思考水质检测的意义。	明确学习目标,引导学生理解水质检测的价值。
	讲解常见水质检测方法和水质检测指标。	认真听讲,记录关键信息。	促进学生掌握理论知识,为后续实验打下基础。
实验操作	演示检测工具使用方法。	观察并模仿教师操作,记录操作步骤。	引导学生学习正确使用检测工具的方法,为后续实验做准备。
	分组检测附近(家或学校)水源污染情况(利用水质试剂盒、TDS水质检测笔、pH传感器等多种传感器测多项指标)以及分析造成污染的原因。	小组合作,按照操作步骤进行实验,记录实验数据。	培养学生实验操作能力,增强团队合作意识。
	巡回指导,解答疑问。	遇到问题及时提问,根据教师指导调整实验。	确保实验顺利进行,解决学生困惑。
结果分析与讨论	汇报实验结果,分析水质状况。	各组代表汇报实验结果,全班共同分析水质状况。	锻炼学生表达能力,使学生学会从实验结果中提取关键信息,培养数据分析能力。
总结与作业	总结点评,强调注意事项。	认真聆听总结,反思实验过程中的不足。	加深学生理解,巩固所学知识,提高学生实验操作的规范性和准确性。
	布置课后作业:撰写《水质检测》实验报告。	完善《水质检测》实验报告。	巩固课堂所学,培养学生科学严谨的态度。

板书设计

水质检测基础

1. 水质检测方法

(1) 化学分析法

(2) 仪器分析法

2. 水质检测指标

pH、浑浊度、重金属等

3. 水质检测实验步骤

取样→检测→记录数据→分析数据→得出结论

第3课时 自制净水器设计、制作、展示

活动目标

- 理解自制净水器的基本原理,包括过滤、吸附等过程。
- 以水质检测与水的净化为核心,综合考虑使用环境和对象的特定需求,选择具体的技术与工程方法完成简易净水器的设计,并能够运用创新思维评估不同设计方案的优缺点。
- 通过小组合作,动手实践,完成净水器的制作并进行净水效果测试,培养科学探究能力,鼓励创新思维,提出改进净水器的建议;增强对水资源保护的意识,理解净水技术在环境保护中的重要作用,提高社会责任感。

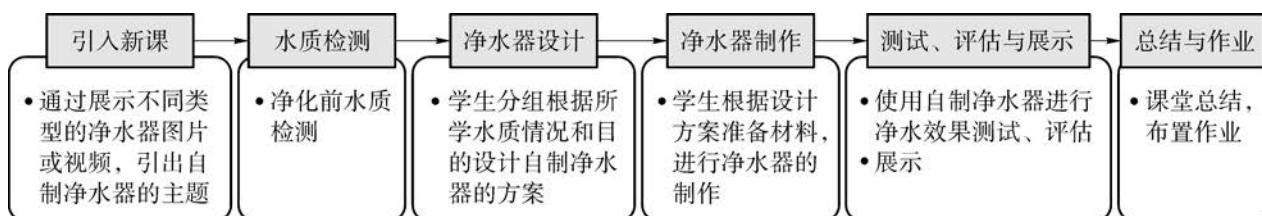
教学重点

自制净水器的基本原理和制作步骤;识别并解释自制净水器中各种材料的作用。

教学难点

设计并制作出合理且有效的净水器;在制作过程中保持操作的规范性和准确性,确保净水效果。

教学流程



教学过程

教师活动		学生活动	设计意图
导入	展示净水器图片/视频。	观看并思考自制净水器的意义和价值。	激发学生兴趣,引入新课主题。
净化前的水质情况	引导学生自制净水器要根据净化前的水质情况和使用目的。	实验操作:净化前水质检测。	为后续设计和制作打下基础。

(续表)

教师活动		学生活动	设计意图											
净水器设计、制作、测试、展示	引导学生分组讨论设计方案。	分组讨论,提出多种设计方案并进行比较和优化,画出自制净水器的设计图与制作工艺流程图。	培养学生的创新思维和问题解决能力。											
	呈现几种不同的设计方案,如过滤型、蒸馏型,供学生参考、学习。													
	提供工具和材料支持。	准备材料,开始制作净水器。	锻炼学生的动手实践能力增强团队合作意识。											
	巡回指导制作过程。	遇到问题及时提问,根据教师指导调整制作步骤。	确保制作顺利进行,解决学生困惑,提高制作质量。											
	组织学生进行净水效果测试。	使用自制净水器进行测试,记录测试数据。	验证设计方案的可行性,培养学生的实验操作能力。											
	引导学生分析测试结果并评估效果。	小组内讨论分析测试结果,评估净水器的效果和问题: 自制净水器净化效果检测记录 <table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">检测指标</th><th rowspan="2">检测方法</th><th colspan="2">现象、数据</th><th rowspan="2">效果</th></tr><tr><th>净化前</th><th>净化后</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	检测指标	检测方法	现象、数据		效果	净化前	净化后					
检测指标	检测方法	现象、数据			效果									
		净化前	净化后											
组织学生展示净水效果。	小组间展示交流,相互比较、学习。	培养学生交流和展示能力。												
总结与作业	总结点评并提出改进建议。	认真聆听教师总结,思考如何改进净水器设计。	加深学生对知识的理解,提高设计与展示水平。											
	布置课后作业: (1) 经过简单处理的水能喝吗? (2) 以本次探究活动为启发,能否设计一款用于学校雨水收集与净化的装置?	完成课后作业。	巩固课堂所学,提升学生的自主学习能力和展示交流能力。											

板书设计

自制净水器设计、制作、展示

1. 关键要素

(1) 材料选择

(2) 材料放置顺序与用量

2. 制作流程

(1) 准备材料

(2) 制作步骤：清洗塑料瓶→切割开口、打孔→填充材料→封闭瓶口

3. 测试评估

检测指标：浊度、异味、颜色等

4. 改进建议

(1) 材料：优化组合，提升净化效果

(2) 结构：改进设计，增强实用性

案例提供者：上海市浦东新区建平康悟中学 王瑛



本专题教学问题讨论与教学资源链接



实验讨论

1. 水与氧化钙反应

本实验是专题 4 课题 1“水的性质”中的实验,作为教师演示实验或学生实验均可。本实验内容旨在让学生体验水的化学性质,通过观察或动手实验,巩固化学试剂取用的基本操作;引导学生通过认识水与氧化钙能发生化学反应并放出大量热的事实,再结合生石灰中主要成分是氧化钙的知识,帮助学生认识生活中用生石灰做干燥剂等,其本质上都是氧化钙与水反应的结果。

氧化钙易与空气中的水蒸气、二氧化碳反应。氧化钙与水反应剧烈,放出大量的热,具有较强的腐蚀性,实验过程中要提醒学生做好防护措施,注意实验安全。事实上,在进行本实验时可能会出现观察不到明显放热的异常现象,教师在实验准备及实验过程中应注意:实验前先检验氧化钙是否变质,避免影响实验放热效果、出现酚酞不变色等现象;其次,因为水的比热容大,所以要控制水的用量,避免过多的水吸热使温度变化不明显;氧化钙使用后必须尽快密封保存,可以蜡封或涂凡士林,以备后续使用,节约药品。

判断化学反应是否发生,教师要引导学生从反应物的减少、生成物的产生、pH 变化、能量变化等多角度进行思考与分析。本实验判断氧化钙与水是否发生化学反应,重点关注氢氧化钙的生成和热量变化:氢氧化钙的生成可以利用酸碱指示剂检验碱性,也可以利用氢氧化钙与二氧化碳反应等来证明;实验中可以引入数字化仪器,如数显温度计或热成像仪(图 4-8)等,实时测定反应中的温度变化,使学生能更清晰、更直观地观察到实验数据,帮助学生更好地认识氧化钙与水反应放热的情况。

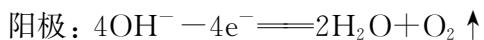
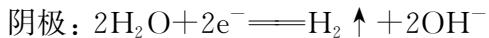


图 4-8 数显温度计(左)、热成像仪(右)

2. 水的电解(学生必做实验)

专题 4 的课题 3 在“怎样通过实验研究水的组成”时,设置了学生必做实验“水的电解”,旨在让学生体验通过实验认识水的组成的科学探究过程。

水电解器的反应原理:在通直流电条件下,水在电极上发生电化学反应,分解成氢气和氧气。



本实验作为学生必做实验,为了确保实验开展以及实验准确、成功,需要考虑水电解器、电极材料、直流电源、电解液、实验注意事项等方面。

(1) 水电解器

水电解器具备三个主要功能:①能观察到电极上水被分解成气体;②能测量生成的氢气和氧气的体积;③能较为方便地检验氢气和氧气。目前市售水电解器的结构相似,主体使用玻璃或透明塑料,以便于观察实验现象;两支透明管均标有刻度,用于收集并测量气体体积;两支透明管上方有活塞,可排出并检验气体。

教师也可以根据教学需求自制或改进水电解器。

(2) 电极材料

在选择市售水电解器或自制水电解器时,要关注水电解器的电极材质,综合考虑各材质的优缺点。选用铂或镀铂电极能获得较好的实验效果,但铂电极的价格昂贵。铁、铜可以作为阴极,但不能作为阳极,因为它们在阳极上失去电子形成正离子,会被腐蚀且干扰实验现象。镍或镍铬合金也可以作为电极,镀镍回形针是简单易得的电极材料之一。石墨虽然是常见的惰性电极,但它容易吸附气体,使生成的气体体积比误差较大,此外当电压和电流较大时,石墨棒表面容易剥落,使电解液变黑。

(3) 电解液

水的导电能力极弱,需要加入适量的强电解质,以增大导电能力。对于强电解质而言,在一定浓度范围内,电解质的浓度越大,导电能力越强。以氢氧化钠溶液为例,当氢氧化钠物质的量浓度为5 mol/L(折合成质量分数约为20%)时,导电能力最强。但该浓度的氢氧化钠溶液腐蚀性很强,结合实际应用,用10%左右的氢氧化钠溶液即可,硫酸则为5%左右即可^[1]。

(4) 直流电源

电解水的直流电源需要能提供稳定的电压和电流,可选用学生电源或干电池组。常用的电压范围是直流电8~16 V。该范围内的电压能够确保实验的安全性和效率,适用于大多数实验条件下的水电解反应。

根据不同的水电解器,实验时使用的电压可能有所不同。例如,一些自制水电解器或特定实验条件下的水电解器可能需要更高的电压(如12~24 V)来加快反应或满足特定实验需求。然而,过高的电压也可能带来安全风险,因此在学生实验中需要谨慎选择。

(5) 学生实验时注意事项

① 实验前首先要对学生进行充分的安全教育,强调实验操作的规范性和危险性。确保用电安全,严禁用手直接接触电极或电解液,从而避免触电。

② 实验中教师要密切关注学生的操作,指导学生仔细观察水电解过程中产生的气体的体积比,正确记录实验数据,并指导学生用点燃的木条检验氢气和氧气。

③ 实验结束先切断电源,再处理剩余的电解液和气体。

④ 实验后组织学生进行总结反思,讨论实验中遇到的问题和解决方案,以加深对电解水实验的理解。

在该实验活动中,教师要让学生充分地体验探究物质组成的实验过程,引导学生观察并描述实

验现象。根据实验证据推理生成物,运用比较、分析的方法得出水的组成。若实验出现意外现象或未能成功时,应鼓励学生遵循实事求是的精神,主动分析原因,找出解决方法,进一步完成实验。



教学疑难问题解析

水为什么具有反常膨胀的性质

在4℃时,水的密度最大,而冰的密度小于水的密度。这些性质对于生命的存在有着重要意义。如果水和冰不具备这些性质,地球上所有的水体在冬天结冰时,所有水生生物都会冻死。

水和冰具有上述的性质,与水分子及其相互间的氢键有关。由于氧的电负性很强,水分子中氢原子和氧原子共用的电子对强烈偏向氧原子,使氧原子带负电性,而氢原子带正电性。近邻水分子的氧原子和氢原子间可以形成氢键(图4-9)。水分子间的氢键具有方向性,冰晶体中水分子有特定取向——水分子的O—H键轴正好与近邻的水分子中氧原子上的孤对电子 σ 轨道重合。水分子间的氢键还具有饱和性,每摩尔冰里只有 $2N_A$ 个氢键。

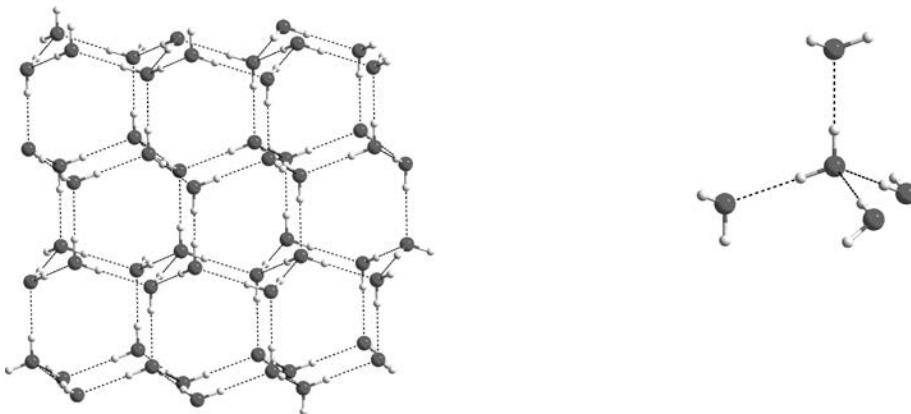


图4-9 冰晶体的结构

在冰中每个水分子周围最邻近的水分子只有4个(如果把形状相同的接近球或椭圆的分子堆积在一起,每个分子周围近邻的分子数最多可达12个),即冰中水分子堆积得并不紧密,或者说冰的结构中存在着很大空隙。正是这样的微观结构导致了冰的密度并不大。当冰熔化为水时,有部分氢键被破坏,从而使分子排列趋于紧密,体积变小,所以水的密度大于冰。随着温度升高,会同时发生两种相反的过程:一种是与冰熔化相似的过程,部分氢键被破坏,水分子排列趋于紧密;另一种是水分子间的间隔因热运动不断增大。0~4℃时,前者占优势;4℃以上,后者占优势;4℃时,两者势均力敌,导致水的密度最大。此外,水的比热容大,也是由于水升温过程需要打破除范德华力外的氢键^[2]。



教学资源链接

1. 硬水、软水

天然水体中除了水以外,还有其他多种物质,根据它们在水中存在的形态不同,可将这些物质分

为三类：溶解物质、胶体物质（如硅、铝、铁的水合氧化物胶体物质）和悬浮物质（如泥沙、黏土等颗粒物）。溶解物质大致可以分为五类：离子、溶解气体、营养物质、微量元素和有机化合物。天然水中的主要正离子有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 等。这些离子来自它们的矿物，如钠长石($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)、白云石[$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]、钾长石(KAlSi_3O_8)、镁橄榄石(Mg_2SiO_4)等。当矿物与水接触或在风化过程中， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等离子通过水解进入水体。水体中的主要负离子有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 等，其中 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 是淡水的主要负离子。这些负离子通过矿物被溶解而进入水体^[3]。

水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 会与肥皂的主要成分——硬脂酸钠结合生成硬脂酸钙、硬脂酸镁沉淀，使之失去去污能力。通常把钙、镁盐或 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总浓度看成水的硬度。水中钙、镁的碳酸氢盐受热分解成碳酸盐沉淀而被除去，其硬度称为暂时硬度，仅含此类盐的硬水称为暂时硬水。暂时硬水加热过程中易产生水垢，妨碍容器传热。水中钙和镁的硫酸盐、硝酸盐、氯化物的硬度称为永久硬度，含此类盐的硬水叫永久硬水^[4]。

不同国家对水的硬度的表示方法不尽相同，我国以 mg/L 作为水中总硬度的单位，《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2022)中规定生活饮用水总硬度(以 CaCO_3 计)的限量为 450 mg/L。根据《生活饮用水标准检验方法 第 4 部分：感官性状和物理指标》(GB/T 5750.4—2023)，测定生活饮用水的总硬度的方法是乙二胺四乙酸二钠滴定法。测定原理如下：水样中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与铬黑 T 指示剂形成紫红色螯合物，这些螯合物的不稳定常数大于乙二胺四乙酸钙和镁螯合物的不稳定常数；当 pH=10 时，乙二胺四乙酸二钠先与 Ca^{2+} ，再与 Mg^{2+} 形成螯合物，滴定至终点时，溶液呈现出铬黑 T 指示剂的纯蓝色。

2. 水的纯化流程

水的纯化是一个多级过程，每一级都除掉一定种类的杂质，为下一级纯化做准备。高纯水的制备流程由预处理、脱盐和后处理三部分组成，根据用水的要求选择合适的工艺组合。预处理主要是除去悬浮物、有机化合物，常用的方法有过滤法、活性炭吸附法等。脱盐主要是除去各种盐类，常用的方法有电渗析法、反渗透法、离子交换法等。后处理主要是除去细菌、微颗粒，常用的方法有紫外杀菌法、臭氧杀菌法、超过滤法、微孔过滤法等。

高纯度水制备的典型工艺流程如下：原水→过滤→活性炭过滤器(或有机大孔树脂吸附器)→反渗透器(或电渗析器)→阳离子交换柱→阴离子交换柱→混合离子交换柱→有机化合物吸附柱→紫外灯杀菌器→精密过滤器→高纯水。

(1) 活性炭吸附法

活性炭是水纯化中广泛使用的吸附剂，有粒状和粉状两种，在活化过程中晶格间生成很多微孔，比表面积为 500~1 500 cm^2/g ，吸附能力很强。活性炭能吸附相当多的无机物和有机化合物。活性炭对有机化合物的吸附有选择性，易于吸收的有机化合物有：芳香溶剂、氯代芳香烃、酚和氯酚、四氯化碳、农药、高分子染料等。

活性炭的使用方法如下：粉状活性炭用清水浸泡，清洗，装柱，用 3 倍体积的 3% HCl 和 4% NaOH 动态交替处理 1~3 次(流速 18~21 m/h)，每次处理后均淋洗至中性。失效的活性炭可在 540~960℃ 再生。

(2) 离子交换法

离子交换法使用离子交换树脂，它是一种高分子化合物，通常为半透明的浅黄、黄或棕色球状物。它不溶于水、酸、碱及盐中，对有机溶剂、氧化剂、还原剂等化学试剂也具有一定的稳定性，耐热性较好。

在离子交换树脂网状结构的骨架上，有许多可以与溶液中离子起交换作用的活性基团。根据活性基团的不同，分为阳离子交换树脂和阴离子交换树脂两种。在阳离子交换树脂中又有强酸性阳离子交换树脂（如聚苯乙烯磺酸型树脂）和弱酸性阳离子交换树脂（如丙烯酸型树脂）。阴离子交换树脂也可分为强碱性阴离子交换树脂（如聚苯乙烯季铵盐树脂）和弱碱性阴离子交换树脂（如聚苯乙烯仲胺型树脂）。

当水流过装有离子交换树脂的交换器时，水中的杂质正离子被交换于阳离子交换树脂上，树脂上可交换的 H^+ 被置换到水中，并和水中的负离子组成无机酸。含有无机酸的水再通过阴离子交换树脂时，水中的负离子被树脂吸附，树脂上可交换的 OH^- 被置换到水中，并与 H^+ 结合成水。通过多次上述的离子交换过程，即可制得纯度较高的去离子水。

(3) 电渗析法

在电渗析器的阳极板和阴极板之间交替平行放置若干张阴离子交换膜和阳离子交换膜，膜间保持一定间距形成隔室，在通直流电后，水中离子作定向迁移，正离子移向负极，负离子移向正极，离子只能透过阳离子交换膜，负离子只能透过阴离子交换膜。在电渗析过程中能除去水中电解质杂质，但对弱电解质去除效率低。电渗析法常用于海水淡化，不适用于单独制取实验纯水。与离子交换法连用，可制得较好的实验用纯水。电渗析法的特点是设备可以自动化，节省人力，仅消耗电能，不消耗酸碱，不产生废液等。

(4) 反渗透法

在对溶剂有选择性透过功能的膜两侧，放有浓度不同的溶液，当两侧静压力相等时，若溶液浓度不相等，其渗透压不相等，溶液会从稀溶液侧透过膜到浓溶液侧，这种现象称为渗透现象。当膜两侧的静压力差大于浓溶液的渗透压差时，溶液会从浓溶液的一侧透过膜流到稀溶液的一侧，这种现象称为反渗透现象。反渗透法也是一种膜分离技术。利用反渗透法分离的物质的粒径为 $0.001\sim 0.01 \mu m$ ，一般是相对分子量小于 500 的分子，操作压力为 $1\sim 10 \text{ MPa}$ 。反渗透膜一般为表面与内部构造不同的非对称膜，有无机膜（玻璃中空纤维膜）与有机膜（醋酸纤维素膜，以及非醋酸纤维素膜，如聚酰胺膜等）两大类。

在纯水的制备技术中，广泛采用反渗透法作为脱盐的主要工序，它的脱盐率在 90% 以上，可减轻离子交换树脂的负荷。反渗透法能有效地除去细菌等微生物及铁、锰、硅等无机物，因而可减轻这些杂质引起的离子交换树脂的污染。反渗透法的缺点是装置价格费用较贵，需要高压泵与高压管路，原水只有 50%~75% 被利用。

(5) 紫外杀菌法

微生物能污染纯水系统，因此，应经常进行杀菌。杀菌的方法有加药法、紫外杀菌法和臭氧氧化法等。紫外杀菌法可以抑制细菌繁殖，并可杀死细菌，杀菌速度快、效率高，效果好，在高纯水制备中已广泛应用。紫外杀菌装置采用低压汞灯、石英套管，低压汞灯的辐射光谱能量集中在杀菌力最强的 253.7 nm ，在杀菌器后安装滤膜孔径小于 $0.45 \mu m$ 的过滤器，以滤除细菌尸体（因绝大部分

细菌或细菌尸体的直径大于 $0.45 \mu\text{m}$ 。

不同水处理方法除去水中杂质的能力见表 4-2^[5]。

表 4-2 不同水处理方法除去水中杂质的能力

杂质	水处理方法								
	过滤法	活性炭吸附法	电渗析法	反渗透法	离子交换法	紫外杀菌法	膜过滤法	超过滤法	蒸馏法
悬浮物	好								
胶体粒子			好	很好			一般	很好	很好
低分子量有机化合物		好		好	一般		一般		
高分子量有机化合物	一般	好	一般	很好	一般		很好		
无机物			很好	很好	很好				很好
微生物		一般				好	很好	好	很好

3. 探索水的组成的科学史实

人类对水的认识可以追溯到远古时期,当时人类已经意识到水是生命的基本需求之一。古代文明将水作为五行(金、木、水、火、土)之一,或四元素(土、气、水、火)之一,这表明人类早就开始意识到水的重要性。

古代,人们普遍认为水是一种元素,不可再分。这种观念持续了很长时间,直到 18 世纪,科学家们开始通过实验探索水的组成。

在历史上,最先收集到氢气并仔细加以研究的人是卡文迪什。他在《关于人造空气的实验》论文中,除了提到碳酸气,还讲到另外一种气体,即氢气。1766 年,他用金属铁与稀硫酸作用,发现放出一种气体,用排水集气法收集到这种气体,并进行研究。他发现这种气体与空气混合后,一遇到火星就会火光一闪,发出强烈的爆鸣声。于是,他意识到这种气体不是空气的常态,而与已知的气体不同,他称之为“可燃空气”。

这种可燃空气是从哪里来的呢?它是存在于金属中,还是存在于酸中?他经过仔细研究,发现把一定量的锌或铁,投入充足的但不同量的盐酸或稀硫酸中,产生的气体量总是一定的,就是说,它与酸的种类无关,与酸的浓度也无关。那与什么有关呢?经过一番推理后,卡文迪什得出结论:“可燃空气存在于金属中,是被酸赶了出来。”卡文迪什是燃素说的忠诚信徒,燃素说认为金属中含有燃素,金属溶解于酸时,会把所含的燃素释放出来。因此,这种可燃空气就是燃素。因此他曾惊奇地宣布:“我找到燃素了。”

卡文迪什还用不同比例的可燃空气与空气混合点燃实验,并确认生成的露滴是水。氧气被发现后,1781 年卡文迪什改进了原来的实验方案,他又用纯氧气与氢气混合做实验,他还发现 1 体积氧气与 2 体积可燃空气恰好完全反应,生成物只有水,没有别的物质。他不仅证明了氢气与氧气化合

生成水，而且通过定量研究发现，2体积的氢气与1体积的氧气恰好生成1体积的水。这一结果意味着水是氢与氧的化合物，不是元素。但是，卡文迪什拒绝接受这种见解，坚定地抱着燃素说不放，还认为水是一种元素，而把氧气说成是失去燃素的水，氢是燃素。实验做对了，但卡文迪什未能突破传统观念的束缚，错误地用两种气体里都含有水这种“元素”来解释所观察到的实验现象，未能得出科学的理论，让真理从手中跑掉，直到拉瓦锡才纠正了这种错误的见解。

卡文迪什在1784年的一篇论文中提到这个结果也可用拉瓦锡的学说来解释：“如果‘我们必须假定水是由可燃空气和脱燃素空气化合而成……的确……把脱燃素空气加到一物体上就等于从这个物体去掉其燃素再加上水’；但是‘被普遍接受的燃素的原理，至少同拉瓦锡的学说一样，能够解释所有的现象’。”所以卡文迪什还是坚持燃素说。他有时似乎遵循新学说的思路来考虑问题，但用的仍是老术语，如他说红色沉淀物（氧化汞）“只不过是在其制备过程中从大气中吸收脱燃素空气”。

1781年，英国化学家普里斯特利在瓶中使可燃空气和脱燃素空气的混合物爆炸，看到有露珠生成。普里斯特利说这个“无目的的实验”证实了“普通空气燃素化以后生成水汽”。普里斯特利把这些实验告诉了英国科学家瓦特、卡文迪什等科学家，卡文迪什得到普里斯特利的许可以后继续做这些实验。

1782年3月，普里斯特利研究发现，在卡文迪什1766年所发现的可燃空气（氢）中，金属烧渣可在高温下还原为金属。他把气体用水或水银封闭在钟罩内，把烧渣放在垂直的匙子中，用火镜聚焦太阳光使之加热。他用铅丹做实验，结果得到金属铅，他又调节使得烧渣实际上吸收了所有可燃空气。因为铅=烧渣+燃素，似乎可燃空气与燃素完全相同，卡文迪什等科学家也都持有这种看法。普里斯特利以为金属应该比烧渣重，但从来不是这样，他于是推断质量的减少是由于一些烧渣的升华。他说：“因为看到金属实实在在被还原了，同时空气又减少了相当的量，我不能不怀疑，烧渣确实从空气中吸入一些东西，从这东西的效果是把烧渣变成金属来看，它不可能是别的，只可能是化学家一致命名为燃素的那个东西。”

普里斯特利断言：燃素出现在金属的化合状态正如固定空气出现在白垩中一样，两者同样都能被酸排出。他用水银烧渣重复这个实验，可燃空气用水银封闭，“即使可燃空气事先用固定硝砂（氯化钙）干燥过”，仍观察到有“相当量”的水生成。他认为这水含在气体中，并且是“当这种空气分解时”生成的。

1772年，29岁的拉瓦锡由于对天然水的研究卓有成果而当选为法国科学院院士。当时，由于燃素说解释不了一些化学现象，拉瓦锡对燃素说持怀疑态度。“燃素具有负质量”的说法让拉瓦锡实在难以接受，他常常为这个课题与朋友们进行激烈争论。为了验证他的想法——燃烧是物质与空气发生了化合，他在干净的玻璃罩内燃烧白磷，然后把生成的白烟雾全部收集起来，称量其质量，发现烟雾比当初使用的白磷更重一些。这时他才比较有把握地认为：“磷与空气发生了化合。”

1775年，法国火药硝石管理局聘请拉瓦锡担任经理。在那里他研究了制造火药的各种原料，不仅证实了硝酸和硝石中都含“有用空气”，而且发现磷、硫、炭燃烧后生成的产物具有酸性，于是他认为“酸中全含有这种气体元素”。1777年，他便正式把这种气体命名为“oxygène”（英文为oxygen，中文为氧），意思是“成酸的元素”。中文氧气的命名有多次变化，最早出现在英国人合信所写的《博物新编》书中，该书在1855年出版，用了养气（又名生气）一词。1920年，郑长文在商务印书馆担任编

辑的时候,用的是气字头下加个养字。到 1928 年,中国化学会讨论决定,才开始用现在这个“氧”字。

拉瓦锡对自己的这个革命性理论科学燃烧说持严肃谨慎的态度,从 1772 年到 1777 年的 5 年中,他做了大量的燃烧实验,例如磷、硫黄、木炭的燃烧,锡、铅、铁煅烧。他又将红铅(Pb_3O_4)、红色氧化汞(HgO)、硝石加强热,使之分解出氧气,还做了许多有机化合物的燃烧实验,并且对燃烧后的产物以及剩余的气体一一加以研究,最后对这些实验结果进行综合、归纳和分析,在 1777 年才正式向法国巴黎科学院提出一篇题目为《燃烧概论》的报告,全面阐述了燃烧作用的氧化学说。

1782 年,英国的物理与化学家布莱格登来到法国,他是卡文迪什的助手。卡文迪什是自称找到燃素的人,用金属与酸作用制得氢气,并称之为“可燃空气”。布莱格登在法国时,把可燃空气与空气混合点燃,爆鸣后生成水的实验结果告诉了拉瓦锡,拉瓦锡感到这是一个惊人的发现,因为他一直以为水是一种元素。素有刻苦研究精神的拉瓦锡又开始致力于水的研究。他用收集到的氧气与可燃空气混合,点燃后的确得到了纯净的水。为了慎重起见,他又把“可燃空气”通过分别装有氧化铜和红铅的炽热管子,发现从管子的另一头冒出来的气体冷凝成了水。但他仍不放心,他想,如果把水中的氧除掉,应该得到可燃空气,也就是要分解水。他反复地做了很多实验,失败了许多次,最后,他终于成功了。他把水流一点一点地通过烧得通红的铁管,果然使水分解了,在管子一端收集到可燃空气,而在铁管的内壁上析出了亮晶晶的黑色磁性氧化铁。由此他认为水不是一种元素,而是由可燃空气和氧结合形成的化合物,兴奋的拉瓦锡把可燃空气命名为“hydrogène”(英文为 hydrogen,中文为氢气),正式提出“氢”是一种元素。拉瓦锡还运用这种方法制备大量氢气填充气球,1785 年他在兵工厂里做了这个实验,请了很多人去参观,人们才相信水不是元素。从此以后,燃烧的氧化学说被举世公认了。1800 年,尼克尔森和卡莱尔用“伏打电池”在常温下进行了水的电解实验获得成功,进一步证明了拉瓦锡的结论。

水的合成和分解是在 1781 年确定的:前者是由瓦特和卡文迪什完成的,而后者是由拉瓦锡和法国科学家穆斯纳完成的。第一次关于大规模水的合成实验是法国科学家莫奇在 1783 年做的,他通过氢气的燃烧得到 0.25 磅(英制质量单位,1 磅等于 0.453 6 kg)水,并留意氢气和氧气消耗掉的量。第二次实验是由法国化学家勒费弗尔-吉诺在 1788 年做的,他用同样方法获得大约 2.5 磅水。第三次实验是由法国化学家福克罗伊、沃奎林和西格林在 1790 年做的,他们得到一磅多水。一般的结果是,消耗的氧气、氢气与生成的水的质量比为 85 : 15 : 100。用分解水的方法来确定元素的比例的实验是由勒费弗尔-吉诺和拉瓦锡做的,他们把水蒸气通过含有细铁丝的红热的管子,水中的氧与铁化合,而氢气被收集起来。用这种方法所得的比例与合成法一样,即氧和氢的质量比为 85 : 15。

荷兰化学家戴曼和特鲁斯特威克第一次在 1789 年成功地用电把水分解,这一结果现在很容易用蓄电池来得到。水的分解用伏特量气管(在有关弹性流体的研究中极其重要的一种工具)容易而清楚地指示出来。它由一根坚固的刻度玻管组成,把一根金属丝密封或粘牢在里面;另一根金属丝伸进管内,差不多与前一根相遇,使电火花或电击能经过一部分被水或水银封闭的气体或气体混合物,从一根金属丝被送到另一根。管的末端浸在液体中,当爆炸发生时,不会发生与外界空气的交换,这样发生的变化就能够被确定下来。

水的组成已经被清楚地确定下来,尽可能精确地测定组成水的两种元素的相对质量就变得很

重要了。分析法和合成法的平均结果均显示氧和氢的质量比为 85 : 15, 这是通常被采用的。在 1805 年《化学年鉴》第 53 卷中, 有一篇关于水中氧和氢的比例的研究报告认为, 弹性流体通常含有的水蒸气的量将对氢的质量发生影响, 因而把福克罗伊等实验中氧与氢质量比为 85.7 : 14.3 改为 87.4 : 12.6^[6-8]。

参考文献

- [1] 解树生. 电解水实验探析[J]. 化学教与学, 2012(03): 94-96.
- [2] 北京师范大学, 华中师范大学, 南京师范大学. 无机化学: 上册: 第 5 版[M]. 北京: 高等教育出版社, 2020: 109-111.
- [3] 王麟生, 乐美卿, 张太森. 环境化学导论: 第 2 版[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2006: 126.
- [4] 周公度. 化学辞典: 第 2 版[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 599.
- [5] 夏玉宁. 化学实验室手册: 第 3 版[M]. 北京: 化学工业出版社, 2015: 269-274.
- [6] 柏廷顿. 化学简史[M]. 胡作玄, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2010: 109-112.
- [7] 张德生, 徐汪华. 化学史简明教程: 第 2 版[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2017: 40-49.
- [8] 道尔顿. 化学哲学新体系[M]. 李家玉, 盛根玉, 译. 北京: 北京大学出版社, 2006: 99-101.



本专题练习巩固分析与答案

课题 1 水的性质

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	水的物理性质	(1) 该现象与水具有反常膨胀的特性有关。水在冷却到0℃以下时结冰，体积膨胀，冰的密度比水小，所以水结冰时体积增大，从而导致水管爆裂 (2) 该现象产生的原因是，与沙子相比，水的比热容较大，在质量一定的条件下，吸收相同的热量，水的温度升高得更少
2	微观粒子的性质	酒精温度计的示数变化是温度变化引起酒精分子之间的间隔变化，从而使酒精体积发生变化的结果。分子在温度升高时运动加快，分子之间的间隔增大，酒精体积增大；而在温度降低时分子运动减慢，分子之间的间隔减小，酒精体积减小。因此，酒精温度计能够反映温度的变化
3	微观粒子的性质	梅花的香味能够在空气中传播并被远处的人闻到，反映了分子总在不停地运动，这种运动使得香味分子不断扩散到周围的空气中，从而传播开来，即使很远也能被我们闻到
4	实验探究	假设：这些水滴是空气中的水蒸气遇冷凝结形成的。 实验设计：室温下，分别准备一杯冰水和一杯常温水，观察两个水杯外壁是否都有水滴形成。如果只有冰水杯外壁有水滴，而常温水杯没有，则证明水滴是空气中的水蒸气遇冷凝结形成的
5	生活中的水	水是生命之源的原因有： (1) 水具有极强的溶解其他物质的能力，是一种优良溶剂；许多化学反应都在水溶液中进行。 (2) 水具有较大的比热容，有助于维持生物体的温度稳定。 (3) 水呈液态的温度范围广，能在不同温度条件下保持液态，支持生命活动

课题 2 水的自然循环与人工净化

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	节约用水	D
2	水的净化	D
3	水资源的保护	D
4	水资源的保护	“雨水走雨水道，污水走污水道”的整治工作对提升城市水环境质量意义重大。雨水通过雨水道直接排入自然水体，有助于补充地下水和地表水；而污水通过污水道进入污水处理系统，经过处理后排放，可以大大减少有害物质进入自然水体，保护生态环境，维护水循环的正常进行。若雨水和污水不分流，同时进入污水处理系统，会加重污水处理负担，雨季城市排水能力下降

(续表)

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
5	节约用水	<p>通过调查我家的用水情况,我发现我们日常生活中的用水主要集中在洗衣、洗澡、做饭和冲厕等方面。以下是一些节约用水的措施:</p> <p>(1) 洗衣: 尽量满负荷洗涤,减少洗衣次数;选用节水型洗衣机。</p> <p>(2) 洗澡: 缩短洗澡时间,使用节水型淋浴喷头;洗澡水收集起来冲厕。</p> <p>(3) 做饭: 淘米水可以用来浇花或清洗蔬菜。</p> <p>(4) 冲厕: 使用节水型马桶,调整水箱水量;用洗澡或洗衣后的废水冲厕。</p> <p>通过以上措施,可以在日常生活中有效地节约用水,保护水资源</p>

课题 3 水的组成

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	水的电解	用带火星的木条靠近连接正极的一端产生的气体,带火星的木条会复燃,说明该气体为氧气。用带火星的木条靠近连接负极的一端产生的气体,带火星的木条不会复燃,可能会出现多种情况:火星熄灭;如果氢气和氧气比例适当,发出“噗”一声轻微爆鸣声
2	氧气的性质 气体的收集	该实验中收集氧气应该用向上排空气法。氢气燃烧产物是水,如果反应物氢气燃烧时,使用排水法收集的氧气会带有水蒸气,干扰对生成物中是否有水的判断
3	基本反应类型	① 化合反应 ② 分解反应 ③ 化合反应 ④ 分解反应
4	化学变化的微观表示	<p>(1) 化合反应。微观层面上,该反应是两种不同的分子反应后得到一种分子,而宏观层面上,是两种物质反应生成了一种物质,因此属于化合反应</p> <p>(2) 氢气 + 氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 水</p> <p>(3) 合理即可,例如:① 该反应过程中分子分成原子,而原子的重新组合形成新分子;② 反应前后物质的微观变化显示了反应前后原子的种类和个数不变;③ 该反应中,参加反应的氢分子、氧分子,生成的水分子数目比为 2 : 1 : 2</p>
5	对水的组成的认识	<p>海报相关资料:</p> <p>➤ 古希腊哲学 泰勒斯: 认为水是万物的本源,一切都起源于水。 亚里士多德: 提出世界由四种基本元素构成——火、水、土、气,其中水被视为四大元素之一。</p> <p>➤ 17—18 世纪: 科学革命带来的突破 卡文迪什: 发现了氢气,并观察到氢气燃烧后会生成水,这为水的组成研究奠定了基础。 普里斯特利: 发现了氧气,并意识到这种气体与水的组成密切相关。 拉瓦锡: 命名了氢气,提出水不是一种元素,而是氢与氧形成的化合物。</p> <p>➤ 19 世纪: 化学组成的进一步确立 原子理论奠定了化学组成的基础,但未具体说明水的分子结构;阿伏加德罗定律,为理解分子结构提供了关键支持。</p> <p>➤ 现代研究: 分子结构和性质的深入探索 随着科学技术的发展,科学家们利用 X 射线晶体学、核磁共振等技术研究水分子,从而确认了水分子的结构。科学家们还研究了水的氢键、极性等,揭示了水的多种物理性质和化学性质</p>

专题复习

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	从微观视角认识水的三态变化	A
2	分子性质的应用	D
3	水的电解	D
4	物质的微观构成	C
5	水的性质	A
6	水的净化	D
7	水资源的保护	D
8	水的性质	(1) 错误。纯净物的判断标准是物质的种类,不是以干净、洁净为标准,饮用水中会含有其他可溶性物质 (2) 正确。水具有反常膨胀的特性。当温度高于4℃时,水与大多数物质一样,随温度升高体积增大。当温度在0~4℃时,水随温度升高体积减小,在4℃时,水的密度最大 (3) 正确。氧化钙与水反应生成氢氧化钙,多种反应物生成一种生成物,属于化合反应
9	理解简易净水装置工作原理	较大的颗粒和杂质(如泥沙、树叶、碎屑等,起到初步过滤的作用) 拦截较小的颗粒和微小杂质,如细小的泥沙、悬浮物、微生物等,进行更细致的过滤
10	水的元素组成	水蒸气 氢气燃烧的产物中有水 吸收电解水产生的氢气中的水蒸气,防止对判断氢气燃烧后是否产生水造成干扰
11	简单实验设计	混合物由两种或两种以上的物质混合而成,可以通过物理方法进行分离。通过蒸发自来水,观察残留物,可以证明自来水中含有可溶性的固体物质(如盐),即自来水是混合物。 1. 实验用品 两个耐热玻璃碗或陶瓷碗,电磁炉或厨房燃气灶,金属锅(用于加热),小勺或筷子(用于搅拌),纸巾或咖啡过滤纸(用于简单过滤),家中的自来水样品,瓶装纯净水(对比样品) 2. 实验步骤 (1) 取样:用玻璃碗取适量自来水(约100 mL);用另一个玻璃碗取适量瓶装纯净水(约100 mL)作为对比样品。 (2) 过滤(可选):如果自来水样品中有明显的悬浮颗粒物,可以用纸巾或咖啡过滤纸进行简单过滤;纯净水无需过滤。 (3) 蒸发:将自来水样品倒入金属锅中,放在电磁炉或燃气灶上加热至蒸发;同时将纯净水样品倒入另一个金属锅中,加热至蒸发。用小勺或筷子轻轻搅拌加热过程中的水样,防止局部过热。 3. 预期现象 自来水样品:蒸发完毕后,锅底应有明显的固体残留物。这些残留物可能是盐或其他杂质,证明自来水中含有可溶性的固体物质。 纯净水样品:蒸发完毕后,锅底应无明显残留物,证明纯净水是纯净物,不含溶解的固体物质。 4. 实验结论 通过实验,发现自来水蒸发后有固体残留物,而纯净水没有残留物,证明自来水中含有多种物质,即自来水是混合物

物质的微观构成

本专题概述

本专题地位和内容结构

一、本专题地位

本专题对应学习主题“物质的组成与结构”的大概念“物质的组成”。通过前面专题的学习，学生已初步认识物质是由元素组成的、物质是由微观粒子构成的，以及可以用元素符号、化学式等化学语言来表示元素和物质，但对于元素、原子等概念的认识是割裂的。本专题则进一步探明原子、分子、原子的相关概念及关系，从元素角度对纯净物进行分类，如何利用化学符号表征物质，用相对原子质量、相对分子质量定量表示物质的组成，进一步发展学生以宏观、微观、符号相结合的视角认识和表征物质及其变化的科学思维。

通过本专题的学习，学生将进一步认识元素、原子和分子的概念，初步形成基于元素和分子、原子认识物质及其变化的视角，建立认识物质的宏观与微观视角之间的关联。学生能从宏观与微观、定性与定量相结合的视角说明化学式的含义，促进发展“宏观—微观—符号”多重表征的科学思维；通过了解古代哲学家对物质组成认识以及近代科学家基于实验探究原子结构的发展历程，进一步形成物质是由微观粒子构成的、原子可以再分等化学观念，认识到人类对物质结构的认识在不断深入，知道可以通过实验、想象、推理、假说、模型等方法探索物质的结构，体会科学家探索物质结构的智慧；通过实验探究，认识碳单质的重要化学性质，以金刚石、石墨和足球烯为例，探索物质的组成、结构与性质之间的关系，体会研究物质的组成与结构对认识和创造物质的重要意义。

二、《课程标准》要求

本专题对应《课程标准》的内容要求和学业要求见表 5-1。

表 5-1 专题 5 对应《课程标准》的内容要求和学业要求

教材内容	对应《课程标准》要点	
	内容要求	学业要求
课题 1 构成物质的 微观粒子	1. 知道物质是由分子、原子等微观粒子构成的；认识原子是由原子核和核外电子构成的；知道原子可以结合成分子，也可以转变为离子。（3.2.2）	1. 能根据原子的核电荷数判断核内质子数和核外电子数。（3.1） 2. 能说明分子、原子、离子的区别和联系。（3.3）

教材内容	对应《课程标准》要点	
	内容要求	学业要求
课题1 构成物质的 微观粒子	2. 认识相对原子质量、相对分子质量的含义及应用。(3.2.3) 3. 通过科学史实体会科学家探索物质的组成与结构的智慧,知道可以通过实验、想象、推理、假说、模型等方法探索物质的结构。(3.3) 4. 了解人类对物质的组成与结构的探索是不断发展的。(3.4)	
课题2 组成物质的 元素	1. 初步形成基于元素和分子、原子认识物质及其变化的视角,建立认识物质的宏观和微观视角之间的关联。(3.1) 2. 认识物质是由元素组成的,知道质子数相同的一类原子属于同种元素,初步认识元素周期表。(3.2.1) 3. 知道可以用符号表示物质的组成,认识表示分子、原子、离子的符号,知道常见元素的化合价,学习用化学式表示常见物质的组成的方法。(3.2.3) 4. 认识依据物质的组成和性质可以对物质进行分类,知道物质可以分为单质和化合物等。(2.1)	1. 能对元素进行简单分类,能从组成物质的元素的角度判断物质的类别,能根据元素的原子序数在元素周期表中查到该元素的名称、符号、相对原子质量等信息。(3.1) 2. 能用化学式表示某些常见物质的组成,能分析常见物质中元素的化合价;能从宏观与微观、定性与定量相结合的视角说明化学式的含义;能根据化学式进行物质组成的简单计算;能根据相关标签或说明书辨识某些食品、药品的主要成分,并能比较、分析相应物质的含量。(3.2) 3. 能依据物质的组成对物质进行分类,并能识别单质和化合物;能依据物质的类别列举一些简单的单质、氧化物。(2.1)
课题3 结构多样 的碳单质	1. 初步认识物质的组成、结构与性质之间的关系,了解研究物质的组成与结构对认识和创造物质的重要意义。(3.4) 2. 知道物质具有广泛的应用价值,物质的性质决定用途。(2.1)	1. 能基于真实情境,从元素、原子、分子的视角分析有关物质及其变化的简单问题,并作出合理的解释和判断。(3.4) 2. 能举例说明物质性质的广泛应用及性质与用途的关系;能利用常见物质的性质,分析、解释一些简单的化学现象和事实。(2.2)
跨学科 实践活动 制作模型 并展示科学 家探索物质 组成与结构 的历程	1. 制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程。(5.5) 2. 通过科学史实体会科学家探索物质的组成与结构的智慧。(3.3) 3. 了解人类对物质的组成与结构的探索是不断发展的。(3.4) 4. 知道科学和技术有助于解决社会问题,使用科学和技术时要考虑其对社会和环境的影响,理解科学、技术、社会、环境的相互关系。(5.1)	1. 在跨学科实践活动中,能综合运用化学、技术、工程及跨学科知识,秉承可持续发展观,设计、评估解决实际问题的方案,制作项目作品,并进行改进和优化,体现创新意识。(5.3) 2. 能积极参与小组合作,勇于批判、质疑,自觉反思,能克服困难,敢于面对陌生的、不确定性的挑战。(5.4)

本专题主要促进学生“化学观念”“科学思维”“科学探究与实践”“科学态度与责任”等方面核心素养的发展。本专题的核心素养要求如下：

- ◆ 结合金属、稀有气体、金刚石等物质实例,认识物质是由分子、原子构成的,能从元素、原子、分子视角初步分析物质的组成,并对物质进行分类,初步认识物质的多样性。
- ◆ 通过用化学符号表示物质的组成,能从宏观、微观、符号相结合的视角认识物质的组成,发展

以宏观、微观、符号相结合的方式认识和表征物质的科学思维。

◆ 通过探究如何对元素进行编排,学习在解决化学问题中运用分类、分析、综合、归纳等科学方法,感受基于实验事实进行模型建构并利用模型预测物质及其变化的意义。

◆ 初步运用观察、实验、比较、分析等方法获取化学事实并认识碳单质的性质,形成物质结构决定性质、性质决定用途的化学观念。

◆ 在开展“跨学科实践活动 制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程”的过程中,通过调查有关物质组成与结构的假说,了解科学家探究物质组成与结构的历程,形成研究物质组成与结构的一般思路与方法。通过制作模型,经历科学家探索物质组成与结构的过程,逐步形成崇尚科学、严谨求实、大胆质疑、追求真理的科学精神及勇于克服困难的坚毅品质。

三、教材内容结构

本专题包括构成物质的微观粒子、组成物质的元素、结构多样的碳单质等内容。教材编写的内容结构如图 5-1 所示。

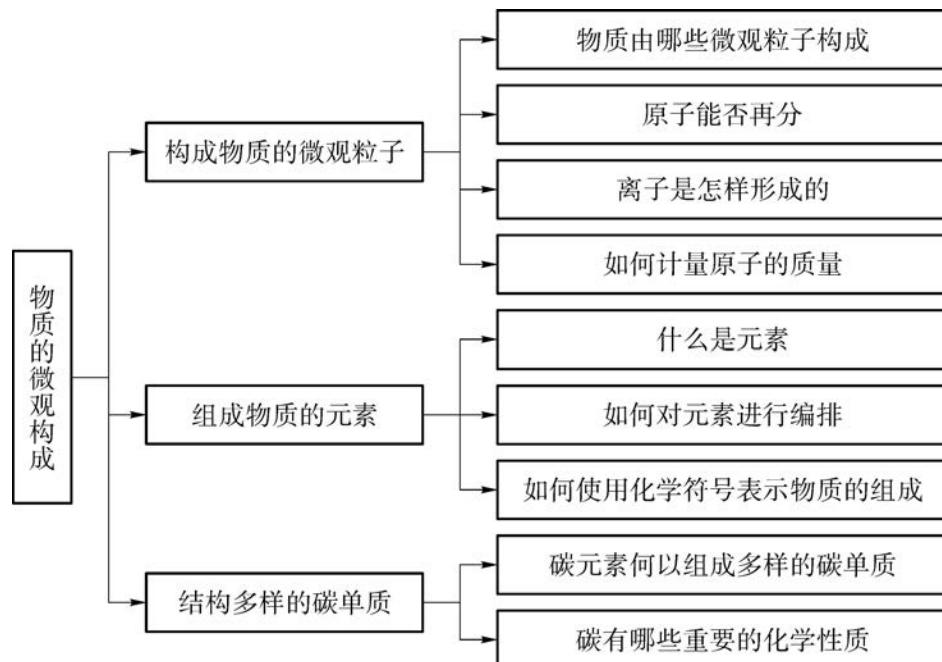


图 5-1 专题 5 的内容结构

本专题内容围绕“微观结构”展开,由两部分组成。第一部分内容以“微观→宏观→符号”脉络展开,通过原子、元素、相对原子质量、化学式等内容,进一步帮助学生以宏观、微观、符号相结合的视角认识和表征物质及其变化,形成定性与定量相结合的化学观念。第二部分则以“结构→性质→应用”为脉络,通过金刚石、石墨、足球烯等具体实例,结合化学实验探究,引导学生认识碳单质的化学性质,帮助学生认识物质的组成、结构与性质之间的关系,进一步形成探究物质性质的一般思路。

本专题内容较为抽象,因此选择了丰富多样的情境素材,例如不同尺度的微观粒子图示、科学家探索原子结构的科学史实中的经典假说、物质的实物图片、物质的微观模型、扫描隧道显微镜与原子

操纵技术、常见的生活情境等,帮助学生体会微观粒子是真实存在的,建立认识物质的宏观和微观视角之前的关联。其中,科学史实相关情境素材值得关注。在历史发展过程中,由于人类无法直接感知微观粒子的存在及运动规律,科学家们为建立对微观世界的认识实际上走过十分漫长和曲折的道路。教材通过呈现科学史实相关情境素材,帮助学生深度了解学科知识的形成、发展及应用情况,又能让学生感受到科学家严谨求实、批判质疑的科学态度,增进学生对科学本质的理解。教材还精选了体现我国科学家在化学中的重大成就和重要作用的情境素材。例如,我国化学家张青莲等人对相对原子质量测定的贡献,我国科学家对足球烯的合成、结构及应用等方面的积极探索与成就。同时情境素材选择注重从中华优秀传统文化中汲取养分,如古代书写工艺,引导学生认识科学本质,传承科学精神,感悟民族智慧,增强文化自信。

本专题教学建议与课时建议

一、教学建议

本专题是主题三“物质的组成与结构”中的第二个专题,是专题4的延伸和拓展,引导学生达成三个学习目标:一是认识构成物质的微观粒子,探索原子的内部结构,结合原子质量的计量认识相对原子质量;二是认识物质是由元素组成的,理解元素的概念和元素的编排,并学习用化学式表示物质组成;三是以结构多样的碳单质为核心,认识物质的组成、结构与性质之间的关系,体会研究物质组成与结构对认识和创造物质的重要意义。

在“构成物质的微观粒子”的教学中,可以充分利用化学史,引导学生体会国内外哲学家和科学家对物质微观结构的探索历程,感受他们勇于批判、严谨求实、不断创新的精神。在教学中要充分利用“讨论与交流”栏目中的问题,引导学生通过模型拼插、图示表征等方式,从微观角度感受化学变化的本质,理解分子与原子之间的区别与联系。由于原子结构过于抽象,在进行“原子结构”的教学时,可以充分利用教材中有关原子结构模型发展的史实,提供必要的视频资源,引导学生感受原子结构模型的发展历程,运用类比、推理、模型等思维方法认识原子结构。在进行“离子”的教学时,可以设计游戏(如角色扮演),引导学生在游戏中体验原子得到或失去电子变成离子的过程,为化合价的学习打下基础。可引导学生绘制思维导图进行梳理归纳,使学生对构成物质的微观粒子有整体性认识,厘清分子、原子、离子三种微观粒子之间的关系,建立宏观与微观之间的联系。在进行“如何计量原子的质量”的教学时,可组织学生运用原子的质量计算相关分子的质量,感受引入相对原子质量的意义,并在对概念理解的基础上进行相对原子质量的计算。充分利用“例题导引”栏目,引导学生运用相对原子质量计算相对分子质量,为后续根据化学式和化学方程式进行计算奠定基础。

在“组成物质的元素”的教学中,要重视元素概念的形成,厘清元素与元素周期表之间的关系。在进行“什么是元素”的教学时,可结合具体实例,引导学生感知元素的存在。通过分析不同分子中同种原子的结构,帮助学生认识元素的概念,厘清元素与原子的关系,为学习元素符号的含义做好铺垫。借助教材中“观察与思考”和“讨论与交流”栏目,引导学生运用观察、比较等方法,学会根据纯净物中元素种类的不同归纳出单质、化合物、氧化物的概念,在认识物质的多样性的同时,初步形成分

类观。在进行“如何对元素进行编排”的教学时,可以借助元素周期表,引导学生查找元素的相关信息,认识元素排列的规律性。在进行“如何使用化学符号表示物质的组成”的教学时,可根据图 5.14 提供的信息,引导学生理解物质的组成的“宏观—微观—符号”多重表征。充分利用“书写表达”“讨论与交流”和“例题导引”栏目,引导学生结合具体实例正确书写化学式,认识书写化学式的原则,学会根据化学式进行相关计算,帮助学生从定性与定量相结合的视角分析物质的组成,深化对物质组成的认识。

在“结构多样的碳单质”的教学中,可利用视频、图片等资源对金刚石、石墨、足球烯在生产生活中不同的应用展开介绍,充分利用“观察与思考”“实验探究”栏目,引导学生对金刚石、石墨和足球烯的结构、性质及用途进行比较和分析,形成“结构决定性质、性质决定用途”的化学观念。在进行“碳有哪些重要的化学性质”的教学时,要创设真实的生活情境,结合生活事件和图片素材,引导学生认识碳的性质。通过具体的化学反应,认识反应条件对物质化学性质的影响,形成化学反应可调控的观念。

“跨学科实践活动 制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程”属于作品制作类实践活动。活动 1 中,要指导学生合理分工,通过不同途径进行资料查询。由于不同的假说涉及不同时期不同科学家,提示学生可以按时间顺序进行资料的汇总。活动 2 中,可以引导学生在对资料进行分析、提炼的基础上,梳理出模型制作的相关要素及所需的材料,制定方案、分步完成模型制作。活动中,注意及时拍摄照片或视频,认真填好活动记录表,做好过程性记录。在展示交流环节,可以提前制定评价量表,通过自评与互评,引导学生发现优点与不足,通过多次反思与改进,优化作品。

二、课时建议

课题 1 构成物质的微观粒子	4 课时
课题 2 组成物质的元素	3 课时
课题 3 结构多样的碳单质	2 课时
跨学科实践活动 制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程	4 课时

课题 1 构成物质的微观粒子



教学目标

- 通过切割黄金探究物质可分,了解物质是由分子、原子等微观粒子构成的;知道分子可以分成原子,原子可以结合成分子。
- 初步形成基于分子、原子等微观视角认识物质及其变化的视角,建立认识物质的宏观和微观视角之间的关联,知道物质的性质与组成、结构有关。
- 能用分子的观点解释生活中的某些变化或现象,初步建构“物质是由分子、原子等微观粒子构成的”“物质的组成、结构决定物质的性质”等化学观念。
- 借助原子结构模型,认识原子是由原子核和核外电子构成的;结合原子结构示意图,知道原子可以转变为离子。
- 通过原子结构模型发展的科学史实,体会科学家探索物质结构的智慧,知道可以通过实验、想象、推理、假说、模型等方法探索原子的结构;初步形成利用物质的性质和化学反应探究物质组成的基本思路与方法。
- 了解人类对物质的组成与结构的探索是不断发展的,了解研究物质的组成与结构对认识和创造物质的重要意义,发展严谨求实的科学态度,培养对物质世界的好奇心、想象力和探究欲。



教材解析

一、教材设计思路

学生在探究水的组成时,初步认识了构成物质的微观粒子——分子,开启了从微观视角认识物质及其变化的方式。本课题围绕构成物质的微观粒子的核心问题,指导学生从分子、原子的微观视角认识物质及其变化;引导学生从原子结构模型发展的科学史实认识原子的结构,再结合原子结构示意图知道离子的形成;帮助学生在从定性视角认识原子的基础上,再从定量视角认识相对原子质量,学习运用实验、想象、推理、假说、模型等方法探索物质的结构,初步构建“物质是由分子、原子等微观粒子构成的”“物质的组成、结构决定物质的性质”等化学观念,为后续学习物质的性质奠定基础。本课题的内容结构如图 5-2 所示。

在第一部分“物质由哪些微观粒子构成”中,教材从学生熟悉的二氧化碳和水出发,结合古代哲学家对物质构成的推测,到现代科学家对物质构成的验证,引导学生认识分子、原子以及它们与物质间的关系,初步形成基于分子、原子认识物质及其变化的微观视角,建立宏观和微观视角之间的关联,认识到物质的性质与组成、结构有关,形成化学观念。

在第二部分“原子能否再分”中,教材从道尔顿原子模型到现代原子结构模型,引导学生了解科

学家探索原子结构的科学史实,体会科学家探索物质的组成与结构的智慧,知道可以通过实验、想象、推理、假说、模型等方法认识原子的结构,发展科学思维;基于教材图 5.2“铁原子在铜晶面上排成的汉字”,带领学生感受我国科学家探索物质的微观世界的重要贡献;结合现代原子结构模型认识原子的电中性、几种常见原子的构成,为离子的学习奠定基础。

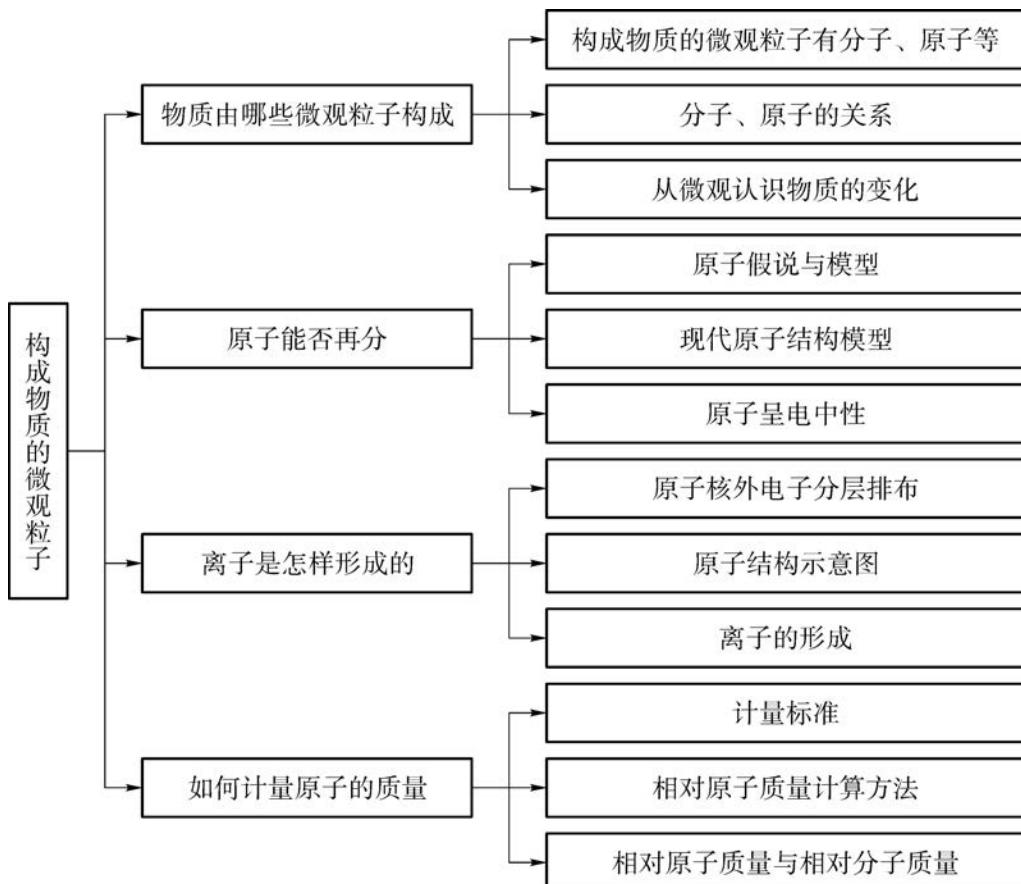


图 5-2 课题 1 的内容结构

在第三部分“离子是怎样形成的”中,教材通过原子结构示意图,引导学生认识原子核外电子是分层排布的;根据教材图 5.6“几种原子的原子结构示意图”,引导学生认识原子核外电子排布是按照一定规律进行的,认识最外层电子数和离子形成的关联性,再结合表 5.2 理解离子带电情况。

在第四部分“如何计量原子的质量”中,教材引导学生观察教材表 5.3 中几种常见原子的实际质量,感受记录、计算等使用的不便,体会引入相对原子质量的意义;启发学生运用计算相对值的方式认识计算相对原子质量的数学表达式,结合教材图 5.7 认识相对原子质量的计量标准;引导学生从分子和原子的关系认识相对原子质量和相对分子质量;以张青莲对相对原子质量的测定的贡献的阅读材料为载体,促进学生学习科学家勇攀高峰、敢为人先的创新精神。

二、教材分析

课题1 构成物质的微观粒子

 学习聚焦

- 结合生活实例，认识物质是由分子、原子等微观粒子构成的，形成认识物质变化的视角。
- 通过科学史实，认识原子的结构，体会科学家探索原子结构的智慧。
- 运用间接方法计量原子的质量，认识相对原子质量的含义。

环顾四周，你会发现我们所处的世界是由形色各异的物质组成的，其中包括我们吸入的空气、呼出的二氧化碳和饮用的水等。研究表明，这些物质的性质跟其组成与结构密切相关。你知道除分子外，物质还由什么微观粒子构成吗？

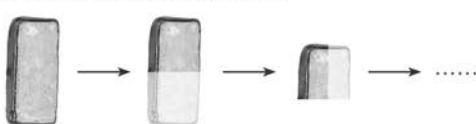
物质由哪些微观粒子构成

公元前有些哲学家认为，物质是由微小的颗粒组成的。古希腊哲学家德谟克里特（Democritus）提出物质由极小的、不可分割的被称为“原子”的微观粒子构成。中国战国初期思想家墨子认为物质被分割的终点是“端”。

这些观点虽然只是古代哲学家的推测，没有科学实验的根据，但体现了人类对物质微观结构的早期探索。

 观察与思考

若将一块黄金切成小块，然后再切成更小的黄金，如图 5.1 所示，试想不断重复这个过程，最后会得到什么呢？



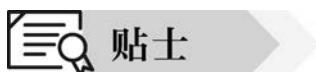
▲ 图 5.1 金块被不断地分割

115

不断的科学实验和理论研究逐渐揭示了物质的性质跟其组成与结构的关系，涉及原子和分子的构成、微观粒子之间的间隔等基本特征。

借助古代哲学家对物质微观结构的猜测，引领学生领略哲学家的思辨，激发学生科学探索的热情和勇于实践的精神。

“观察与思考”：黄金质软、延展性好、稳定性好，使得它方便切割，并能够在各种条件下保持其原有的性质，为研究物质的分割极限提供了可靠的基础。图 5.1“金块被不断地分割”实验，引导学生认识微观粒子的微小，思考不断分割后最后得到的是“微小的粒子”，不应该要求学生说出是金原子。



教学中可用铝箔纸、镁带等代替金块，启发学生在亲身体验的过程中思考物质是否无限可分。

课题1 构成物质的微观粒子

此处点明金是由金原子构成的，与教材第115页“观察与思考”相呼应。

随着科学技术的发展，科学家在大量实验的基础上逐步认识到物质是由分子、原子等微观粒子构成的。对由分子构成的物质而言，不同分子构成的物质具有不同的性质。

那么，分子本身又是怎样构成的？在专题4研究水的分解过程中水分子所发生的变化时，我们认识到分子是由原子构成的。事实上，原子不仅可以结合成分子，也能直接构成物质。金、铜、铁、铝等常见的金属，氦气、氖气、氩气等稀有气体，金刚石和石墨等就是由原子直接构成的。



讨论与交流

1. 水的状态发生变化时，水分子本身是否发生变化？
2. 在氢气与氧气反应生成水的过程中，发生变化的是什么微观粒子？未发生变化的又是什么微观粒子？

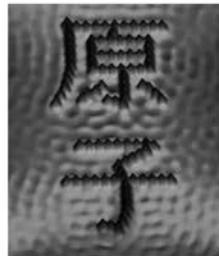
由分子构成的物质在发生物理变化时，分子本身不发生变化，它的化学性质保持不变。因此，分子是保持物质化学性质的一种微观粒子。在化学变化中，分子发生变化，而原子本身不发生变化，可以重新组合成新的分子，进而构成新的物质。

请你想一想，再小的黄金也是由金原子直接构成的，那么金原子能否再被分割呢？

原子能否再分

科学家经过不懈的努力，直到近现代，才逐步揭开原子结构的奥秘。

19世纪初，道尔顿在科学实验的基础上，提出物质都是由原子构成的，原子是不可分割的实心球体。那么，原子真的不能再分吗？由于原子非常小，现代科学家即使借助先进的仪器〔如扫描隧道显微镜（STM）〕，也只能观测到原子（图5.2），仍然观



▲图5.2 铁原子在铜晶面上排成的汉字

图5.2展示了现代先进的技术手段即使达到能操控原子的水平，但还是无法观测原子的内部结构，凸显了原子体积之小，帮助学生认识借助想象、推理、模型和假说等方法研究原子结构的必要性。

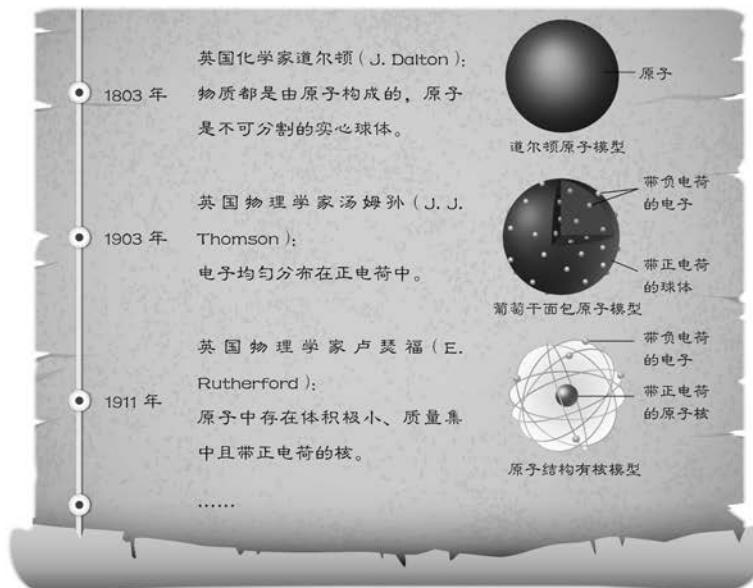
116



贴士

1. 微观粒子的提出体现了科学性，可以加强对物质的“尺度”的认识。徐光宪提出，原子到小分子的尺度范围(0.1~1 nm)指的是微观，在这个尺度范围内的主要作用力是电磁作用力。明确这一点，教学中可以帮助学生将化学学科知识与物理学科知识建立联系。
2. 根据国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)规定，“微观粒子”“微粒”之间存在区别与联系：微粒(particulate)一词通常具有相当笼统的意义，任何由粒子(particle)组成的东西都可称为微粒，如粉末、尘埃也可以称为微粒。微观粒子(microscopic particles)通常是指从原子到分子大小不等的粒子，如二氧化碳分子、纳米粒子和胶体粒子。

察不到原子的内部结构。事实上，近现代科学家是在实验事实的基础上，进行合理的想象和推理，应用假说和模型的方法来描述原子结构的（图 5.3）。



▲ 图 5.3 原子结构模型的发展

科学家不断在新的事实基础上对原子结构模型进行修正和完善，从而建立了现代原子结构模型。现代原子结构模型认为，原子是由原子核和核外电子构成的。原子核位于原子中心，由质子和中子构成（图 5.4）。构成原子的微观粒子的电性如表 5.1 所示。

表 5.1 构成原子的几种微观粒子的电性

微观粒子种类	质子	中子	电子
电性	1 个单位正电荷	不带电	1 个单位负电荷

科学家在研究像原子这样不易观察的微观粒子时，通常运用猜想、假说、模型等方法开展研究。

图 5.3 引导学生基于原子结构模型的发展，形成批判性思维，理解科学发展的连续性和阶段性；借助科学家探究原子结构的漫长过程的科学史实，促进学生体会科学探究的艰辛和科学家孜孜不倦的探索精神，学习科学家勇攀高峰、敢为人先的创新精神。



▲ 图 5.4 现代原子结构模型示意图

117



可结合视频资料进行原子结构模型的相关介绍，在不同模型的比较与评价的过程中，分析每种模型的优点与局限性，让学生认识到随着人类对原子结构的不断探索，可能还会有新的原子结构模型提出。

课题1 构成物质的微观粒子

从多角度分析表5.2，如：①不同原子中的质子数不同；②原子序数在数值上等于原子的质子数；③并非所有原子都由3种微观粒子构成；④质子数等于核外电子数……

“讨论与交流”：分析表5.1、表5.2的信息，确定核电荷数等于质子数、等于核外电子数。因为同一原子中，中子不带电，质子和电子数量相等，电性相反，所以原子呈电中性。

图5.5呈现了原子结构示意图中如何表示原子核、质子数、电子层及核外电子数，直观地展示了氧原子的核外电子排布情况，为后续理解和认识离子的形成提供理论支撑。

原子核所带的正电荷数（即核电荷数）等于质子数。不同种类的原子，其原子核内含有不同数目的质子和中子，核外电子数也不同，如表5.2所示。

表5.2 几种常见原子的构成

原子种类	质子数	中子数	核外电子数
氢	1	0	1
碳	6	6	6
氧	8	8	8
钠	11	12	11
氯	17	18	17



讨论与交流

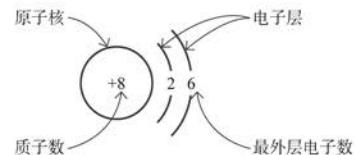
依据表5.1、表5.2的数据信息，你能发现原子核内质子和核外电子的数量关系吗？你能说明为什么原子呈电中性吗？

离子是怎样形成的

原子很小，而原子核更小。如果把原子比作一座十层大楼那样大，那么，原子核只相当于一粒绿豆般小。那些比原子核还要小得多的电子，则在原子核外“广阔”的空间内做高速运动。

我们通常把电子在离核远近不同的区域运动简化为电子的分层排布。离核最近的电子层称为第一层，其余由近及远依次类推，分别为第二、三、四、五、六、七电子层，离核最远的常称为最外层。

化学中常用原子结构示意图来简明地表示原子核外电子的分层排布。

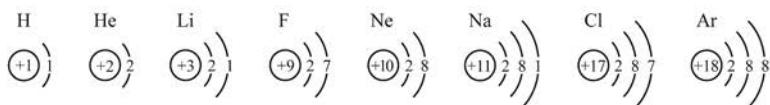


▲图5.5 氧原子结构示意图

118



原子与原子核大小的比较是一个有趣且重要的科学问题。原子核的直径约为 $10^{-15}\sim 10^{-14}$ m，原子的直径约为 10^{-10} m，即0.1nm左右。这意味着原子核的体积相对于原子来说非常小。原子的大部分空间为电子的运动空间。虽然原子核只占极小的体积，但它集中了原子质量的99.96%以上。



▲图 5.6 几种原子的原子结构示意图

不同原子的核外电子排布情况并不相同，但会遵循最外层电子数不超过 8 个（只有一层的，则不超过 2 个）的规律。氖、氩等原子的最外层电子数都是 8 个，这种结构通常被认为是稳定结构。在化学变化中，锂、钠等原子容易失去最外层电子，而氟、氯等原子则容易得到电子，从而趋向于达到稳定结构。

钠原子会失去 1 个电子而带上 1 个单位的正电荷，氯原子会得到 1 个电子而带上 1 个单位的负电荷。这种带电的原子或原子团叫做离子。其中，带正电荷的叫做正离子，如钠离子；带负电荷的叫做负离子，如氯离子；某些带电的原子团也是离子，通常称为某根，如碳酸根、氢氧根、铵根。离子也是构成物质的一种微观粒子。

如何计量原子的质量

原子的实际质量非常小，不同的原子质量虽有差别（表 5.3），但其质量的数量级约在 $10^{-27} \sim 10^{-25}$ kg 之间。

原子的质量如此之小，使用起来很不方便。于是，科学家提出用相对质量来进行计算。现在，我们以一个碳原子^①质量的 $\frac{1}{12}$ 为标准，任何原子的实际质量与这个标准之间的比值，称为该原子的相对原子质量。

以常见的氧原子为例，其相对原子质量计算如下：

表 5.3 几种常见原子的质量

原子种类	质量/kg
氢	1.674×10^{-27}
碳	1.993×10^{-26}
氧	2.656×10^{-26}

图 5.6 给出最外层电子数为 1、2 和 1、7、8 的几种原子，旨在揭示一种从 1 到 2 和从 1 到 7 到稳定结构 8 的变化规律。

利用原子结构示意图，分析原子得失电子后的核电荷数和核外电子数的区别，知道形成正、负离子的原因。

结合表 5.3，引导学生感受氢、碳、氧原子的实际质量非常小，使用起来很不方便，体会引入相对原子质量的必要性。

① 这种碳原子常称为 ^{12}C ，它的原子核内有 6 个质子和 6 个中子，它的实际质量约为 1.993×10^{-26} kg。



可采用讲述科学家的故事、展示历史文献等多种形式引入化学史介绍道尔顿、贝采里乌斯等提出相对原子质量概念的历程，激发学生学习兴趣，引导学生学习和体会科学家探究微观世界的智慧和方法。

课题1 构成物质的微观粒子

图 5.7 中, 天平左边为 1 个氧原子; 天平右边为 1 个碳原子和 4 份 $\frac{1}{12}$ 个碳原子, 其质量为 16×1 个碳原子质量的 $\frac{1}{12}$; 天平平衡即表示 1 个氧原子的质量为 16 倍 1 个碳原子质量的 $\frac{1}{12}$ 。所以氧原子的相对原子质量为 16。此处氧原子为 ^{16}O 。

$$= \frac{2.656 \times 10^{-26} \text{ kg}}{1.993 \times 10^{-26} \text{ kg} \times \frac{1}{12}} \\ \approx 16$$



▲ 图 5.7 氧原子的相对原子质量约为 16

跨学科视野

化学广角镜

科学发展史

拓展阅读

张青莲与相对原子质量的测定

相对原子质量的测定在化学发展进程中, 具有十分重要的地位。中国化学家张青莲是无机化学领域的杰出专家, 他也为相对原子质量的测定做出了卓越贡献。20世纪90年代以来, 他采用同位素质谱法主持测定了铟、铱、锑、铕、铈、铒、锗、锌、镝等元素的相对原子质量的新数值, 这些数值已被国际原子量委员会(现已并入国际纯粹与应用化学联合会)采纳为新的标准数据。



▲ 图 5.8 张青莲

一般计算中, 采用相对原子质量的近似值。例如, 氮的相对原子质量约为 14, 镁的相对原子质量约为 24。

除了表 5.4 中的数据, 还可指导学生从元素周期表中准确查找到其他元素的相对原子质量, 如氯元素。

表 5.4 一些常用的相对原子质量

元素	相对原子质量	元素	相对原子质量
氢 (H)	1	硫 (S)	32
碳 (C)	12	钾 (K)	39
氮 (N)	14	钙 (Ca)	40
氧 (O)	16	铁 (Fe)	56
钠 (Na)	23	铜 (Cu)	64
镁 (Mg)	24	锌 (Zn)	65
铝 (Al)	27	银 (Ag)	108

120



- 考虑到运用微观粒子图示易使学生形成“原子是带有不同颜色的实心球体”的错误认识, 在教学过程中可向学生呈现原子的不同表示方法, 用圆形、三角形、方形等不同形状结合不同颜色来表征不同的原子, 强调受呈现形式的创设及其影响, 借助不同颜色、不同形状只是便于区分开不同原子。
- 可以通过教材中关于张青莲的介绍, 向学生详细讲述他的科学成就和对化学科学的贡献, 组织学生进行讨论, 认识张青莲的工作对现代化学和科学研究所的重要性。

分子是由原子结合而成的，分子的质量也很小，为了使用方便，人们通常用相对分子质量来表示分子质量的相对大小。相对分子质量等于构成分子的各个原子的相对原子质量的总和。



学习指南

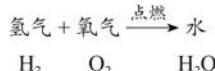
归纳小结

- ④ 物质是由等微观粒子构成的。原子可以结合成，而分子可以分成。和离子之间可以相互转化。
- ⑤ 现代原子结构理论认为，原子是由构成的，而原子核又是由和中子构成的。原子核外电子是分层排布的，可以通过原子结构示意图简明地表示。
- ⑥ 原子的实际质量非常小，常用进行计量。

简单介绍相对分子质量，在课题2中将说明根据化学式计算相对分子质量。

例题导引

问题：► 氢气是一种清洁能源，它在氧气中燃烧生成无污染的水，反应的文字表达式如下：



- (1) 上述物质中，哪些是由分子构成的？
- (2) 根据表5.4的数据，比较水(H_2O)、氢气(H_2)和氧气(O_2)的相对分子质量的大小。

分析：► (1) 物质是由分子、原子、离子等微观粒子构成的。自然界的大多数物质是由分子构成的。氢气、氧气和

121



贴士

从相对原子质量到相对分子质量，为后续的相对分子质量计算奠定基础，但此处不宜开展相对分子质量的计算的教学。

课题 2 组成物质的元素



教学目标

- 通过比较不同原子的质子数,观察不同分子中的相同原子,建立宏观元素与微观原子之间的关联,理解元素是具有相同质子数的一类原子的总称。
- 根据元素种类对纯净物进行分类,体验分类方法在化学研究和学习中的作用,学会将纯净物分成单质、化合物及氧化物等分类方法。
- 通过查找元素周期表中元素的相关信息,初步认识元素周期表,体会元素排列的规律性及其重要作用。
- 通过比较钠、氯化钠、氧气、氦气的微观模型及化学式,经历根据化合价书写化学式的学习过程,形成“宏观—微观—符号”多重表征的视角,学会用化学式表示和计算物质组成。



教材解析

一、教材设计思路

本课题在学生掌握原子和原子结构之后,进一步介绍“组成物质的元素”,引导学生初步形成基于元素和分子、原子认识物质的视角,旨在帮助学生建立“物质的组成”这一大概念。“元素”作为“物质的组成与结构”学习主题的核心知识之一,引导学生从宏观视角认识物质的组成,并从符号视角理解和表征物质的组成与变化。本课题的内容结构如图 5-3 所示。

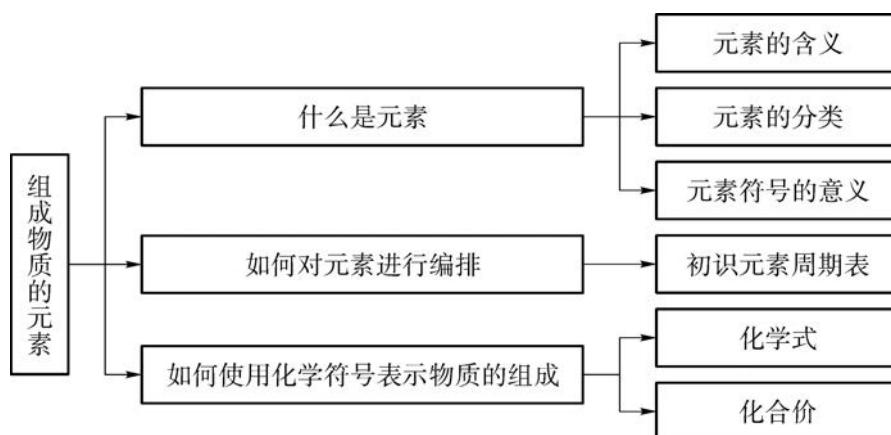


图 5-3 课题 2 的内容结构

在第一部分“什么是元素”中,教材按照元素的含义及分布,纯净物分类,元素、原子、离子符号的书写及意义的顺序编排。学生在专题 3 中已学会将物质分为纯净物和混合物,在此基础上,教材分析组成纯净物的元素种类并将其分类,再次渗透分类方法在化学研究和学习中的作用。

在第二部分“如何对元素进行编排”中,教材以化学史实引入,再介绍元素周期表的基本知识,如编排顺序——元素按原子序数从左往右、从上到下递增的顺序排列,金属元素和非金属元素在元素周期表的分布特点等,并设计“讨论与交流”栏目,引导学生初步认识和使用元素周期表,知道根据元素的原子序数在元素周期表中查到该元素的名称、符号、相对原子质量等信息,体会元素周期表对化学研究的重要作用,为高中阶段深入学习元素周期表和元素周期律打下基础。

在第三部分“如何使用化学符号表示物质的组成”中,教材介绍化学式与化合价。化合价的概念历来是教学的难点,而化合价的应用又是教学的重点。任何纯净物都有固定的组成,化学式就是一种能简单明了表示物质组成的化学语言。教材通过正文陈述和栏目活动,引导学生通过掌握化合价,学会用化学式表示常见物质组成的方法,并从宏观与微观、定性与定量相结合的视角认识物质,体现化学符号表达在化学学习和研究中的重要性。

二、教材分析

对于“究竟什么是元素?”教材既给出元素的科学概念,又列举了学生熟悉的氧气、二氧化碳等分子中都含有氧元素,帮助学生更直观地找到不同物质中含有同种元素。

图 5.9、图 5.10 分别直观地展示了地壳和海洋中不同元素的含量,从图中可见氧元素含量均占主导地位。元素的含量,不是物质的含量,要引导学生注意区分,逐步形成基于元素认识物质的视角。

课题 2 组成物质的元素

学习聚焦

- 结合实例,认识元素的含义及化合价,形成基于元素认识物质的视角。
- 学会通过元素周期表查找元素的相关信息,体会元素周期表在化学研究中的作用。
- 学会利用化学式表示、计算物质的组成,深化对物质组成的认识。

近百种不同元素组成了上亿种物质。氧气、二氧化碳和水的组成与性质不同,但都含有氧元素;氢、氧两种元素可以分别组成水和过氧化氢这两种性质截然不同的物质。那么,究竟什么是元素呢?

什么是元素

我们所认识的氧分子、二氧化碳分子、水分子和过氧化氢分子,都含有氧原子,这些氧原子的原子核内都含有 8 个质子,即核电荷数均为 8。元素是具有相同的核电荷数(即质子数)的一类原子的总称。上述四种不同分子中的氧原子就统称氧元素,而水分子和过氧化氢分子中的氢原子统称氢元素。

科学研究发现,自然界中各种元素的分布和含量各不相同。在地壳中,不同元素含量差别很大,其中含量最多的是氧元素,其他含量较多的元素包括硅、铝、铁等(图 5.9)。在海水中,氧元素的含量最多,氢元素的含量次之(图 5.10)。在人体中,氧元素的含量最多,碳元素的含量次之。

元素	质量分数 (%)
氧	48.60%
硅	26.30%
铝	7.73%
铁	4.75%
钙	3.45%
其他	9.17%

▲ 图 5.9 地壳中的元素含量(质量分数)

元素	质量分数 (%)
氧	85.8%
氢	10.7%
氯	2.0%
钠、镁等	1.5%

▲ 图 5.10 海水中的元素含量(质量分数)

123



贴士

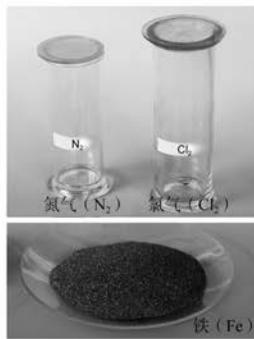
- 元素的概念比较抽象,是教学难点,教学中可以引导学生阅读教材第 118 页表 5.2,归纳出不同元素的质子数不同,相同元素的质子数相同。此处不建议将高中相关知识下移,进行拓展。
- 可以引导学生查阅人体、宇宙中含量较多的元素,观察生活中常见物品的元素组成,例如观察矿泉水标签、钙片包装盒,既能感知元素的存在,又增加学习的趣味性。
- 建议补充各种实例,例如各种含铁元素的物质——菠菜、血液、猪肝、钢铁、铁锈等,帮助学生理解元素与物质的关系。

课题2 组成物质的元素



观察与思考

请指出图 5.11 所示的两组纯净物中每种物质所含元素种类的数目，并说明它们之间有什么不同。



第1组



第2组

▲ 图 5.11 两组纯净物

人们通常根据组成物质的元素的种类，将纯净物分为单质和化合物^①。由同种元素组成的纯净物叫做单质，如氮气、氯气、铁等。由两种或两种以上元素组成的纯净物叫做化合物，如二氧化碳、酒精、氯化钾等。如果化合物仅由两种元素组成且其中一种是氧元素，则这种化合物称为氧化物，如水、二氧化锰、二氧化碳等。



讨论与交流

列举你知道的含有氧元素的物质，然后分别指出它们所属的物质类别。

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

124

“观察与思考”：图 5.11 展示了两组纯净物，鼓励学生结合图像与文字说明，理解两组纯净物之间的差异。每组选择了不同状态的几种物质作为范例，说明物质属于单质还是化合物与状态无关。

讨论与交流

“讨论与交流”：引导学生回忆在专题 3 氧气的性质及制备内容中，学过的含氧元素的物质，从组成物质的元素的角度判断物质的类别，形成基于元素认识物质的视角。



贴士

- 建议教学中实物展示或视频演示铁、氯气、干冰、酒精等物质，引导学生根据组成物质的元素种类进行分类，帮助学生理解单质与化合物的区别。
- 元素在自然界中的存在形态分游离态和化合态，此处不做教学要求。

在专题1“通用的化学语言”初步介绍元素符号的基础上,本课题详细说明元素符号的含义,以及原子、离子符号的意义,帮助学生既从宏观视角认识物质,又从符号视角理解和表征物质的组成,提升学生“宏观—微观—符号”三重表征能力。

图5.12展示了碳元素信息示意图,从中查找常见元素符号、原子序数、相对原子质量等信息,有助于学生初步感受元素周期表是非常实用的工具。

为便于研究和交流,科学家使用元素符号来表示元素。元素符号既表示一种元素,又表示这种元素的一个原子。例如,“H”既表示氢元素,又表示氢元素的一个原子。我们还可以将离子的电荷数目和电性标注在元素符号的右上角以表示相应离子,如 Na^+ 表示带1个单位正电荷的钠离子, Mg^{2+} 表示带2个单位正电荷的镁离子, Cl^- 表示带1个单位负电荷的氯离子。

书写表达

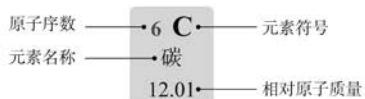
用化学符号表示微观粒子:①碳原子;②两个氢原子;③带3个单位正电荷的铝离子;④带2个单位负电荷的氧离子。

如何对元素进行编排

随着越来越多的元素被陆续发现,探寻各种元素及其性质之间的联系,并预测未知元素及其性质,成为科学家不断努力的目标。1869年,俄国化学家门捷列夫(D. I. Mendeleyev)在总结前人经验和大量科学实践的基础上,把当时已知的63种元素编制成一张元素周期表。附录的现代元素周期表,是在门捷列夫的元素周期表的基础上不断修正和完善而来的。

元素在元素周期表中都有一个序号,称为原子序数。原子序数与元素原子的核电荷数(质子数)在数值上相同。元素周期表中的元素正是按原子序数从左往右、从上到下递增的顺序排列的。

元素有金属元素和非金属元素之分,其中绝大多数是金属元素,它们集中在元素周期表的左边;非金属元素则主要集中在元素周期表的右上部。通过元素周期表,我们可获知各种元素的元素符号、元素名称、相对原子质量等信息(图5.12)。



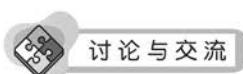
▲图5.12 元素周期表中的碳元素信息示意图

125



教材以化学史引入,介绍化学家门捷列夫对科学的贡献,初步介绍了元素周期表的构成和表中一些数字的意义。教学中可以引导学生通过查找元素周期表中的相关信息,简单练习使用元素周期表,不建议深入挖掘和介绍。

课题2 组成物质的元素



讨论与交流

寻找生活中一件含有两种及以上非金属元素的物品，然后找出这些元素在元素周期表中的位置，并说明元素周期表提供的信息。

元素周期表是人们学习和研究化学的重要工具，它能为人们发现新元素、预测物质性质、寻找新材料等提供线索，我们将在高中化学课程中继续深入学习。

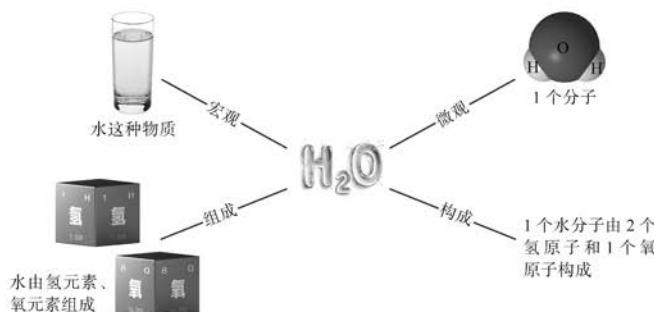
“讨论与交流”：以生活中常见的糖为例，如蔗糖（化学式 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ）或葡萄糖（化学式 $C_6H_{12}O_6$ ）。

如何使用化学符号表示物质的组成

1. 化学式

我们知道物质是由元素组成的，也是由大量微观粒子聚集而成的。人们通过元素符号既可以表示元素，又可以表示该元素对应的微观粒子如原子、离子等。相应地，我们可以用化学式来表示物质的组成。

科学研究表明，纯净物是有固定组成的。例如水，无论是何种来源，处于何种状态，都由氢、氧两种元素组成，都是由大量水分子聚集而成的，而每个水分子都由2个氢原子和1个氧原子构成。化学式 H_2O 既表示水这种物质，又表示水的元素组成，还可以表示1个水分子及1个水分子中氢、氧原子的个数（图5.13）。



▲ 图 5.13 化学式 H_2O 的意义

学生在专题1“通用的化学语言”中已初识了化学式，在专题4“水的性质与组成”中认识了常见的“水”。图5.13以“水”为例，分析了水的宏观组成和微观构成，使抽象的化学式的意义具象化，有助于学生初步建立物质的宏观组成和微观构成的联系。

126



贴士

书写化合物的化学式、掌握化学式的意义，是在学生已学元素符号的基础上，继续对化学用语内容更进阶的学习。建议列举多种常见物质的化学式，例如 H_2 、 O_2 、 CO_2 等，请学生试着说出这些化学式的含义。

通过图示展示了钠(Na)、氯化钠(NaCl)、氧气(O₂)、氦气(He)的实物图、微观模型和化学式，形成了从单一的原子到离子、分子的进阶，帮助学生理解物质的微观结构和化学式的关系。

通过分析NaCl和O₂的化学式，观察化学式中的数字如何表示各元素的原子数的最简比。例如，NaCl中的1:1表示钠离子和氯离子的个数比，O₂中的“2”表示氧分子的双原子结构，有助于理解化学式表示的定量含义。

有些物质是由原子或离子直接构成的。若为单质，常用元素符号表示其化学式；若为化合物，其化学式表示各组成元素原子数的最简比。自然界中的大多数物质都是由分子构成的，对这些物质而言，化学式又称为分子式。为简便起见，我们统一使用化学式。



▲ 图 5.14 钠、氯化钠、氧气、氦气的化学式



在教学过程中，可以鼓励学生比较不同物质的化学式和微观模型，帮助他们理解微观结构如何用化学语言描述；也可以结合跨学科实践活动，让学生动手制作简单的模型，感受微观模型展示物质的微观结构的直观与形象，加强学生对化学式的理解。

课题2 组成物质的元素



书 写 表 达

根据下表中各物质的微观粒子构成，写出它们的化学式。

物质名称	微观粒子构成	化学式
氮气	两个氮原子结合构成的氮分子	
铁	铁原子	
金刚石	碳原子	
氧化镁	Mg ²⁺ 与O ²⁻ 以1:1结合	
二氧化硅	硅原子与氧原子以1:2结合	

2. 化合价

水的化学式为H₂O，二氧化碳的化学式为CO₂，为什么在这些化合物的分子中，不同的原子结合氧原子的数目不同呢？是什么决定了原子之间相互结合的数量关系？

通常，用化合价来表示形成化合物时一个原子能和其他原子相结合的数目。元素的化合价有正价和负价，在化合物中，正、负化合价的代数和为0。例如，在化合物里，氧元素通常为-2价，氢元素通常为+1价；当氯气与氧气化合时，是2个氢原子结合1个氧原子生成H₂O；而碳与氧气化合时，是1个碳原子结合2个氧原子，生成CO₂。

有些化合物中含有带电的原子团，如碳酸钙(CaCO₃)中的碳酸根(CO₃²⁻)、氢氧化钠(NaOH)中的氢氧根(OH⁻)、氯化铵中的铵根(NH₄⁺)等，这些根常作为一个整体参加化学反应。

表5.5 一些常见元素和根的主要化合价

元素或根的名称	元素或根的符号	主要化合价	元素或根的名称	元素或根的符号	主要化合价
氢	H	+1	钙	Ca	+2
碳	C	+2、+4	铁	Fe	+2、+3

128

分析形成水(H₂O)和二氧化碳(CO₂)时元素的原子个数比，设问“如何确定不同元素在化合物中是以怎样的原子个数比相结合的呢？”激发学生思考。



贴士

根据化合价书写化学式，是在学生已学会元素符号书写的前提下，对化学用语的进阶学习。建议教学中紧紧围绕化合价的应用展开，引导学生知道一些常见元素和根的主要化合价，并依据化合价正确书写化学式。

“讨论与交流”：提出了一个开放性问题，要求学生寻找金属元素和非金属元素的化合价特性，初步了解元素化合价的正负、数值与其原子核外最外层电子数之间的关系，引发学生对“元素化合价与其原子核外电子排布的关系”的深入思考。可得出如下一般规律：① 金属元素和非金属元素在形成化合物时，其化合价与它们的最外层电子数密切相关。② 金属元素的原子通过失去电子形成正离子，显正价；非金属元素的原子通过获得电子形成负离子，显负价；最终在化合物中达到电中性。

化合价规则及书写化学式规则，为学生书写化学式提供了清晰的指导。根据元素的化合价推导化学式，或者根据化学式计算某元素的化合价，帮助加深学生对化合价和化学式书写规则的理解。

续表

元素或根的名称	元素或根的符号	主要化合价	元素或根的名称	元素或根的符号	主要化合价
氮	N	-3、+5	锰	Mn	+4、+7
氧	O	-1、-2	铜	Cu	+2
钠	Na	+1	锌	Zn	+2
镁	Mg	+2	银	Ag	+1
铝	Al	+3	氢氧根	OH ⁻	-1
硅	Si	+4	碳酸根	CO ₃ ²⁻	-2
硫	S	-2、+4、+6	硝酸根	NO ₃ ⁻	-1
氯	Cl	-1、+7	硫酸根	SO ₄ ²⁻	-2
钾	K	+1	铵根	NH ₄ ⁺	+1

在确定元素化合价时，我们一般遵循如下规则：

- (1) 化合物中各元素化合价的代数和为0；由于化合价是元素的原子在形成化合物时才表现出来的性质，因此，在单质中元素的化合价约定为0。
- (2) 金属元素与非金属元素形成化合物时，金属元素显正价，非金属元素显负价。
- (3) 部分元素可显不同的化合价。
- (4) 根的化合价等于根中各元素化合价的代数和。



讨论与交流

你能根据金属元素、非金属元素的化合价的特点，分析讨论元素化合价的正负、数值与其原子核外最外层电子数的关系吗？

根据元素的化合价，在书写化学式时，还应遵守如下规则：

- (1) 一般正价元素（或根）写在左边，负价元素（或根）写在右边。
- (2) 原子的数目用阿拉伯数字写在元素符号的右下角，若为1时则省略。
- (3) 化合物中各元素化合价的代数和为0。

129

贴士

1. 表5.5罗列了常见元素和根的主要化合价，按照金属元素、非金属元素、常见原子团分类列出。建议结合表格内容，初步总结化合价规律，不建议简单记忆背诵。
2. 建议设计一些问题或任务，让学生应用化合价的知识来解决，有助于学生更好地掌握和应用所学知识。例如，一种未知物的化学式是MCl₃，其中M是未知金属，氯的化合价是-1，试推测M元素的化合价及其可能的金属。
3. 教学中如有需要，教师可指出某些元素可能显示多种价态，这是由于不同的化学反应或环境下，元素的化合价可能不同。至于呈现多种价态的原因，不建议过多展开。

课题2 组成物质的元素

由两种元素组成的化合物的名称，一般读作某化某，如 NaCl 读作氯化钠。有时还要读出化学式中各种元素的原子个数，如 CO₂ 读作二氧化碳，Fe₃O₄ 读作四氧化三铁。

当化合物的化学式确定后，其各原子的相对原子质量的总和就是该化合物的相对分子质量。根据化学式，可以计算化合物中各组成元素的质量比或质量分数，这里提到的元素的质量分数是指该元素的质量与组成物质的各元素质量总和之比。



学习指南

归纳小结

- ④ 元素是 的总称。物质是由元素组成的。根据组成元素，可以判断物质的类别。
- ⑤ 元素在元素周期表中是按 从左往右、从上到下递增的顺序排列的。通过元素周期表，可以查找元素的名称、符号、相对原子质量等信息。
- ⑥ 通常用化合价来表示形成化合物时一个原子能和其他原子相结合的 。元素的化合价有正价和负价，在化合物中，正、负化合价的代数和为 。在单质中，元素的化合价约定为 。根据元素化合价，可以书写化合物的化学式。
- ⑦ 化学式可以表示物质的组成。根据化学式，可以计算相对分子质量、组成元素的质量比及质量分数。

例题导引

问题：► 某种由氮元素与氧元素组成的化合物中，氮元素的化合价为+5价，氧元素的化合价为-2价。回答下列问题：

130

化学式反映了组成物质的各元素之间存在固定的质量关系。通过介绍根据化学式进行计算，不仅帮助学生学会用化学式表示常见物质组成的方法，还能从宏观与微观、定性与定量相结合的视角认识物质。



贴士

建议教师结合“例题导引”讲解利用化学式计算各元素之间的质量关系，不仅可以计算化合物的相对分子质量，推算组成物质各元素的质量比，还可以计算组成物质各元素的质量分数，体现了物质组成的定量表示。

课题 3 结构多样的碳单质



教学目标

- 通过比较金刚石、石墨、足球烯的性质及用途，建立宏观物质性质与微观结构之间的联系，初步形成“结构决定性质，性质决定用途”的化学观念；知道碳单质的多样性是由原子排列方式不同决定的。
- 通过对碳单质结构、性质与用途关系的讨论，结合科学家对足球烯的研究和探索，增强对化学研究方法的理解，初步形成从微观角度分析和解释化学现象的能力，激发对科学探究的兴趣和创新精神。
- 结合生活实例，通过观察碳与氧气反应、与某些氧化物的反应现象，认识碳在不同条件下反应的差异，认识碳单质的重要化学性质。



教材解析

一、教材设计思路

“碳及其化合物”相关知识在八年级和九年级教材中分散出现。学生已经学过空气中的二氧化碳、二氧化碳的实验室制法，本课题包括碳单质的组成、结构、性质，九年级教材在燃烧与灭火、金属冶炼、碳酸盐等内容中介绍碳的化合物相关知识。本课题安排在学生掌握“组成物质的元素”之后，旨在帮助学生形成“物质是由分子、原子等微观粒子构成的”“物质结构决定性质，物质性质决定用途”的化学观念。教材依托“结构多样的碳单质”的内容，指导学生从宏观和微观的角度初步分析和解释物质及其变化相关的实际问题，初步探索物质的组成、结构与性质之间的关系。本课题的内容结构如图 5-4 所示。

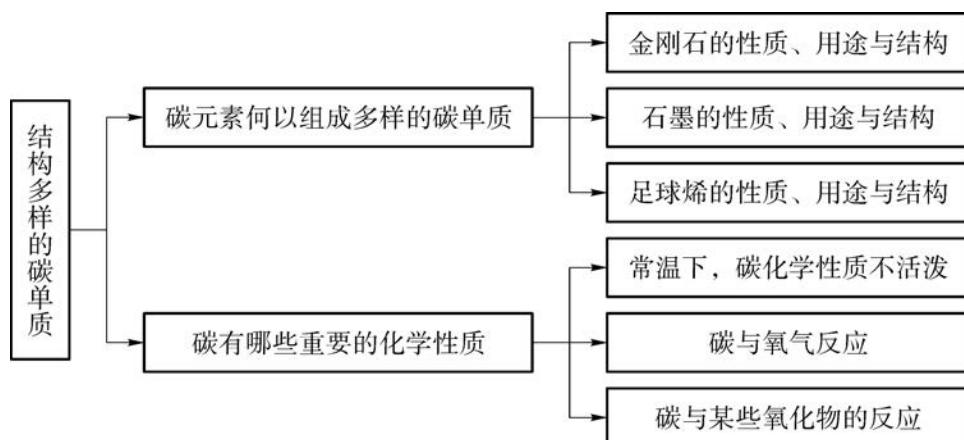


图 5-4 课题 3 的内容结构

在第一部分“碳元素何以组成多样的碳单质”中,教材结合金刚石、石墨、足球烯等碳单质的实例,通过“讨论与交流”栏目,让学生对碳单质性质与用途关系进行讨论,帮助学生形成“结构决定性质,性质决定用途”的化学观念,初步发展从微观角度分析和解释化学现象的能力。教材使用了许多实例展示碳单质的结构及用途,引入我国科学家近年来对足球烯的研究和探索,增强了民族自豪感,培养了创新意识。

在第二部分“碳有哪些重要的化学性质”中,教材详细介绍了碳的化学性质。由保存完好的秦代“九九乘法口诀表”简牍引入常温下碳的稳定性,通过实验观察碳在氧气中的燃烧反应、碳与某些氧化物的反应,引导学生认识碳的重要化学性质。通过这些内容的学习,学生不仅能够掌握碳的基础知识,还能在实践中体验科学探究的过程,培养对化学学习的兴趣和热情。此外,碳不完全燃烧会生成有毒的一氧化碳,可能带来严重危害,教学中可通过介绍不完全燃烧的危害,帮助学生提升安全防护意识。

二、教材分析

课题3 结构多样的碳单质

学习聚焦

- 结合碳单质的实例，认识物质结构决定性质。
- 通过实验探究，认识碳单质的重要化学性质。
- 基于结构多样的碳单质，体会研究物质的组成与结构对认识和创造物质的重要意义。

碳元素组成的单质，有的很早就开始被人们认识和利用了。金刚石、石墨、足球烯是三种典型碳单质，但它们的性质有很大差异，研究表明，这与碳原子在空间排列方式不同密切相关。我们将深入这些物质的微观结构层面，探究碳元素是怎样组成结构多样的碳单质的。

碳元素何以组成多样的碳单质

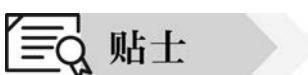
1. 金刚石

纯净的金刚石一般为无色透明、正八面体形状的固体，天然金刚石经加工打磨后，就是璀璨夺目的钻石（图 5.17）。

金刚石是天然存在的最硬的物质，可用来制作钻探机的钻头，还可用于切割玻璃、削磨金属等（图 5.18）。

▲ 图 5.17 金刚石及其结构

▲ 图 5.18 金刚石的常见用途



- “碳及其化合物”相关知识在八年级和九年级教材中分散出现。学生已经学过空气中的二氧化碳、二氧化碳的实验室制法，建议引导学生巩固已学知识，为学好本课题内容做好铺垫。
- 建议展示金刚石的实物样品，引导学生通过观察和触摸，增强感性认识和学习兴趣。也可增加“用金刚石刻划玻璃”的演示实验，让学生直观地感受金刚石的特性及广泛的应用。

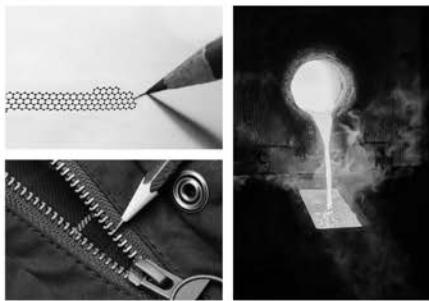
课题3 结构多样的碳单质

2. 石墨



观察与思考

为什么石墨可用于制铅笔芯，且书写起来也很方便？拉链不顺滑，为什么用铅笔涂一涂，就可以轻松拉上？石墨还可以制成模具来铸造金属。石墨的这些用途体现了它的哪些性质？



▲ 图 5.19 石墨的常见用途

“观察与思考”：结合学生熟悉的生活实例描述石墨的用途，引导学生对比石墨和金刚石的用途，思考两者用途不同的原因，深入体会性质和用途的关系。



实验探究

石墨导电

(1) 在一张白纸上用 6B 铅笔(6B 表示笔芯很软)画两条宽度约 1 cm 的不相交的线，两条线的首尾端分别形成相距约 1 cm 的两个开口。

(2) 将迷你灯泡的两根导线分别用胶带粘在一个开口处，再将 9 V 电池放在另一个开口处，使得电池的正、负极可以触碰到两条石墨线，如图 5.21



▲ 图 5.21 石墨导电实验

“实验探究”：起初，灯泡发光，表明石墨线可以导电。当石墨线被擦断后，灯泡不发光，表明电路被破坏。

134



1. 建议展示石墨的实物样品，使学生通过观察和触摸，增强学生的感性认识。
2. 可将金刚石和石墨的性质、用途列表进行对比，加深学生对其性质差异的认识。
3. 建议展示金刚石、石墨的微观模型，帮助学生理解两者性质区别的微观原因。也可设计让学生制作或搭建模型的教学环节，使学生更直观地感受不同碳单质的结构差异。

所示，观察灯泡是否发光。

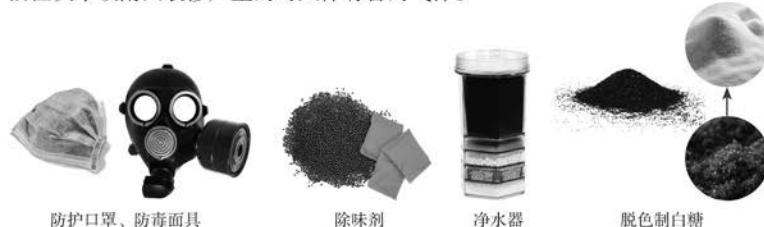
(3) 移去电池，用橡皮擦断其中任意一条线（注意擦干净），再将电池重新接上，并观察灯泡是否发光。

现象记录：_____。

实验结论：_____。

木炭、活性炭、焦炭、炭黑等都是由微小的石墨晶体和少量杂质组成的，统称无定形碳。因此，严格地说，无定形碳不属于碳的单质。

木炭因其疏松多孔的结构而具有吸附能力，可以吸附一些食品或工业产品里的色素和异味。活性炭是经活化处理的无定形碳，木炭、焦炭等无定形碳都可以转化成活性炭。活性炭吸附作用比木炭更强，常被用于制作防护口罩、防毒面具、除味剂，净水器等，也可被用于脱色制白糖（图 5.22）。人们还利用活性炭来吸附因装修产生的对人体有害的气体。



▲ 图 5.22 活性炭的常见用途



实验探究



活性炭的吸附作用

向盛有 100 mL 水的烧杯中，滴入 1 滴红墨水，再向其中加入约 2 g 活性炭颗粒，并用玻璃棒充分搅拌，静置一段时间后，观察并记录实验现象。

现象记录：_____。

实验结论：_____。

135



贴士

建议展示活性炭的结构图，让学生直观感受到活性炭疏松多孔的结构，引导学生交流讨论，思考活性炭的结构特性与其具有良好的吸附能力之间的关系。

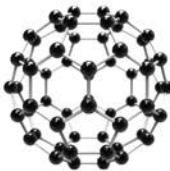
课题3 结构多样的碳单质

3. 足球烯

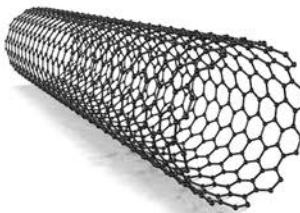
20世纪80年代，科学家发现了一类新的以单质形式存在的碳——C₆₀(图5.23)。每个C₆₀分子由60个碳原子构成，分子结构酷似足球，如图5.24所示。因此，C₆₀被称为足球烯。



▲图5.23 C₆₀



▲图5.24 C₆₀分子结构酷似足球



▲图5.25 碳纳米管结构

C₆₀的独特结构决定了它具有一些特殊的性质。因此，C₆₀在生物、环境、材料、能源等领域具有广阔的应用前景。1996年，诺贝尔化学奖授予三位发现C₆₀的化学家。我国科学家也对C₆₀的合成、结构及应用等进行了积极探索，并已取得不少成就，有力地推动了C₆₀的研究与应用。在研究C₆₀的基础上，科学家还发现了由单层或多层石墨形成的管状碳原子簇，即碳纳米管(图5.25)。碳纳米管因其独特的结构而具有很高的机械强度和优异的电学特性，在材料、催化、信息等诸多领域中有广泛应用。例如，利用碳纳米管制备的导电浆料，能够极大地提升锂离子电池的容量。

总而言之，金刚石、石墨和足球烯等都是由碳元素组成的不同的单质，它们的物理性质之所以有很大差异，是因为碳原子的排列方式不同。

讨论与交流

- 结合以上几种碳单质的性质和用途，讨论物质的性质与用途之间的关系。
- 由石墨制金刚石，从组成元素角度分析，你认为可能吗？

136

介绍足球烯的发现过程，以及中国科学家进行的积极探索与成就，激发学生对科学探索的兴趣。可展示C₆₀和碳纳米管的微观模型，帮助学生直观理解其结构。

“讨论与交流”：

- 结合金刚石、石墨、足球烯的性质和用途的学习，得出结论：物质的性质决定物质的用途，物质的用途在一定程度上反映物质的性质。
- 由石墨制得金刚石是有可能的。虽然它们都是由碳元素组成，但物理性质差异巨大，主要原因在于碳原子的排列方式不同。石墨中碳原子以层状排列，而金刚石中碳原子以四面体结构排列。这样的转变本质上是碳原子的排列方式的变化，是一个化学变化的过程。

贴士

- 可引导学生比较几种碳单质(金刚石、石墨、足球烯)的不同结构及对应的性质和应用，建立“结构决定性质”的化学观念。
- 建议提供石墨的微观模型，可直接提供，也可以由学生自己搭建。然后剥离并弯曲其中的一层，模拟碳纳米管形成的微观过程，帮助学生直观地感受两者结构的不同。
- 提供更多关于足球烯及其他碳单质的研究视频或图片，组织学生讨论，预测未来可能的研究方向，鼓励学生课外阅读和研究，培养自主学习及探究能力。

碳有哪些重要的化学性质

观察与思考

“观察与思考”：从保存完好的秦代“九九乘法口诀表”简牍引出常温下碳的稳定性，并和“碳与氧气及某些氧化物的反应”进行比较，引导学生体会不同反应条件对化学反应的影响。

我国古代以竹挺点漆而书，后磨石炭为汁，秦汉时期则多用松烟、桐煤制墨。如图 5.26 所示，用墨书写或绘制的字画能够保存很长时间而不变色，这是为什么呢？



▲ 图 5.26 秦代“九九乘法口诀表”简牍

在常温下，碳的化学性质不活泼，受日光照射或与空气、水接触，都不容易发生化学变化。但若改变条件，碳也可以燃烧或与某些氧化物反应。



▲ 图 5.27 碳的燃烧

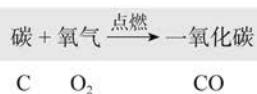
1. 碳与氧气的反应

碳可在氧气中反应，现象如图 5.27 所示。

当氧气充足时，碳充分燃烧，生成二氧化碳，同时放出大量的热。



当氧气不足时，碳燃烧不充分，生成一氧化碳，同时放出热量。



137

贴士

- 可介绍碳燃烧在生活中的实际应用，例如炭火烧烤、燃煤发电等，引导学生将化学知识与实际生活联系起来。
- 在介绍碳燃烧的应用时，可以加入关于安全使用的提示，例如在炭火烧烤时如何防止一氧化碳中毒，以及燃煤发电过程中环保问题的讨论，帮助学生在理解化学反应的同时，增强安全意识和环保观念。

课题3 结构多样的碳单质

一氧化碳是一种无色、无气味、难溶于水的气体。一氧化碳有毒，它很容易与血液中的血红蛋白结合，从而阻碍血红蛋白与氧气结合，造成生物体内缺氧，严重时会危及生命。所以，在室内使用可能产生一氧化碳的装置时，要保证有充分的通风措施，防止一氧化碳中毒。如果发生一氧化碳中毒，轻度的应立即呼吸大量新鲜空气，严重的应立即送医治疗。

2. 碳与某些氧化物的反应



木炭与氧化铜反应



(1) 将烘干的木炭粉末和氧化铜粉末放入研钵中充分研磨，观察研磨后的固体并将观察的结果记录于下表中。

(2) 取研磨后的固体平铺于硬质试管底部，按图 5.28 所示搭建装置。将导管通入澄清石灰水中，用酒精喷灯对固体加热，观察硬质试管和澄清石灰水中的现象。

(3) 几分钟后，撤出导管，熄灭酒精喷灯，待装置冷却后，将试管中的固体倒在滤纸上，观察固体颜色、光泽的变化并将观察的结果记录于下表中。



▲ 图 5.28 木炭与氧化铜反应

性质与现象	反应前	反应后
固体物质的颜色、光泽 光泽	固体_____色、_____色 光泽	出现_____色固体、_____色 光泽
盛有澄清石灰水的试管中的现象		

实验结论：_____。

证据推理

• 什么现象说明固体加热后有铜生成？什么现象说明固体加热后有二氧化碳产生？

138

“实验探究”：演示实验碳还原氧化铜要确保成功，可参照以下实验条件：将木炭或活性炭充分研磨、烘干，碳和氧化铜的质量比按 1 : 10.6 混合，反应物总质量取 2.5~3.0 g。以上条件是确保实验成功的最佳条件，具体参见本专题“实验讨论”。



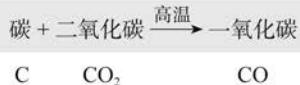
引导学生通过讨论一氧化碳在生活中的常见来源，例如汽车尾气、燃料燃烧等，认识到碳不完全燃烧的危害及预防措施，启发学生思考如何在生活中进行预防，增强安全意识。还可以介绍一氧化碳报警器的使用，帮助学生认识现实生活中的预防实例。

结合实验现象，引导学生更好地掌握化学反应。

在高温条件下，木炭与氧化铜反应，生成铜和二氧化碳。



在高温条件下，碳还可以与其他化合物反应，如碳能使二氧化碳转变为一氧化碳。



学习指南

归纳小结

- ④ 碳元素可以组成结构不同的单质，常见的有等。
- ⑤ 在常温下，碳的化学性质。在高温下，碳可以燃烧，也能与某些氧化物如氧化铜、二氧化碳反应。
- ⑥ 通过金刚石、石墨和足球烯的比较学习，认识物质的决定性质，而物质的性质又决定其用途。

例题导引

- 问题：
- 金刚石、石墨和 C_{60} 的性质与组成、结构有关。
 - (1) 这三种碳单质，都是由碳原子直接构成的吗？
 - (2) 高温润滑剂在某些工业领域上有着重要应用，我们应选择金刚石还是石墨作为高温润滑剂？
 - (3) 不同碳单质在氧气中充分燃烧都能生成二氧化碳， C_{60} 在足量氧气中燃烧前后，构成物质的微观粒子发生了哪些变化？

139



贴士

鼓励学生思考高温条件下碳与氧化铜反应在工业生产中的实际应用。从实验室碳还原氧化铜，拓展到工业中焦炭还原铁矿石中的氧化铁，将实验中的化学反应与现实生活中的工业应用相结合，使学生不仅能更好地理解化学反应的原理，还能知道在实际生产中的应用价值，也可为九年级金属冶炼的学习做好铺垫。

制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程



教学目标

- 通过调查不同时期关于物质组成与结构的假说,了解科学家的探索历程,学习和体会科学家进行探究的智慧,知道可以通过实验、想象、推理、假说、模型等方法探索物质的结构,感悟科学家崇尚真理、严谨求实的科学态度,勇于批判、质疑和创新的精神。
- 通过制作模型,认识模型的描述、解释和预测等作用,建立认识物质的宏观和微观视角之间的关联,为形成以宏观、微观、符号相结合的视角认识和表征化学变化打下基础。
- 通过模型的演进展示科学家的探索历程,了解人类对物质的组成与结构的探索是不断发展的,研究物质的组成与结构对认识和创造物质具有重要意义。
- 在根据化学史实分析、改进、评价模型作品的过程中,养成自主学习、合作交流、质疑、批判、证据推理的能力和创新意识,增进对科学探究本质的理解,感悟协同创新对解决跨学科复杂问题的重要性。



教材解析

一、教材设计思路

本跨学科实践活动属于作品制作类实践活动,旨在通过制作模型来形象地展示科学家对物质组成与结构的探索历程,综合体现“物质的组成与结构”学习主题的大概念及核心知识,关联了学生必做实验“水的组成及变化的探究”,帮助学生建构微粒观、元素观、结构观、守恒观和辩证观等化学观念,促进“系统与模型”“结构与功能”等跨学科大概念的进一步发展。

化学史记录了化学知识从萌芽到系统化的发展历程,体现了化学学科的自然科学本质,对物质组成与结构的探索历程推动了化学学科的发展,深刻地影响了人类对自然界的认识和理解。本专题中,学生在认识水分子的基础上,逐步构建了科学的原子认知体系,以元素周期表为依托,认识了元素与物质组成的关系。本跨学科实践活动要求学生基于化学史,结合典型假说,从宏观结合微观的视角认识物质,有意识地应用化学核心知识,自主调用科学、历史等多个学科的相关知识,运用简单的技术与工程方法制作模型,并展示科学家探究物质组成与结构的历程。本跨学科实践活动的内容结构如图 5-5 所示。

活动 1 是调查有关物质组成与结构的假说。完成本活动,学生首先要通过不同途径,调查不同时期科学家提出的关于物质组成与结构的假说,然后梳理所获得的信息,按时间顺序对典型假说进

行整理。学生研究的对象是复杂的化学史实体系,需要关注体现认知发展的典型假说,从化学的视角去探寻假说、推理、证据之间的关系,进而认识物质组成与结构的发展历程,还要学会用联系的眼光辩证地看待事物的发展,因此,对资料的解读、分析、归纳、表达是完成任务的关键。

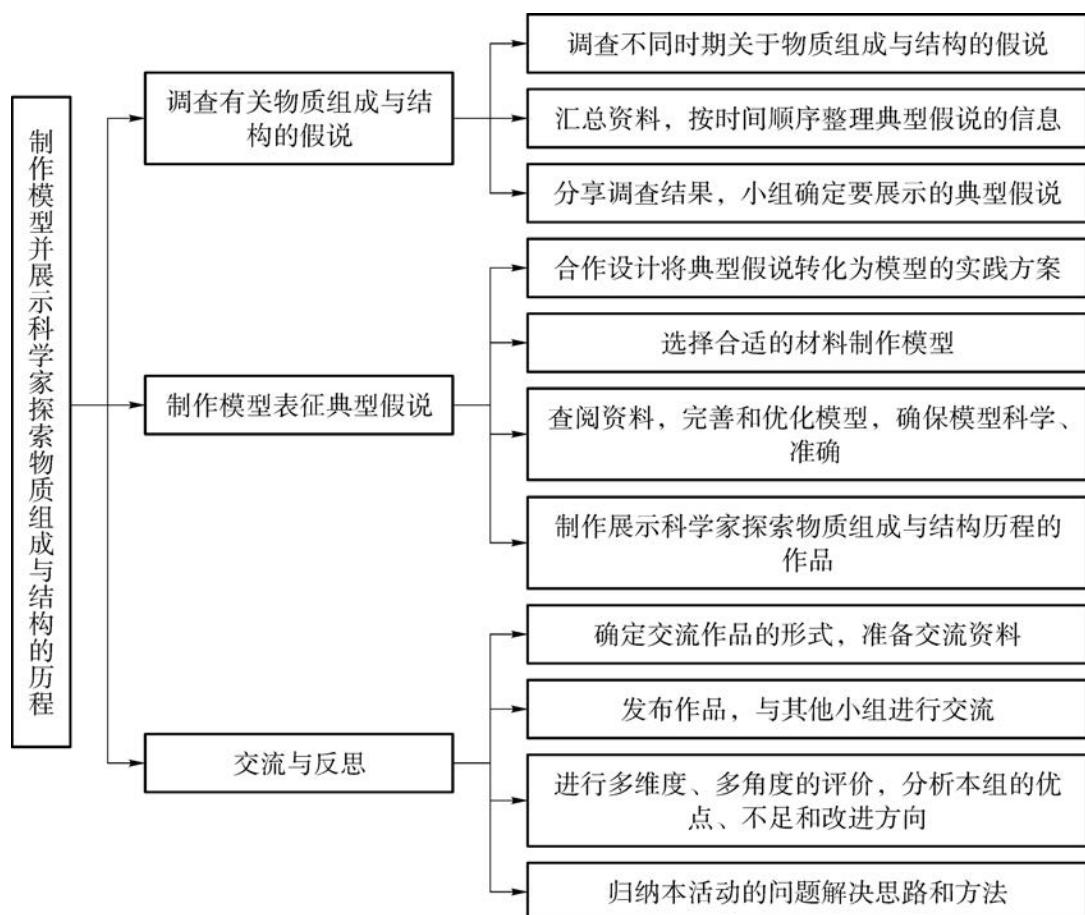


图 5-5 跨学科实践活动的内容结构

活动 2 是制作模型表征典型假说。在该活动中,小组通过合作设计出将典型假说转化为模型的实践方案,再按照拟定的方案分步骤完成模型的制作,使解决问题的思路外显,以便形成制作模型的一般思路和方法。接着,通过提炼典型假说中涉及的要素,选择合适的方式、材料制作模型,在设计和制作的过程中调用所学知识或查阅资料,确定模型的结构和比例,不断完善和优化模型,以提升模型的科学性和准确性。

在“交流与反思”环节中,学生需要确定呈现科学家探索历程的方式,并准备相关交流资料,以小组为单位发布作品。通过对作品及活动过程进行交流、反思与评价,分析本组的优点、不足和改进方向,并对本活动的问题解决思路和方法进行梳理、汇总。

本跨学科实践活动与其他作品制作类跨学科实践活动有一定区别,重点关注化学作为一门自然科学的本质,体现化学学科的认识论和方法论。学生在查阅信息、进行科学阅读、加工信息、制作模型的过程中,发展自主学习、与他人分工协作、沟通交流的能力,逐步建立宏观与微观、定性与定量相结合认识物质的视角,初步养成崇尚科学、严谨求实、大胆质疑的科学态度。

二、教材分析

跨学科实践活动

制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程

从古至今，“物质由什么组成”一直是许多科学家致力探究的问题。在漫长的历史中，有些科学家研究各种元素的性质并对元素进行分类，构建元素周期表；有些科学家则是从微观视角研究原子，探索原子结构。19世纪以后，这些研究观点逐渐融合并不断发展，成为近现代科学家研究物质组成与结构的理论基石。基于化学史，结合科学家提出的典型假说，搭建微观粒子模型，有助于我们了解科学家探究物质组成与结构的历程，形成研究物质组成与结构的一般思路与方法，进而感悟不同时期科学家严谨求实的科学态度，勇于质疑、创新的精神。

在本活动中，你将通过制作微观粒子模型，展示科学家探究物质组成与结构的历程。因此，你和同伴可以合作完成如下任务：

- ◎ 活动 1 调查有关物质组成与结构的假说
- ◎ 活动 2 制作模型表征典型假说
- ◎ 交流与反思

在每项任务中，你和同伴都需要先设计一个详细的活动方案，合理分工；活动中，应注意活动过程和结果的记录。

活动 1

调查有关物质组成与结构的假说

要求及建议

- ① 通过多种途径，调查不同时期科学家提出的关于物质组成与结构的假说。
- ② 将通过多种途径获得的调查资料进行比较汇总，按时间顺序列出不同时期科学家提出的有关物质组成与结构的典型假说。
- ③ 与小组同伴分享调查结果。

142

不同时期的假说和模型都是基于当时的科学实验和理论发展而来的，每个模型都在一定程度上解释了原子的某些特性，并为后来的科学研究提供了基础。

活动中，需要关注不同时期假说和模型的区别及演进过程，以及验证该假说的科学实验，逐步培养证据意识。

可以通过查询相关网站、文献、书籍或观看视频等方式获取信息，需要及时对所获得的信息进行记录、整理，还要确保所收集资料的科学性和准确性。由于需要收集的资料较多，小组内成员可以分工调查不同假说，之后进行交流、分享、汇总。



贴士

1. 化学史实体系较为复杂，建议教师先进行梳理，可以向学生推荐书籍或文献，或者提供一些关键词用于调查研究，例如科学家的名字、化学史中的重要事件或重大成就。还可以补充阿伏加德罗的分子假说、玻尔的原子结构模型等，以及卡文迪什、舍勒、普里斯特利、拉瓦锡等科学家关于物质组成的探索。
2. 建议对学生进行必要的科学阅读指导。例如，阅读文献和书籍资料时，可以对重要信息进行分类，如人物、时间、地点、事件、评价、证据等，并用不同的符号进行圈划、批注或记录，小组内使用统一样式的标记，有利于后期交流、分享调查结果。
3. 按照时间顺序整理典型假说之后，还需要引导学生关注假说和模型的演进过程，通过对比新旧假说和模型的差异及论证过程，培养证据推理、质疑、批判能力。

在整理典型假说的信息表时,学生需要归纳出假说的核心内容,还可以进一步关注假说的背景理论、事实基础、推理预测、历史意义等,即提出假说之前的理论、所依据的实验事实、能解释和预测的问题、对科学研究所产生的影响等,从而培养证据意识,并建立起假说之间的联系,学习用联系的眼光辩证地看待事物发展。

在制作模型时需要设计实践方案,分步骤完成制作。以水分子的模型为例,首先分析原子种类,进而思考氢原子和氧原子的大小、数目及连接方式等。

制作模型时除了涉及各原子的比例问题,还会涉及键角等,针对现阶段的学生,建议主要确定大小比例即可。

提示

- ①活动中你将运用科学家探究物质组成与结构的化学史知识。
- ②近现代科学家提出的有关物质组成与结构的重要观点即为典型假说。

活动记录

不同时期科学家提出的有关物质组成与结构的典型假说的信息表

提出时间	科学家	典型假说
1783年	卡文迪什	通过实验发现水是由氢和氧两种元素组成的

活动2

制作模型表征典型假说

要求及建议

- ①设计将典型假说转化为模型的实践方案。可以从提炼典型假说中涉及的要素、选择合适的方式分别呈现不同要素、将不同要素有序组合成模型等方面进行设计。
- ②根据不同要素的呈现要求选择合适的材料,按照拟定的实践方案分步骤完成模型的制作。

提示

- ①选择的材料应符合安全、环保、易于加工等要求。
- ②模型中不同要素的大小比例应符合事实。可以根据已学习的科学知识或通过查阅资料,确定不同要素的大小比例。

143



1. 假说是以已有的事实材料和科学理论为依据,对未知事实或规律提出的一种推测性说明。理论是经过逻辑论证和实践检验并由一系列概念、判断和推理表达出来的知识体系,是关于客观事物的本质及规律性的相对正确的认识。假说是理论的起点,假说经过实践证明是正确的,就可成为理论;理论也可能随着认知的发展而被推翻。例如,普里斯特利认为加热氧化汞得到的气体是脱燃素空气,这就是一种假说;而“燃素说”则是当时用于解释燃烧现象的一种理论,“燃素说”后期被新的理论“氧化学说”所取代。调查假说时,可以引导学生关注假说的背景理论,理论会对假说的核心内容产生影响。例如,“燃素说”和“氧化学说”对科学家有关水的组成的认识产生了较大的影响。
2. 制作模型时,为保证所做模型的科学性与准确性,可以使用一些分子结构模型的绘制软件,帮助学生进行模型的完善和优化。

活动记录

本活动选取_____等材料，根据实践方案制作_____模型。

_____模型制作实践活动记录表

步骤序号	使用的材料	操作方法
1		
2		
.....		

注：每个模型一张表格，上述表格仅供参考，也可另行设计合适的记录表。

④ 交流与反思

要求及建议

- ① 以小组为单位，使用制作的模型展示科学家探究物质组成与结构的历程。
- ② 与其他小组的展示活动进行比较，分析并记录自己组的特色和不足。
- ③ 基于本次实践活动，提出改进方向与思路。

本活动主要通过制作实物模型，展示不同时期科学家探究物质组成与结构的历程，实际上还可以通过其他方式制作模型完成展示，如利用 3D 打印技术制作复杂结构的模型、利用化学绘图软件制作虚拟模型等。希望同学们开拓思路，发现更多研究物质组成与结构的方法。

模型制作实践活动记录表是制作流程的具体体现，可以帮助学生归纳并形成制作模型的一般思路和方法。

小组先要确定作品的形式，可以通过拍摄短视频、绘制海报、制作演示文稿、撰写论文等方式展示科学家探索物质组成与结构的历程，然后还要确定作品交流的形式，可以采用汇报、情景剧等方式呈现活动成果。

144



贴士

评价量表对于学生制作作品和进行交流展示具有一定的指导作用。可以在“交流与反思”前，指导学生合作设计评价量表，并进行完善。设计评价量表时，既要关注活动的成果，又要关注学生的成长。例如，对模型可以从完整性、准确性、科学性等角度进行评价，对学习过程可以从信息获取、交流研讨、团队合作、创新意识等角度进行评价，对交流与展示过程可以从语言表达、主题明确、生动有趣、互动问答等角度进行评价。



本专题教学案例

构成物质的微观粒子 (单元教学设计)

一、单元设计思路

《义务教育化学课程标准(2022年版)》明确提出,义务教育阶段的化学教育要激发学生学习化学的好奇心,引导学生探索物质的组成与结构,认识物质世界的变化规律,形成化学基本观念。首先通过事实,说明宏观物质是由微观粒子构成的,然后通过一些现象和实验明确分子是构成物质的一种微观粒子,通过微观模型建立分子和原子的概念,引导学生再认识原子的结构和离子的形成。在单元教学设计中,可以充分应用化学史实以及实验探究活动,引导学生通过实验、想象、推理、假说、模型等方法探索物质的结构,同时,借助科学家对分子、原子认识的探索历程素材,培养学生能够根据基于事实与逻辑进行独立思考与判断,养成严谨的证据推理以及批判质疑能力。

二、单元学习规划

单元主题: 构成物质的微观粒子 课时数: 4 课时

单元分析	本单元的学习内容是从宏观体系转向微观世界的开端,将从宏观现象转向微观本质。物质的微观结构是化学学科的重要内容之一,也是现代科学关于物质世界的重要认识成果。本单元涉及较多的初中化学基本概念,这些概念是支撑和构建初中化学知识结构的重要结点,是发展核心素养的重要载体。通过分子、原子、离子等核心知识,转变学生认识物质的视角;通过实验、想象、推理、假说、模型等方法探索物质的结构,引导学生了解科学家严谨求实的科学态度,体会科学家探索物质结构的智慧,认识探究物质组成与结构的基本思路与方法。
单元目标	<ol style="list-style-type: none">通过结合生活实例,初步建立物质是由分子、原子等微观粒子构成的基本观念,形成认识物质变化的视角。通过复习水分解过程中水分子的变化,认识分子是由原子构成的。从微观角度解释化学变化的本质,形成微粒观,认识分子的概念。结合原子结构探究史,了解原子的构成,建立原子结构模型,体会严谨求实的科学精神。认识相对原子质量的含义及应用,体会定量研究在化学学习中的意义。能利用所学的关于物质构成的知识解释生活中的一些问题,树立物质是可分的辩证唯物主义观。

三、课时学习规划

第1课时 物质由哪些微观粒子构成

课时目标		1. 通过观察身边的现象,用想象、类比等方法初步形成物质由分子、原子等微观粒子构成的化学观念。 2. 借助典型化学反应的微观模拟过程演示,理解分子、原子的概念,感受模型的作用,发展想象、分析和推理能力。 3. 感受科学技术的发展,了解人类对物质的结构的探索是不断发展的。	
学习规划	学习活动	活动1: 知道物质由微观粒子构成。 【情境】 人类对物质构成的认识的发展史; 观察并解释氨水挥发使酚酞变红, 红墨水分别在冷水、热水中的扩散现象。 【问题】 为什么会闻到花香? 衣服上的水为什么消失? 金块无限分割, 最后会得到什么?	活动2: 认识分子由原子构成。 【情境】 展示水分解过程中水分子的变化。 【问题】 分子本身又是怎样构成的呢? 【任务】 认识分子由原子构成。
	评价要点	能利用物质的微观粒子的基本特征解释宏观事实和现象。	能利用模型建立物质、分子、原子的关联。
	教学资源	模型: 金刚石、石墨模型。 图片: 扫描隧道显微镜观察到的苯分子和硅原子的照片, 氦气球、铁原子结构。	动画: 水分解。 模型: 各微观粒子。

第2课时 原子能否再分

课时目标		1. 通过探究原子结构模型的发展史,体验用猜想、分析、推理、模型的方法认识原子是由原子核和核外电子构成的,形成严谨求实的科学态度。 2. 根据原子的核电荷数判断核内质子数和核外电子数。 3. 通过观看我国第一颗原子弹爆炸的资料,激发爱国情感。		
学习规划	学习活动	活动1: 介绍原子结构模型的发展。 【情境】 播放我国成功爆炸第一颗原子弹的资料短片。 【问题】 原子弹爆炸为什么有如此大的威力? 原子真的不能再分吗? 【任务】 讨论交流后得出结论: 原子弹开发的是原子核能, 可见原子虽小, 却还有核, 所以原子内部是有结构的。	活动2: 认识原子结构模型。 【情境】 介绍汤姆孙发现电子的故事、卢瑟福的 α 粒子散射实验。 【任务】 总结原子结构探究历程。	活动3: 认识原子结构。 【情境】 介绍构成原子的几种微观粒子的电性及几种常见原子的构成。 【问题】 (1) 构成原子的三种微观粒子呈什么电性? (2) 是否所有原子核内都有中子? (3) 不同种类原子的内部结构有何不同? (4) 你能发现原子核内质子和核外电子之间的数量关系吗? (5) 你能说明为什么原子呈电中性吗? 【任务】 小组讨论,得出结论。

(续表)

学习规划	评价要点	能分析、猜测出原子内部是有结构的。	能利用实验事实、科学史实等论证原子模型结构。	能说出原子的构成微观粒子及其电性。能建立原子中质子数、核电荷数与核外电子数的对应关系。
	教学资源	视频：我国成功爆炸第一颗原子弹的资料短片。	资料：道尔顿和汤姆孙的原子结构模型、卢瑟福的 α 粒子散射实验。 动画：原子结构。	资料：教材表格。

第3课时 离子是怎样形成的

课时目标		1. 通过阅读分析,知道原子核外电子是分层排布的,能简单说明离子的形成过程。 2. 通过小组交流、比较、归纳的方法,得出原子核外电子排布规律,认识原子结构的表示方法。 3. 以氯化钠为例,说出离子的形成过程,知道离子也是构成物质的一种微观粒子,逐步提高抽象思维的能力、想象力和分析、推理能力。		
学习规划	学习活动	活动1：知道原子核外电子是分层排布的。 【情境】 播放原子核外电子排布的视频。 【问题】 分子、原子都在不停地运动着,想象一下,构成原子的原子核和电子是如何运动的呢?会不会发生碰撞呢? 【任务】 想象核外电子的运动、阅读教材图文,得出离核最近的电子层称为第一层等相关概念。	活动2：认识原子结构示意图,找出核外电子排布规律。 【情境】 介绍原子结构示意图及其各部分的含义。 【问题】 你能说出其中每一部分代表的内容吗?从教材中找出:什么是相对稳定结构?原子核外第一层最多有几个电子?原子核外最外层最多有几个电子? 【任务】 得出核外电子排布规律。	活动3：认识离子的形成。 【情境】 氯化钠的形成。钠与锂、氟与氯原子核外最外层没有达到稳定结构,在化学反应中容易失、得电子,从而达到稳定结构。 【问题】 什么是离子?离子分为哪几种?哪些元素的原子会形成正离子?哪些元素的原子会形成负离子?得失电子会怎样呢?分子、原子和离子之间存在什么关系? 【任务】 认识原子结构示意图,观看动画描述离子的形成过程。
	评价要点	知道原子核外电子是分层排布的。	得出核外电子排布规律:最外层电子数不超过8个(只有一层的,则不超过2个)。	知道原子可以转变为离子。能简单说明离子的形成过程。
	教学资源	视频：原子核外电子排布。	资料：原子结构示意图。	动画：氯化钠的形成。 图片：氯化钠、氯气、铁的微观示意图。

第4课时 如何计量原子的质量

课时目标		1. 初步了解相对原子质量的概念,了解原子质量与相对原子质量的区别。 2. 通过获取相对原子质量的数据,计算相对分子质量,体会科学计量的重要性,形成科学的计量观和计量意识。 3. 通过了解张青莲对相对原子质量的测定的贡献,激发爱国主义情感,体会定量研究的重要性。
------	--	---

学习规划	学习活动	活动 1：初步了解相对原子质量的概念。 【情境】原子质量很小，运用起来不方便。 【问题】有没有一种科学的方法来简单表示原子的质量？相对原子质量与原子质量有什么区别？ 【任务】建立相对原子质量的概念，查表以熟悉常见元素原子相对原子质量。	活动 2：进行相对分子质量的计算。 【情境】分子的质量。 【问题】如何简单表示分子的质量？ 【任务】讨论得出相对分子质量的计算方法。计算某些物质的相对分子质量。
	评价要点	能说出原子的实际质量和相对质量的关系，认识选择相对原子质量的优点。	认识相对原子质量、相对分子质量的含义及应用。
	教学资源	图片：某些原子的实际质量数据。 视频：张青莲对相对原子质量的贡献。	图片：一些常用的相对原子质量。

四、单元教学（课时）设计

第3课时 离子是怎样形成的

教学目标

- 通过阅读分析，知道原子核外电子是分层排布的，能简单说明离子的形成过程。
- 通过小组交流、比较、归纳的方法，得出原子核外电子排布规律，认识原子结构的表示方法。
- 以氯化钠为例，说出离子的形成过程，知道离子也是构成物质的一种微观粒子，逐步提高抽象思维的能力、想象力和分析、推理能力。

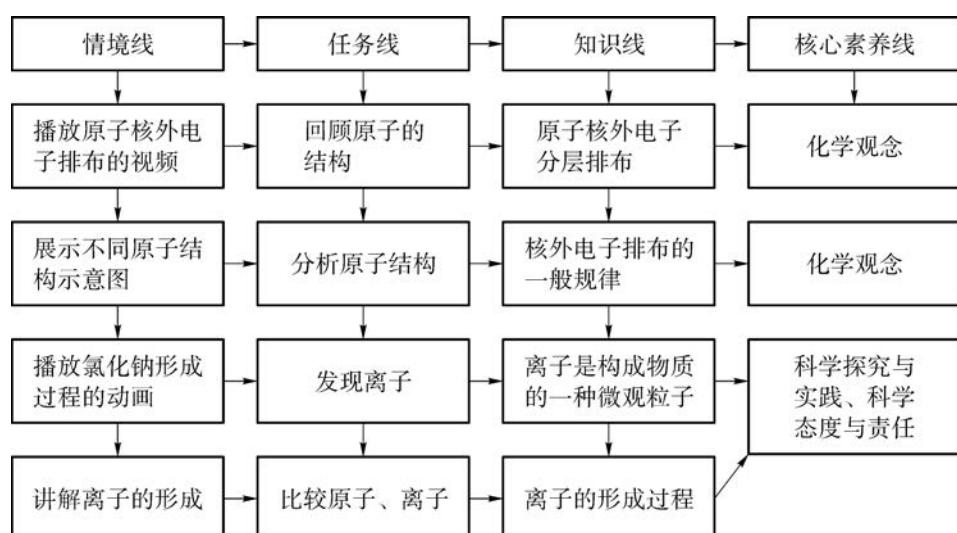
教学重点

离子的形成过程。

教学难点

离子的形成过程。

教学流程



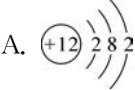
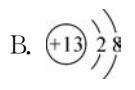
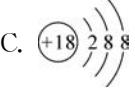
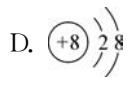
教学过程

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【知识回顾】原子的结构：原子是由原子核和核外电子构成的，原子核由带正电荷的质子和不带电荷的中子构成，核外电子带负电荷。质子数=核电荷数=核外电子数。</p> <p>【情境】原子很小，而原子核更小。如果把原子比作一座十层大楼那样大，那么原子核只相当于一粒绿豆般大小；那些比原子核还要小的电子，则在原子核外“广阔”的空间内做运动。那么这些电子是怎样运动的呢？会不会发生碰撞呢？</p> <p>【猜测】电子在原子里是如何运动的？</p> <p>【情境】播放原子核外电子排布的视频。</p> <p>【活动 1：讲解】核外电子的运动不像行星绕太阳旋转有固定的轨道，但却有经常出现的区域。我们把这些区域称为电子层。核外电子是在不同的电子层内运动的，此现象叫做核外电子的分层排布。</p> <p>离核最近的电子层称为第一层，其余由近及远依次类推，分别为第二、三、四、五、六、七电子层，离核最远的常称为最外层。</p> <p>【任务】利用所学知识想象并画出原子核外电子的运动。</p>	<p>【复习】</p> <p>【思考】</p> <p>【观看】</p> <p>【聆听】</p>	<p>通过视频说明原子核外电子做高速运动，激发学生探索问题的兴趣，培养科学思维和创新意识。</p>
<p>【讲解】科学家们用原子结构示意图来简明地表示原子核外电子的分层排布。</p> <p>【讲解】氧原子结构示意图：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 弧线表示电子层。 (2) “2”表示第一层上排有 2 个电子。 (3) “6”表示第二层上排有 6 个电子。 (4) 圆圈表示原子核，圈内的数字表示有 8 个质子数。 <p>【展示】氢、氦、锂、氟、氖、钠、氯、氩的原子结构示意图，说一说这些原子结构图的意义。</p> <p>【活动 2：小组讨论】核外电子分层排布规律。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 不同原子的核外电子排布情况并不相同。 (2) 最外层电子数不超过 8 个(只有一层，则不超过 2 个)。 (3) 原子的最外层电子数是 8 个的结构通常被认为稳定结构，如氖、氩。 	<p>【聆听】</p> <p>【表述】各原子结构示意图的意义。</p> <p>【讨论、归纳】核外电子的排布规律。</p>	<p>引导学生观察、分析、归纳得出核外电子排布的规律，培养学生归纳总结能力及语言表达能力。</p>

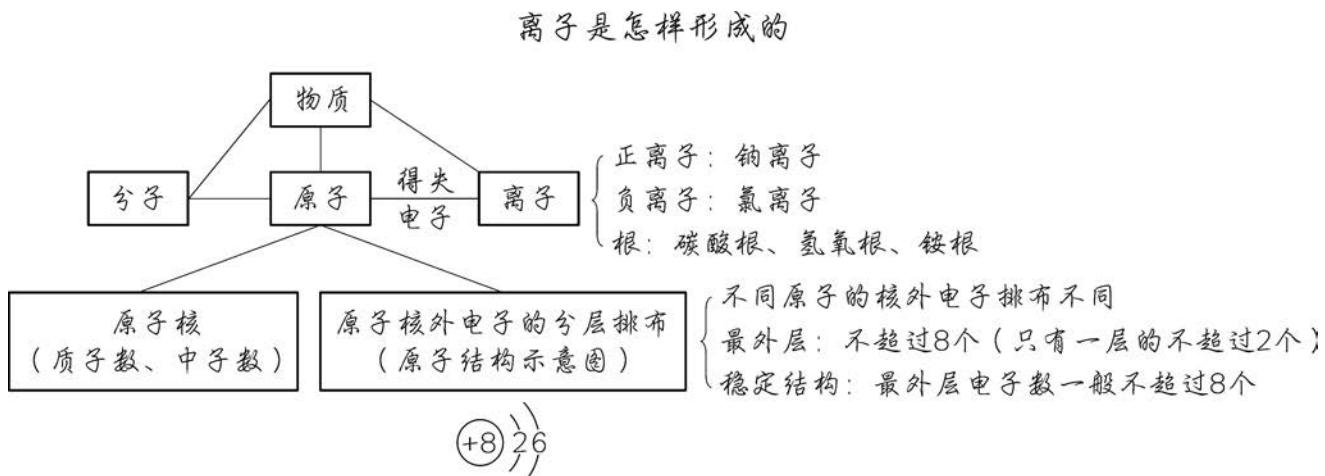
教师活动	学生活动	设计意图
<p>【讲解】化学变化中,原子会趋向达到稳定结构。</p> <p>【活动3】播放氯化钠形成过程的动画,提问:氯化钠是如何形成的?</p> <p>【讲解】在化学变化中,钠原子容易失去1个最外层电子,而氯原子则容易得到1个电子,从而趋向达到稳定结构,带相反电荷的钠离子和氯离子相互作用就形成了氯化钠。可见,离子也是构成物质的一种微观粒子。</p> <p>1. 概念:带电荷的原子(或原子团)叫做离子。 2. 分类: (1) 正离子:带正电荷的原子或原子团,如钠离子。 (2) 负离子:带负电荷的原子或原子团,如氯离子。 (3) 根:带电荷的原子团,如碳酸根、氢氧根、铵根。 强调:离子也是构成物质的一种微观粒子。</p> <p>【巩固练习】钠原子变成钠离子后,下列各项哪些不变?哪些发生了变化? ①质子数 ②中子数 ③核电荷数 ④电子层数 ⑤最外层电子数 ⑥电性 ⑦稳定性</p> <p>【变式】氯原子变成氯离子后,下列各项哪些不变?哪些发生了变化? ①质子数 ②中子数 ③核电荷数 ④电子层数 ⑤最外层电子数 ⑥电性 ⑦稳定性</p> <p>【小结】原子变成离子时,质子数不变;电子层数可能改变;最外层电子数一定改变。</p> <p>【比较】原子、离子的比较。</p>	<p>【聆听】 【观看、回答】 【聆听】</p> <p>【回答】不变的是:①②③。变的是:④⑤⑥⑦。</p> <p>【回答】不变的是:①②③④。变的是:⑤⑥⑦。</p>	<p>构建原子和离子之间的关系。 采用动画,使抽象知识具体化,降低学习难度。</p>

微观粒子	原子	离子	
		正离子	负离子
微观粒子之间的数量关系	核内质子数=核外电子数	核内质子数>核外电子数	核内质子数<核外电子数
结构	一般不具有稳定结构	具有稳定结构	
电性	不显电性	显正电	显负电
相互转化关系	正离子 $\xleftarrow[\text{得电子}]{\text{失电子}}$ 原子 $\xleftarrow[\text{失电子}]{\text{得电子}}$ 负离子		
相同点	都是构成物质的微观粒子		

【过渡】说一说物质、分子、原子、离子的区别和联系。

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【讲解】原子可以直接构成物质，也可以结合成分子再构成物质，还可以形成离子再构成物质。</p> <p>【巩固练习】</p> <ol style="list-style-type: none"> 下面物质中，哪些是由分子构成？哪些是由原子构成？哪些是由离子构成？ ① Ne ② Fe ③ N₂ ④ SO₂ ⑤ NaCl 下列离子结构示意图中，表示负离子的是()。 <p>A. </p> <p>B. </p> <p>C. </p> <p>D. </p> <p>【小结】 【布置作业】查阅资料了解原子结构模型发展的历程。</p>	<p>【聆听】</p> <p>【回答】1. 由原子构成：①②。 由分子构成：③④。由离子构成：⑤。 2. D。</p>	

板书设计



案例提供者：上海市浦东新区三灶实验中学 朱霞红

组成物质的元素 (单元教学设计)

一、单元设计思路

本单元从分子、原子等微观粒子构成物质的视角发展到元素组成物质的宏观视角，帮助学生初步形成基于元素认识物质及其变化的视角。教学过程中，可借助科学史实，引导学生从中提取信息，逐步认识人们对元素概念、元素周期表的研究与修正。以模型为依托设计学生活动，激发学生的学习兴趣，引导学生从实践活动中体会物质与元素的关系及物质分类的依据，逐步形成科学的元素概念，养成科学严谨的科学态度。借助生活中的真实情境，引导学生利用化学知识解决实际问题，凸显化学学科价值。

二、单元学习规划

单元主题：组成物质的元素

课时数：3 课时

单元分析	本单元是从分子、原子等微观粒子构成物质的视角发展到元素组成物质的视角，建立了元素、分子、原子、物质之间的关联，更有利于学生用元素符号、离子符号、化学式、原子结构示意图等化学用语定性或定量描述物质的组成，强调以符号表征建立宏观和微观间的联系，利用化学知识和方法解决在生产生活中的化学问题，发展科学思维，同时也通过认识元素周期表的发展历程，感受科学家勇于探索真理的科学态度。
单元目标	<ol style="list-style-type: none">结合实例，认识元素的含义及化合价，形成基于元素认识物质的组成。学会从元素周期表中查找元素的相关信息，体会元素周期表在化学学习和研究中的作用。学会利用化学式等化学用语表征化学物质，对物质进行简单的分类，分析和解决有关物质组成的问题，形成多角度认识和研究物质的思维。通过科学史实，感知人们认识事物的一般规律，体验科学探究的过程。通过学习不同元素在自然界中的含量情况，体会元素含量在生活中的应用，凸显学习化学知识的价值。

三、课时学习规划

第 1 课时 什么是元素

课时目标	1. 通过对水、氧气、二氧化碳、过氧化氢等分子模型的组装，建立宏观元素概念与微观原子概念之间的关联。 2. 通过对常见物质的宏观辨析描述，将物质宏观组成与微观构成的认识统一起来。 3. 根据组成物质的元素的种类，将物质分为单质和化合物。		
学习规划	<p>活动 1：认识元素的定义。 【情境】按要求用自制原子模型组装不同的分子。 【问题】水、氧气、二氧化碳、过氧化氢等分子中都含有什么原子？什么是元素？如何用元素来描述物质的组成？ 【任务】用自制的原子模型和牙签组装水、氧气、二氧化碳、过氧化氢等分子的模型。得出元素的定义并用元素描述物质的组成。</p> <p>活动 2：感知元素的存在。 【情境】展示地壳中、海水中各种元素的分布和含量。 【问题】人体中主要含有哪些元素？它们的含量是多少？ 【任务】结合化验单与钙片服用说明，知道人体中元素含量需在一定范围内，过多过少都不利于健康。</p> <p>活动 3：区分单质和化合物。 【情境】展示两组纯净物。 【问题】元素是如何组成物质的？列举含有氧元素的物质，分别指出它们所属的物质类别。 【任务】指出两组纯净物中每种物质所含元素种类的数目，自主构建单质和化合物的概念。</p> <p>活动 4：理解化学符号的意义。 【情境 1】四位同学抽取 H、H、H₂、H⁺ 的四张卡片。 【情境 2】用小磁铁模拟水分解的微观过程。 【问题】分别说出这些化学符号的含义及相互关系。 【任务】<ol style="list-style-type: none">说出不同化学符号的意义，认识离子符号。书写化学符号：(1) 碳原子；(2) 两个氢原子；(3) 带 3 个单位正电荷的铝离子；(4) 带 2 个单位负电荷的氧离子。</p>		

(续表)

学习规划	评价要点	能从元素、分子的视角辨别常见物质。知道质子数相同的一类原子属于同种元素。	能识记地壳中、海水中、人体中的元素含量情况。	能从组成物质的角度判断物质的类别。	能用化学符号表示物质组成。能分析在化学反应中,元素、分子、原子的变化情况。
	教学资源	教具:标有数字的不同颜色的橡皮泥、牙签。	图片:教材图5.9和图5.10,化验单、奶粉成分图片。 资料:缺乏某些元素引起的疾病。	图片:教材图5.11。	卡片:H、H ₂ 、H ⁺ 。 教具:不同颜色的小磁铁。

第2课时 如何对元素进行编排

课时目标	1. 通过了解元素周期表的化学史实,初步体验科学知识的发展,感受科学家严谨的科学态度。 2. 学会通过元素周期表查找元素的相关信息,培养阅读、分析信息的能力。 3. 通过探究学习活动,感受元素知识在生产生活实践和科学研究等方面的作用。				
学习规划	学习活动	活动1:知道元素周期表的化学史实。 【情境】 市场里的商品有序排列。 【任务】 认识门捷列夫对元素周期表的贡献。	活动2:初识元素周期表。 【情境】 展示元素周期表。 【问题】 想一想,如何对元素进行编排?观察元素周期表中的数字,可以将元素分成哪几类?元素分布情况有什么特点? 【任务】 讨论并得出原子序数的定义、原子序数与核电荷数的关系、编排规律、元素分布情况。	活动3:知道元素周期表中某种元素的信息。 【情境】  【问题】 1. 氮元素的原子序数为_____。 2. 氮原子的核电荷数为_____。 3. 氮原子核外电子数为_____。 4. 氮元素的相对原子质量为_____。	活动4:应用元素周期表。 【情境】 元素周期表是人们学习和研究化学的重要工具,它能为人们发现新元素、预测物质性质、寻找新材料等提供线索。 【任务】 从视频中总结元素周期表在化学研究中的作用。
	评价要点	知道门捷列夫,以及元素周期表的编排是遵循一定规律的。	发现元素周期表的编排是遵循一定规律的。能对元素进行简单分类。	能根据原子的核电荷数判断核内质子数和核外电子数。根据元素的原子序数在元素周期表中查到该元素的名称、符号、相对原子质量等信息。	知道元素周期表在化学研究中的作用。
	教学资源	图片:有序排列的商品。 资料:门捷列夫和元素周期表。	实物:自制简易版元素周期表。	图片:教材图5.12。	视频:元素周期表的应用。

第3课时 如何使用化学符号表示物质的组成

课时目标		<p>1. 能从宏观与微观、定性与定量相结合的视角认识化学式的意义。</p> <p>2. 能运用化合价规律书写化学式,能进行相对分子质量等相关计算,形成“宏观—微观—符号”多重表征的思维方式。</p> <p>3. 结合生产、生活情境学习化学用语,能分析元素组成及其含量,初步学习获取化学信息的方法,凸显学习化学知识的价值。</p>									
学习活动	学习规划	<p>活动1: 化学式及其意义。</p> <p>【情境】如果你是一名化学家,你会选择哪张卡片表示水这一物质?</p> <p>【问题】化学式如何反映出物质的组成?</p> <p>【任务】挑选表示水的卡片;归纳化学式的定义;讨论用化学式表示物质的组成的优势;从宏观与微观相结合的视角说出化学式的意义。</p>	<p>活动2: 单质和化合物的微观粒子构成。</p> <p>【情境】</p> <ol style="list-style-type: none"> 列举学过的单质及化学式。 (1) 钠由钠原子构成,化学式为 Na。 (2) 稀有气体氦气由氦原子构成,化学式为 He。 (3) 氧气由氧分子构成,1个氧分子含有2个氧原子,化学式为 O₂。 列举学过的化合物及化学式,氯化钠由钠离子和氯离子以1:1个数比构成,化学式为 NaCl。 <p>【问题】如何从化学的视角看物质?</p> <p>【任务】完成教材表格。</p>	<p>活动3: 掌握常见元素化合价及其规律并书写化学式。</p> <p>【情境】观察 H₂O 与 CO₂ 两个化学式。</p> <p>【问题】为什么在这些化合物的分子中,不同原子结合氧原子的数目不同?是什么决定了原子之间相互结合的数量关系?计算 KClO₃ 中氯元素的化合价。</p> <p>【任务】掌握化合价、原子团的简单含义;归纳化合价的规律;根据书写化学式的原则,书写化学式:氧化铁、氢氧化钾、碳酸钠。</p>	<p>活动4: 化学式的应用。</p> <p>【情境】展示氮肥包装袋标签。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>品名</th><th>硝酸铵 NH₄NO₃</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>含氮量</td><td>28%</td></tr> <tr> <td>净重</td><td>50 kg</td></tr> </tbody> </table> <p>【问题】</p> <ol style="list-style-type: none"> 计算硝酸铵的相对分子质量。 计算硝酸铵中氮、氧元素质量比。 计算这袋氮肥中氮元素的质量分数。 <p>【任务】与教师一起完成相对分子质量、物质组成元素的质量比、物质中某元素的质量分数等相关计算。</p>	品名	硝酸铵 NH ₄ NO ₃	含氮量	28%	净重	50 kg
品名	硝酸铵 NH ₄ NO ₃										
含氮量	28%										
净重	50 kg										
评价要点	能从宏观与微观、定性与定量相结合的视角说明化学式的含义。	能根据物质的微观粒子构成,书写化学式。	能分析常见物质中元素的化合价。	能根据化学式进行物质组成的简单计算。能根据相关标签或说明书辨识食品或药品的主要成分,并能比较、分析相应物质的含量。							
教学资源	卡片: 自制的、印有不同文字或图示的卡片。 图片: 教材图 5.13。	栏目: 教材第 128 页“书写表达”栏目。	表格: 教材表 5.5。 口诀: 化合价口诀。	实物: 氮肥包装袋标签,学生收集的食品、药品包装袋。							

四、单元教学（课时）设计

第2课时 如何对元素进行编排

教学目标

1. 通过了解元素周期表的化学史实,初步体验科学知识的发展,感受科学家严谨的科学态度。
2. 学会通过元素周期表查找元素的相关信息,培养阅读、分析信息的能力。
3. 通过探究学习活动,感受元素知识在生产生活实践和科学研究等方面的作用。

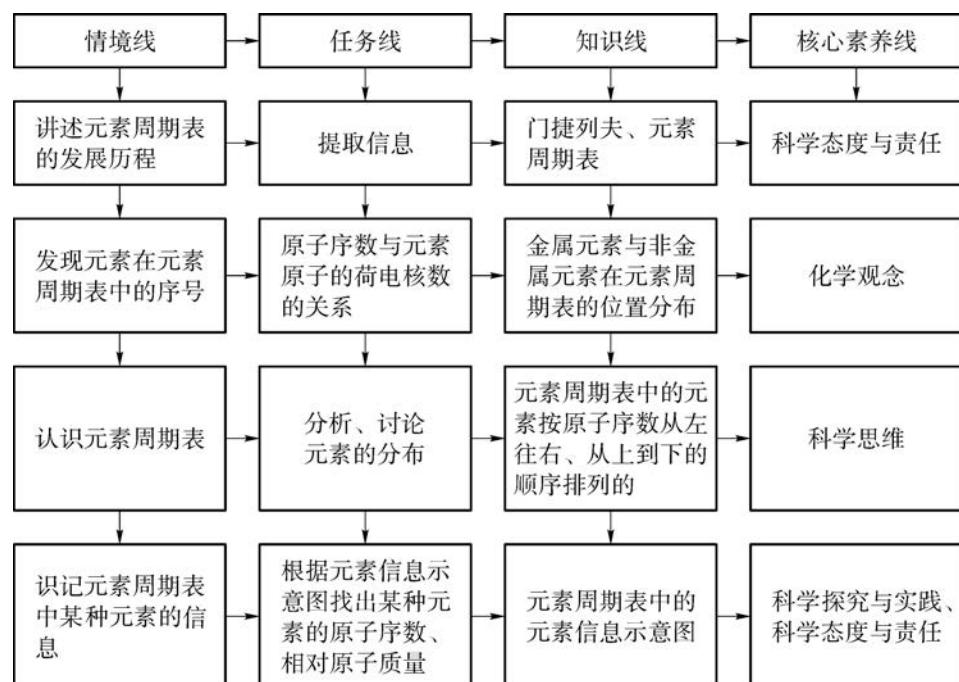
教学重点

从元素周期表中查阅某种元素的原子序数、相对原子质量等相关信息。

教学难点

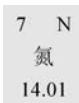
元素周期表在生产生活实践和科学研究等方面的作用。

教学流程



教学过程

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【创设情境】超市的商品分门别类、有序排列的图片。</p> <p>【讲述】随着科学的发展,发现的元素越来越多,科学家也试图寻找元素及其性质间的联系,希望将这些元素也分门别类、有序排列。</p>	<p>【聆听、思考】科学家不断探索真理的科学精神。</p>	<p>通过常见的生活素材引入课堂,激发学生学习兴趣,逐步形成热爱科学、严谨求实、大胆质疑、追求真理的科学精神。</p>

教师活动	学生活动	设计意图																		
<p>【活动 1】展示几位科学家寻找元素内部规律的化学故事。1869 年,俄国化学家门捷列夫发表了一张元素周期表,他是如何发现的呢?</p> <p>【展示】门捷列夫关于元素周期表的重要片段视频。</p>	<p>【观察】了解元素周期表的发展史。</p> <p>【观看】</p>	用分类的方法有助于更好地认识化学物质,找到相应的规律。																		
<p>【活动 2】认识元素周期表。</p> <p>【讲解】元素在元素周期表中都有一个序号,称为原子序数。</p> <p>【提问】原子序数与元素原子的核电荷数(质子数)有什么关系?</p> <p>【资料】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>元素名称</th><th>原子序数</th><th>核电荷数</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>氢</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr> <td>碳</td><td>6</td><td>6</td></tr> <tr> <td>氧</td><td>8</td><td>8</td></tr> <tr> <td>钠</td><td>11</td><td>11</td></tr> <tr> <td>氯</td><td>17</td><td>17</td></tr> </tbody> </table>	元素名称	原子序数	核电荷数	氢	1	1	碳	6	6	氧	8	8	钠	11	11	氯	17	17	<p>【回答】原子序数与元素原子的核电荷数(质子数)在数值上相等。</p> <p>【阅读】</p>	引导学生真切地体会元素周期表所隐藏的奥秘。
元素名称	原子序数	核电荷数																		
氢	1	1																		
碳	6	6																		
氧	8	8																		
钠	11	11																		
氯	17	17																		
<p>【合作探究】以小组为单位讨论:从元素周期表中得到了哪些信息?</p> <ol style="list-style-type: none"> 元素周期表上不同颜色表示的元素有什么区别? 两种元素的位置分布是怎么样的? 元素是如何排列的? <p>【活动 3】根据教材图 5.12 指出这张元素信息卡片应放在元素周期表的什么位置,并回答以下几个问题。</p>  <ol style="list-style-type: none"> 氮元素的原子序数为_____。 氮原子的核电荷数为_____。 氮原子核外电子数为_____。 氮元素的相对原子质量为_____。 <p>【活动 4】寻找生活中一件含有两种及以上非金属元素的物品,然后找出这些元素在元素周期表中的位置,并说明元素周期表提供的信息。</p>	<p>【小组合作】尝试寻找规律,大胆猜想。</p> <ol style="list-style-type: none"> 有两类元素:金属元素和非金属元素,绝大多数是金属元素。 金属元素集中在元素周期表的左边,非金属元素集中在元素周期表的右上部。 元素是按原子序数从左往右、从上到下递增的顺序排列的。 <p>【回答】举例,找出这些元素在元素周期表中的位置,并说明元素周期表提供的信息。</p>	调动学生积极性,提高学生自主探究能力。 培养学生获取信息的能力。 激发学生的探索欲望,体会元素周期表在化学研究中的作用。																		

教师活动	学生活动	设计意图
【视频】“元素周期表的应用”。 元素周期表是人们学习和研究化学的重要工具，它能为人们发现新元素、预测物质性质、寻找新材料等提供线索。		
【小结】 【布置作业】请查阅资料，设计一张海报，介绍不同形式的元素周期表，并简要说明元素周期表对化学研究的作用。	【分享】学习成果。	帮助学生形成知识网络，巩固知识，提升科学思维，体会元素周期表在化学学习和研究中的作用。

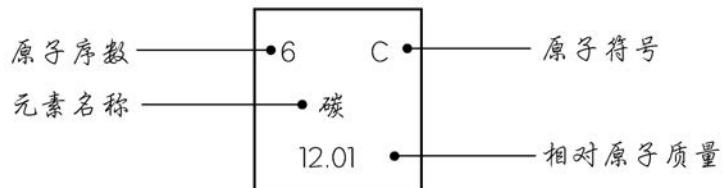
板书设计

如何对元素进行编排

一、元素周期表中元素的编排

1. 原子序数=核电荷数=质子数
2. 元素周期表中元素的编排顺序
3. 金属元素和非金属元素在元素周期表中的分布

二、元素周期表中某种元素的信息



案例提供者：上海市浦东新区三灶实验中学 朱霞红

第2课时 碳有哪些化学性质

教学目标

1. 通过实验探究，认识碳的化学性质。
2. 通过比较碳在不同条件下的转化产物，体会从定性、定量视角研究化学的意义。
3. 运用碳的化学性质解释生活现象，感受化学与社会发展的关系，形成科学态度与责任感。

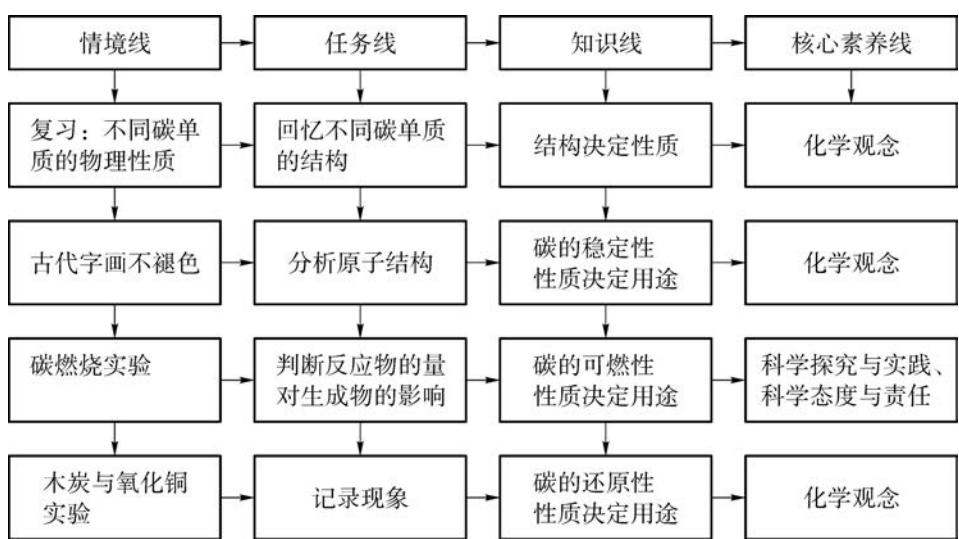
教学重点

碳的化学性质。

教学难点

碳与某些氧化物的反应；从定性、定量角度分析实验。

教学流程



教学过程

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【问题】金刚石、石墨、足球烯等碳单质的物理性质有很大差异的原因,它们的化学性质是否也有差异呢?</p> <p>那么碳的化学性质有哪些呢?让我们一起寻找碳的踪迹,探究碳化学性质的奥秘吧。</p> <p>【情境1】王羲之的《兰亭序》、张择端的《清明上河图》等一些古代字画历经几百年甚至几千年依然不褪色。这是为什么?</p> <p>【结论】常温下,碳化学性质不活泼,不易与其他物质发生反应。</p>	<p>【回答】不同碳单质物理性质不同是因为它们的碳原子排列方式不同。不同的碳单质都是由碳元素组成的,因此化学性质没有差别。</p>	将化学知识与艺术相联系,感受中华传统文化之美,引发学生思考结构、性质和用途的关系。
<p>【情境2】生活中用炭做燃料、演示实验“木炭在氧气中燃烧”。</p> <p>【结论】碳具有可燃性。</p> <p>【情境3】即使是世界上最坚硬的金刚石也抵御不了化学变化,科学家曾将灼热的金刚石放入液氧中,我们一起观看视频,看到金刚石剧烈燃烧,生成的气体能使澄清石灰水变浑浊。</p> <p>【情境4】播放视频:室内燃烧木炭取暖或烹煮食物引发的一氧化碳中毒事件。</p> <p>【问题】一氧化碳是怎么产生的?</p> <p>【结论】所以反应物的量不同,生成物可能不同。要使碳充分燃烧,就要提供足够多的氧气。冬天用煤、炭取暖时,一定要注意通风,防止煤气(CO)中毒。</p>	<p>【观察、描述现象】发出白光,放出热量,生成一种能使澄清石灰水变浑浊的气体。书写符号表达式。</p> <p>【回答】因为氧气不充足时,木炭燃烧不充分,会生成一氧化碳。</p>	树立物质的性质决定用途的科学观念。利用化学学科知识解释生活中的现象,提高安全意识和社会责任感。引导学生认识量变引起质变,同时意识到可以通过控制化学反应的条件,使化学更好地为人类服务。

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【情境 5】在古代还利用碳冶炼青铜，现代工业用焦炭冶炼铁，这是因为碳高温下与某些金属氧化物反应。</p> <p>【演示实验】碳还原氧化铜。</p> <p>【问题】</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 说出搭建装置的注意事项。 (2) 为什么要待试管冷却后再把试管里的粉末倒在纸上观察？ (3) 实验结束后，撤离导管和熄灭酒精灯的先后顺序是什么？为什么？ (4) 描述实验现象，推测生成物。 <p>【情境 6】在实际生产中，往烧得很旺的炉子里添上大量的新煤后，温度为什么反而降低，而且还容易产生煤气？</p>	<p>【观察现象，书写符号表达式】</p> <p>【思考、讨论、回答】</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 固定装置时铁夹夹在试管的中上部，试管口略向下倾斜，试管口的导管不能伸入太长。 (2) 防止高温下的铜与空气中的氧气反应。 (3) 先将导管移出石灰水，后灭酒精灯是为了防止液体倒吸，引起试管炸裂。 (4) 黑色固体变红，澄清石灰水变浑浊，据此推测，生成了铜和二氧化碳。 <p>【回答】因为碳与二氧化碳在高温条件下会生成一氧化碳，反应吸热，这说明碳能与某些非金属氧化物反应。</p>	通过引导学生观察实验现象，培养观察、分析、表达能力，树立物质性质决定用途的观点。
<p>【小结】本节课我们通过追寻碳的踪迹间接发现了碳的用途，探究出碳的化学性质，体现了“物质性质决定用途，用途反映性质”的化学观念，也发现反应物量不同，产物可能不同。</p> <p>【作业布置】</p>		理论联系生活，引导学生感受化学学科的价值。

板书设计

碳的化学性质

化学性质

常温下，化学性质比较稳定

点燃条件下，与氧气反应

充分燃烧

不充分燃烧

加热或高温条件下与某些氧化物反应

与金属氧化物（氧化铜）反应

与非金属氧化物（二氧化碳）反应

物质用途

水墨书画

用作燃料

用于冶炼金属

案例提供者：上海市浦东新区三灶实验中学 朱霞红

跨学科实践活动 制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程 (单元教学设计)

一、活动设计思路

本跨学科实践活动中,学生将以小组合作的形式深入了解科学家探索物质组成与结构的历程,体会科学探究中“提出假设→实验验证→修正假说→形成理论”的研究过程。根据典型假说进行模型制作,通过模型的展示和讲解,分享科学家研究物质组成与结构的一般思路与方法,进而感悟不同时期科学家严谨求实的科学态度和质疑创新的精神。

本跨学科实践活动中结合了化学、物理、材料、信息技术、数学、艺术等多学科。化学学科涵盖了“物质的组成”“化学与可持续发展”的学科大概念及核心知识,有助于发展化学观念、科学思维、科学探究与实践等核心素养。物理和数学知识来确保模型的准确性和稳定性,材料学科为制作模型提供了丰富的材料选择,而艺术学科在模型的美观性和实用性方面发挥着重要作用。课堂教学时间共4课时,具体安排为导引课1课时、规划课1课时、展示课2课时。同时还需要学生在课外完成资料的收集、模型的制作、展示的准备等工作,课堂时间用于小组解决核心问题和教师进行指导。

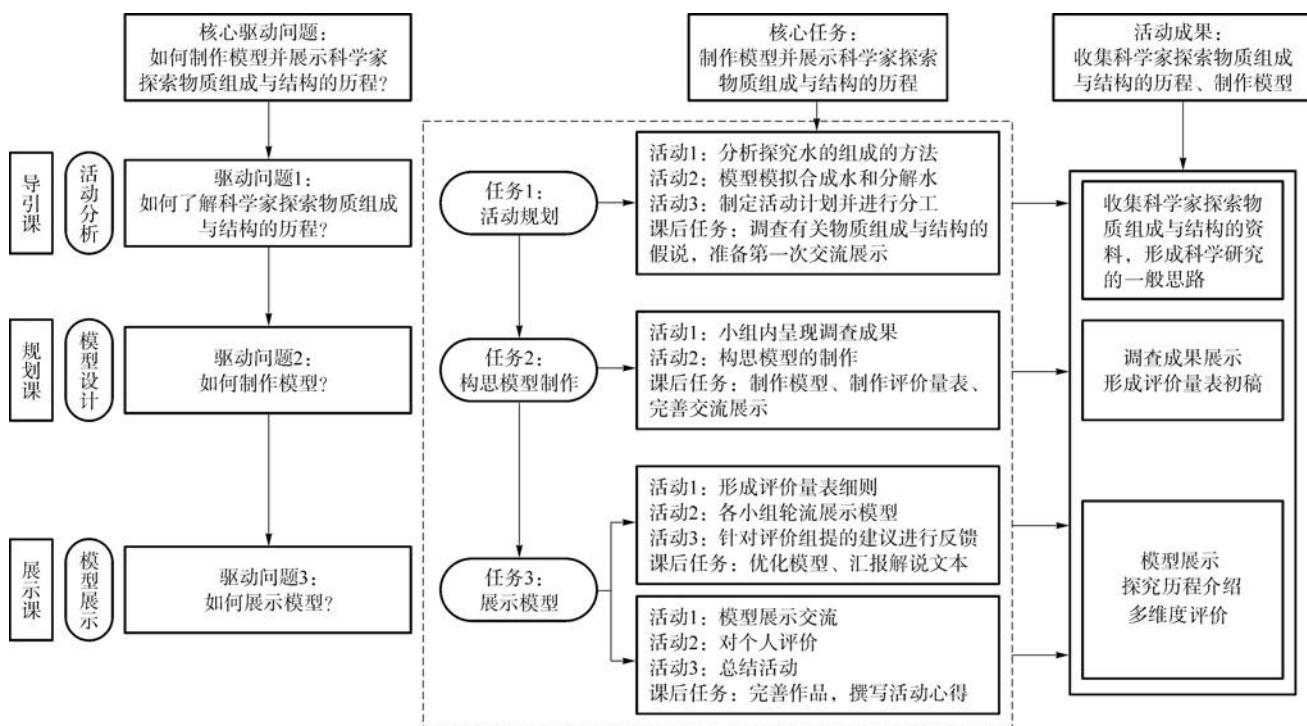
二、活动规划

活动主题：制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程

课时数：4课时

活动分析	<p>学生已经认识了宏观上物质是由元素组成的,微观上物质是由分子、原子等微观粒子构成,原子是由原子核和核外电子构成的;知道原子可以结合成分子,也可以转变为离子。以金刚石和石墨为例,探讨物质的组成、结构与性质之间的关系,了解研究物质的组成与结构对认识和创造物质的重要意义。</p> <p>学生的任务是制作模型并展示科学家探索物质组成与结构的历程。首先,通过收集材料调查整理科学家们探索物质的组成与结构的经历和智慧;其次是通过小组讨论合作完成某一个模型的制作;最后通过展示交流呈现科学家探索物质组成与结构的历程,体会科学探究的一般思路与方法。</p>
活动目标	<ol style="list-style-type: none">通过科学史实体会科学家探索物质的组成与结构的智慧,初步运用比较、分类、分析、综合、归纳等方法认识事物。通过模型制作,了解人类对物质的组成与结构的探索是不断发展的,培养热爱科学,逐步形成崇尚科学、严谨求实、大胆质疑、追求真理、反对伪科学的科学精神及勇于克服困难的坚毅品质。通过小组合作,根据自己的实际情况制订学习计划,开展自主学习活动,能与同学合作、分享,善于听取他人的合理建议,评价、反思、改进学习过程与结果,初步形成自主、合作、探究的能力。

三、课时学习规划



课时	行为目标	教学活动 (活动组/问题链/任务单)	教学资源	评价内容
第1课时 导引 — 活动分析	<ol style="list-style-type: none"> 通过了解水的组成的研究历史，知道科学的研究中“提出假设→实验验证→修正假说→形成理论”的研究过程。 通过复习原子的结构和相对原子质量，明确模型的大小比例应符合客观事实，搭建微观粒子和宏观物质之间的计量桥梁。 进行跨学科实践规划，明确活动要求。 	<p>活动一：交流水的组成的研究过程。 【展示】水的组成研究历史资料。 【问题】 <ol style="list-style-type: none"> 水由水分子构成，水分子还可以再继续拆分，这个结论是如何得出的？ 阅读历史资料，说一说：假说前期的背景是什么？前期的理论或启示是什么？如何验证假说？该假说的影响和意义？ 【任务】 <ol style="list-style-type: none"> 回顾水的组成研究方法。 根据历史资料，进一步从“前期的理论或启示、如何验证、最终结论、假说的意义”4个方面提炼历史进程。 <p>活动二：模拟水的分解和合成。 【问题】 <ol style="list-style-type: none"> 哪一种小球表示氢原子和氧原子？ 还可以用哪些形式或方法模拟表示水的分解和合成？ </p> </p>	教材专题4中的课题3——水的组成。 教师提供水的组成研究历史资料。	①能准确表达合成水和分解水的反应。 ②能根据素材和要求找出关键内容。 ③能积极参与讨论，勇于表达。 ①能描述氢、氧原子的结构，会查相对原子质量。 ②会利用宏观的模型代替微观粒子，模拟研究水的组成的过程。 ③能进行发散思维，举例说明其他表示方法。

课时	行为目标	教学活动 (活动组/问题链/任务单)	教学资源	评价内容
第1课时 导引——活动分析	1. 通过了解水的组成的研究历史,知道科学的研究中“提出假设→实验验证→修正假说→形成理论”的研究过程。 2. 通过复习原子的结构和相对原子质量,明确模型的大小比例应符合客观事实,搭建微观粒子和宏观物质之间的计量桥梁。 3. 进行跨学科实践活动规划,明确活动要求。	【任务】 ① 猜测颜色和大小不同的小球代表哪一种原子,并说明猜想依据。 ② 利用模型展示水的合成和分解。 ③ 小组讨论思考其他表示方法,例如用不同材料、不同呈现方式(如手绘、电脑制图)等。		
		活动三: 明确任务、制定计划并进行分工。 【情境】 组队制作模型表征典型假说。 【问题】 ① 制作模型表征典型假说大致有哪些任务? ② 小组成员如何进行分工合作? ③ 怎样进行进度检查? 【任务】 ① 小组成员分工,调查不同时期科学家提出的关于物质组成与结构的假说,按照时间顺序进行排序。 ② 根据假说前期的理论或启示、如何验证、最终结论、假说的意义4个方面进行相关材料的整理。 ③ 根据分工表和时间节点,制作调查活动记录表。	学生制作的不同时期科学家提出的有关物质组成与结构的典型假说的信息表(可参考教材)。 学生设计的学习单1——调查活动记录表。	① 能根据目标分解任务。 ② 提出初步设想。 ③ 能细化任务并分工。
		查找资料: 调查有关物质组成与结构的假说,准备第一次交流展示。		
第2课时 规划——制作模型表征典型假说前的准备	1. 对收集的材料进行整理汇总,运用比较、分类、分析、综合、归纳等方法认识事物。 2. 通过小组合作完成任务,培养与他人分工协作,沟通交流解决问题的能力。	活动一: 小组内呈现调查成果。 【情境】 展示收集的资料。 【问题】 ① 假说的历史背景和影响是什么? ② 不同时期的假说之间有哪些联系和继承关系? ③ 这些假说在提出时,有哪些实验证据支持或反驳? ④ 这些历史假说中,我们可以获得哪些对现代科学的研究的启示? 【任务】 ① 介绍本组收集的资料。 ② 小组讨论思考问题②③,根据“假说前期的理论或启示、如何验证、最终结论、假说的意义”4个方面进行整理。	学生收集到的关于各种模型假说的资料,以文本、图片或视频等方式呈现。	① 能按照时间顺序整理调查资料。 ② 资料的完整性和准确性。 ③ 体现团队合作。

课时	行为目标	教学活动 (活动组/问题链/任务单)	教学资源	评价内容
第2课时 规划——制作模型表征典型假说前的准备	1. 对收集的材料进行整理汇总,运用比较、分类、分析、综合、归纳等方法认识事物。 2. 通过小组合作完成任务,培养与他人分工协作,沟通交流解决问题的能力。	活动二:构思模型的制作。 【情境】 小组讨论选择一个典型假说进行模型制作,设计方案,进行分工。 【问题】 ①典型假说中的要素是什么?如何呈现? ②选择什么材料做模型? ③任务分配,考虑可能会遇到的困难和处理方法。 ④什么样的模型是优秀的模型? 【任务】 ①明确模型制作的目标、功能等。 ②拟定实践方案,分步骤完成模型制作。 ③初步制作评价模型的量表和展示的量表。	学生设计的学习单2——实践活动记录表。	①能细化任务并明确分工。 ②能提出制作模型的初步设想。 ③能从多角度提出评价内容和初步制定评价量表。
	课后任务	制作模型、制作模型展示的评价量表、完善交流展示。		
第3课时 模型展示和优化——呈现模型并加以改进	1. 通过模型展示,锻炼组织、表达等能力。 2. 通过小组评议,形成崇尚科学、严谨求实、大胆质疑、追求真理、反对伪科学的科学精神及勇于克服困难的坚毅品质。 3. 通过小组合作完成任务,培养与他人分工协作,沟通交流解决问题的能力。	活动一:形成评价量表细则。 【情境】 进行模型展示前说明。 【问题】 ①评价组的任务是什么? ②什么样的模型展示是优秀的? 【任务】 完成评价细则,明确努力方向。 ①各小组展示事先组内讨论的评价细则。 ②各小组间讨论进行补充、完善,统一评价细则。	教师汇总并整合学生制作的评价量表的项目,形成评价量表细则,见“模型展示评价量表细则”“学习过程评价量表细则”。	①在制作模型的过程中提炼评价细则,为后续改进提供支持。 ②能明确自己的任务,并快速进入角色。
		活动二:各小组轮流展示模型。 【情境】 模型交流。 【问题】 ①资料是否完整?有哪些可以补充的? ②资料是否准确无误? ③小组是否清晰展示了不同假说之间的逻辑关系和历史发展脉络? 【任务】 ①展示组进行模型展示。 ②评价组进行简单记录,并根据评价量表进行打分;根据听到的内容,准备有针对性的问题。 ③评价组与展示组的资料进行对比,进行补充,形成新的理解。	各种模型和对应的说明文档。 模型展示评价量表。	①展示组能清晰地展示自己的模型和说明假说中的要素。 ②评价组能仔细聆听,并提出问题和建议,进行客观的评价。
		活动三:针对评价组提的建议进行反馈。 【情境】 展示组反馈评价组提出的建议。 【问题】 ①评价组提出了哪些建议? ②在制作模型的过程中是否考虑过,如何处理的? ③接下来将如何改进? 【任务】 ①收集评价组的评价信息。 ②小组讨论有待改进的地方。 ③小组讨论未能改进的原因。		①根据组内外的讨论,思考模型改进方向。 ②根据活动,体会科学家在完成科学假说的一般研究思路。
	课后任务	优化模型、优化汇报解说文本。		

课时	行为目标	教学活动 (活动组/问题链/任务单)	教学资源	评价内容
第4课时 小结反思——呈现改进后的模型	1. 通过再一次展示模型,与自己前期的或其他小组对比,形成批判能力和创新意识。 2. 通过反思总结完成此活动的历程,梳理并汇总制作类课题的思路和方法,进一步形成解决复杂化学习问题的基本思路和模型。 3. 通过小组评价和自我评价肯定自我,同时也寻找进步的空间。	活动一: 展示交流。 【情境】进行模型展示。 【问题】有哪些地方进行了改进? 【任务】 ① 展示组系统介绍自己模型的优缺点。 ② 展示组总结制作过程的历程。 ③ 评价组对各个小组制作的模型和表现进行评价。	模型展示。 模型展示评价量表。	① 完善方案。 ② 提炼、归纳制作类活动的一般思路。
		活动二: 对个人评价。 【情境】组内进行自评和互评。 【问题】 ① 个人承担了哪些任务? ② 自己任务的完成情况如何? ③ 在哪些方面帮助了他人? 【任务】客观完成自评和互评。	学生学习过程评价量表。	① 能客观公正地评价自己和他人。 ② 认识到合作学习的重要性和有效性。
	课后任务	完善作品,撰写活动心得。		

四、学习评价方案

1. 学生自评及互评: 学生自评和互评包括小组对小组的评价,主要是对模型制作,模型展示时的展示内容、演讲表现等多方面的综合评价(见“模型展示评价量表细则”),还包括小组内学生的自评和互评,小组长有评价组员的权限。

2. 教师评价: 教师根据学生在学习过程中的表现,根据“学习过程评价量表细则”进行评价,结合小组模型展示评价等第、学生自评和互评的等第,得出该学生最终在本次活动中的等第,最终为A、B、C三等第。

3. 评价细则及量表

(1) 评价细则

模型展示评价量表细则

评价方面	评价内容及等第		
	优秀(A)	良好(B)	一般(C)
模型外观	外观符合假说,模型比例适当	外观基本符合假说,模型比例适当	外观基本符合假说,模型比例不符合事实
材料应用	材料安全、环保,无毒无害,使用时没有安全隐患	材料无毒无害,使用时需要注意安全隐患	材料质地一般,使用时存在安全隐患

(续表)

评价方面	评价内容及等第		
	优秀(A)	良好(B)	一般(C)
模型保存	模型可以长期保存,循环利用展示,易于操作加工	模型可以长期保存,不易于操作加工	模型不可以长期保存,不易于操作加工
展示内容	展示内容质量准确、全面、有深度,能清晰地传达核心信息或观点。组织合理,逻辑严密,条理清晰。清晰展示了不同假说之间的逻辑关系和历史发展脉络	展示内容质量较准确、全面,能清晰地传达核心信息或观点。组织合理。清晰展示了不同假说之间的逻辑关系和历史发展脉络	展示内容质量较准确、全面,有传达核心信息或观点的含义
语言表达	语言有激情,流畅,能充分吸引观众注意力;语速恰当,能用简洁且正确的语言完整表达模型的内涵	语言有激情,不够流畅,能吸引观众的注意力;语速恰当,能用正确的语言表达模型的内涵	语言平淡,有明显的停顿,无法吸引观众的注意力;语速过快或过慢,无法表达模型的内涵
视觉呈现	展示涉及的视觉元素(如演示文稿、图表、视频等)融入独特的创意,给观众留下深刻的印象;设计的视觉元素之间相互融合,形成有机的整体	展示涉及的视觉元素(如演示文稿、图表、视频等)设计富有美感,文字、背景、图片等元素协调,字体大小合适;有动画效果,突出模型的关键信息	展示涉及的视觉元素(如演示文稿、图表、视频等)与模型主题密切联系,能呈现基本的信息
互动交流	能根据观众提出的疑惑及时补充解释,并且善于运用提问、引导等方式与观众进行互动交流,让观众真正参与模型展示的过程,而不是单向的信息传递	在展示过程中,能通过一些启发性的问题引导观众提问,展示出一定的控场意识和互动积极性	在展示过程中,对于观众提出的问题能不回避,进行简单的回答
时间管理	能在有限的时间内充分展示核心信息,避免冗长和拖沓	能在有限的时间内展示 80% 以上的核心信息	能在有限的时间内展示 50% 以上的核心信息

学习过程评价量表细则

评价方面	评价内容及等第		
	优秀(A)	良好(B)	一般(C)
信息获取	能从多种渠道如专业网站、书籍等查阅并收集资料,收集的信息与主题相符,能准确地进行分类整理	获取信息的渠道较多,收集的信息与主题基本相符,能进行分类整理	获取信息的渠道有限,收集的信息与主题基本相符,对信息的分类整理较少
交流研讨	能主动思考并提出问题,积极举手发言,积极参与讨论与交流	能提出问题,能举手发言,能参与讨论与交流	较少提出问题,较少举手发言,较少参与讨论与交流
团队合作	积极推动团队合作,在团队中起领导作用,吸收接纳并给出建议,帮助其他团队成员,贡献大	帮助协调推动整个团队的合作,鼓励其他成员对最终成果有一定贡献	参与了讨论合作,对最终成果贡献不大,能对他人和成果进行评价
创新意识	有明显的创新意识,观点有一定的合理性	有一定的创新意识	能开始培养创新意识

(续表)

评价方面	评价内容及等第		
	优秀(A)	良好(B)	一般(C)
自主探究	有强烈的求知欲,不断地提出与任务相关的问题,并努力寻找答案,在遇到问题时努力寻找解决方法,不放弃	能提出与任务相关的问题,并尝试找到答案,在遇到问题时能与同伴讨论和交流,寻求解决途径	能思考与任务相关的问题,并向同伴求助
任务达成	能刻苦钻研,积极主动,努力争取最出色地完成任务	能认真参与,努力完成自己的任务	能认真参与,在同伴帮助下完成任务

(2) 学生评价表

模型展示评价量表(一小组一表)

小组编号	模型外观	材料应用	模型保存	展示内容	语言表达	视觉呈现	互动交流	时间管理	合计
1									
2									
3									
4									
5									
6									
.....									

说明: 每个小组通过讨论,根据“模型展示评价量表细则”对其他小组的模型进行 A~C 等第评价,合计等第采用取最多项目的等第,若为相同数量,则就高原则。例如,若是 4A3B1C,合计为 A,若是 3A3B2C,合计为 A,若为 2A3B3C,合计为 B。

学生学习过程评价量表(一人一表)

学生姓名_____	自评	组长评	汇总
信息获取			
交流研讨			
团队合作			
创新意识			
自主探究			
任务达成			
合计			

说明: 每一位学生根据“学习过程评价量表细则”进行 A~C 等第自评,再由组长进行 A~C 等第评价。

(3) 教师评价表

教师针对每一位学生的学习过程评价汇总表

学生姓名	小组编号	模型等第	自评等第	组长评价等第	教师评价等第	合计等第

说明：“模型等第”为该学生所在组的模型展示等第；“自评等第”“组长评价等第”为该学生学习过程评价等第；教师评价等第也分为A、B、C三档，根据“学习过程评价量表细则”进行评价。四项合计为总的等第，以项目多的为最终等第，并列的则取其中的最高等第。

五、课时设计

第1课时 导引——活动分析

活动目标

- 通过了解水的研究历史，知道科学中“提出假设→实验验证→修正假说→形成理论”的一般研究过程。
- 通过复习原子的结构和相对原子质量，明确模型的不同大小比例应符合客观事实，搭建微观粒子和宏观物质之间的计量桥梁。
- 通过分解任务，明确本次活动的主题以及归纳制作类活动一般步骤。

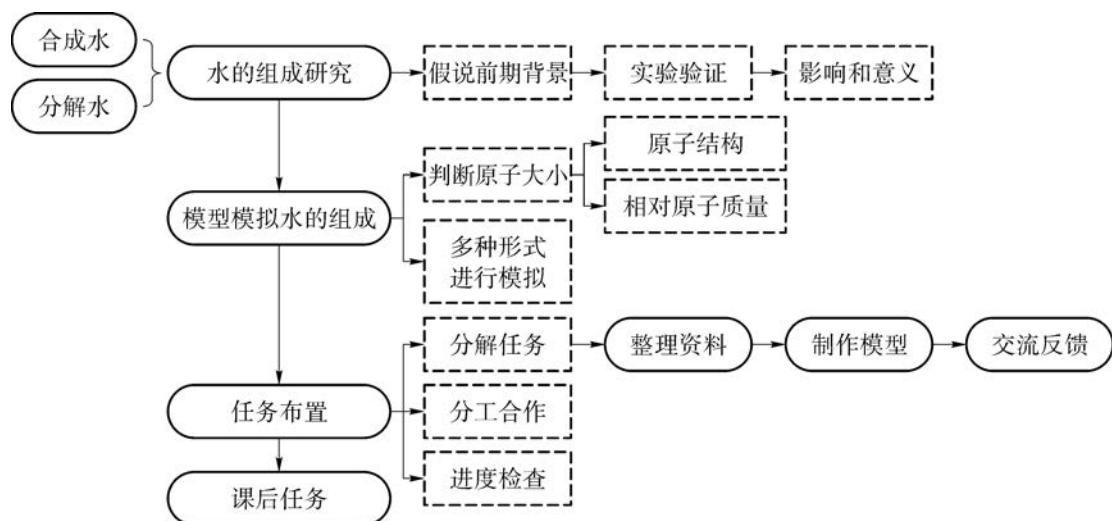
教学重点

知道科学中“提出假设→实验验证→修正假说→形成理论”的研究过程。

教学难点

在明确活动任务的基础上对任务进行分解与分工。

教学流程



教学过程

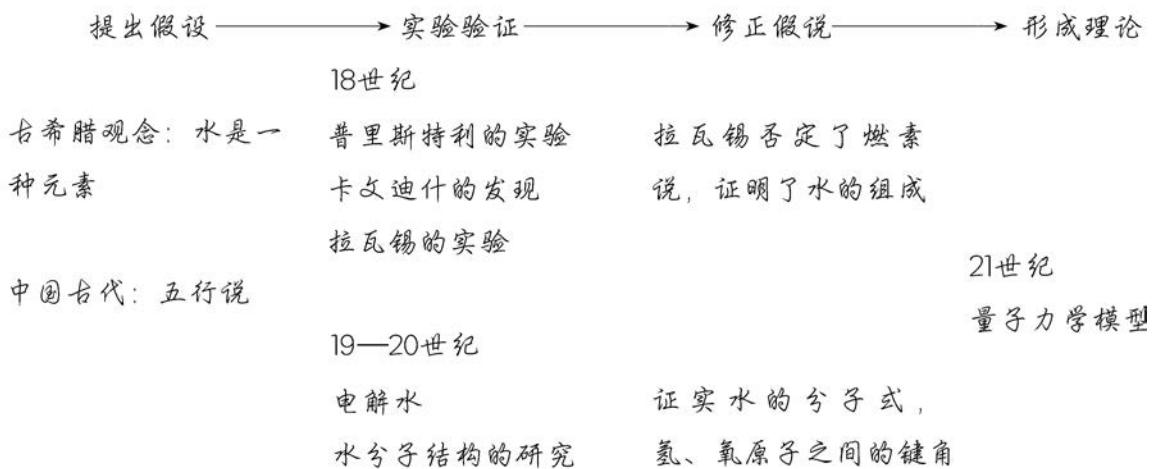
教师活动	学生活动	设计意图
<p>【引入】回顾通过什么方法来研究水的组成的。</p> <p>【情境】阅读补充材料。</p> <p>【提问】根据补充材料整理以下几点：</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 假说前期的背景是什么？前期的理论或启示是什么？ ② 如何验证假说？ ③ 该假说的影响和意义？ 	<p>回顾氢气在氧气中燃烧生成水实验和电解水实验证明水的组成。</p> <p>根据补充材料，标注要点，进一步从“前期的理论或启示、如何验证、最终结论、假说的意义”4个方面提炼历史进程。</p>	<p>复习证明水的组成的原理。</p> <p>锻炼根据素材提炼关键内容的能力。</p> <p>通过提炼素材，引导学生体会科学探究中“提出假设→实验验证→修正假说→形成理论”的研究过程。</p>
<p>【任务】利用颜色和大小不同的小球，模拟水的分解和合成。</p> <p>【提问】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 哪一种小球表示氢原子和氧原子？依据是什么？ ② 讨论还可以用哪些形式或方法模拟水的分解和合成？ 	<p>猜测大的表示氧原子，小的表示氢原子。</p> <p>思考原子大小与原子结构、相对原子质量的关系。</p> <p>利用模型展示水的合成和分解。</p> <p>思考可以用不同材料（如橡皮泥、磁性小球等）、不同呈现方式（如手绘、电脑制图）等。</p>	<p>引导学生学会利用宏观的模型代替微观粒子，模拟研究水的组成的过程，体会物质的性质与结构的关系。</p> <p>集思广益，促进学生体会集体的智慧。</p>
<p>【情境】组队制作模型表征典型假说。</p> <p>【提问】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 制作模型表征典型假说大致有哪几步骤？ ② 小组成员如何进行分工合作？ ③ 怎样进行进度检查？ 	<p>小组讨论：对任务进行分解，主要为整理资料、制作模型和交流反馈；对任务进行分工，制定时间节点，将任务、分工、节点等信息记录下来，形成活动记录表。</p>	<p>明确本次活动的任务。</p> <p>引导学生学会任务分解并进行分工合作。</p>

教师活动	学生活动	设计意图
【课后任务】调查有关物质组成与结构的假说,如原子结构的形成过程。	查找资料,根据时间顺序进行汇总。	引导学生学会用调查等手段获取化学事实,初步运用分类、综合、归纳等方法认识物质及变化。

板书设计

活动分析

一、追溯探究水的组成历史



二、模型模拟水的合成与分解

三、任务布置

案例提供者：上海市进才实验中学 陈伶俐

设计并制作微观粒子模型

活动目标

- 通过角色扮演,体会不同时期科学家严谨求实的科学态度,勇于质疑、创新的科学精神,理解科学理论发展的动态过程。
- 通过和人工智能模拟对话,从关注“是什么”到关注“为什么”“如何”,学会主动深层次思考。
- 通过认识原子结构的历程,体会证据与模型变化之间的关系,认识模型在科学家探究物质结构的历程中具有的重要作用,为后期建立研究物质组成与结构的一般思路和方法提供支持。
- 通过阴极射线实验和 α 粒子散射实验,体会科学家通过宏观实验现象证据推理的过程,知道模型是科学家用作表示对微观世界的认识的重要方法,初步学会用制作模型的方法理解科学的研究过程。

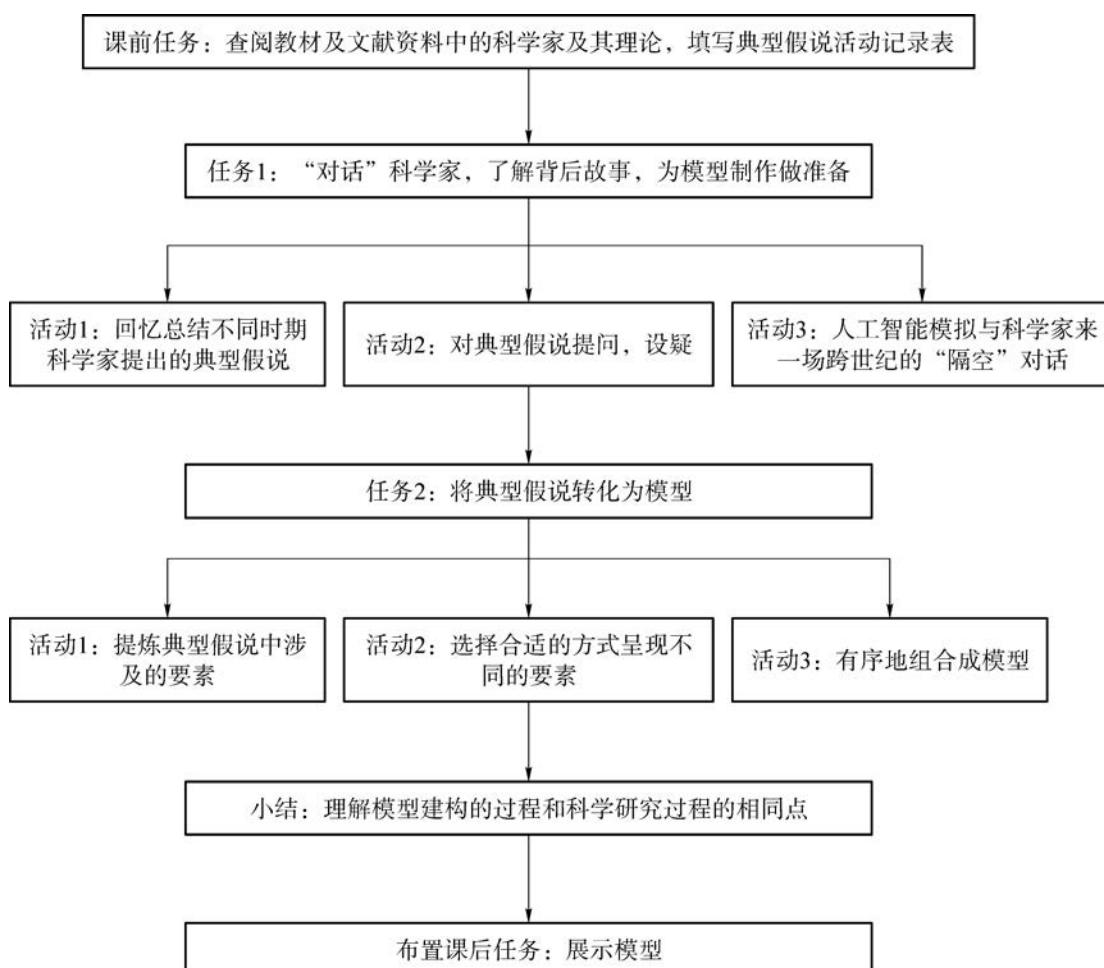
教学重点

理解模型建构的过程体现“提出假设→实验验证→修正假说→形成理论”的科学的研究过程。

教学难点

理解模型建构的过程。

教学流程

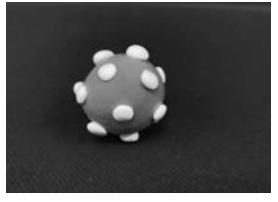


教学过程

教师活动	学生活动	设计意图
【引入】回忆第一课时不同时期科学家提出的典型假说。通过简短的视频或动画回顾科学家们的主要贡献。	【视频资料】观看简短的视频或动画，回顾科学家们的主要贡献。 【查找资料】根据查找的文献资料，填写教材第143页活动记录表。	通过直观的视觉材料帮助学生回忆和理解前一课时的内容，并激发学生的好奇心和参与感，帮助他们从不同角度思考科学家的贡献。

教师活动	学生活动	设计意图																				
<p>【任务1】“对话”科学家,了解背后故事,为模型制作进行准备。</p> <p>【提问】上节课大家回顾了科学家们对原子结构的探索过程,思考:科学家们的研究方法和理论,哪些是值得我们学习?</p>	<p>【活动1】</p> <p>(1) 小组总结讨论,选代表记录并进行分享。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 哪位科学家的研究方法对你启发最大?为什么? • 如果你处在那个时代,你会如何评价这些理论? <p>(2) 在班级分享所扮演的科学家的研究。</p> <p>【学生发言示例】我扮演的角色是卡文迪什:当大家都认为水是一种元素时,但我没有随波逐流,而是保持了强烈的好奇心和质疑的精神。基于实验事实,我大胆提出假说,并通过实验验证了我的猜想。</p>	通过角色扮演的活动,让学生体会科学家严谨求实的科学态度,勇于质疑、创新的科学精神。																				
<p>【提问】每位科学家,每个理论背后都有故事。如果你有机会和一位伟大的科学家对话,你最想问他什么问题?</p>	<p>【活动2】每个小组选择一位科学家,先写下每人的问题,然后再小组内讨论,归纳相似问题,提炼汇总小组的核心问题。</p> <p>【学生提问示例】我想提问的是卢瑟福先生:“您通过α粒子散射实验推翻了您的老师汤姆孙的‘葡萄干面包原子模型’,您怎么会有质疑老师的勇气?不怕被嘲笑吗?”</p>	鼓励学生向科学家提问,激发学生的好奇心、求知欲,帮助学生更好地体会科学精神。																				
<p>【对话】组织学生使用人工智能模拟与科学家进行“隔空”对话,解决疑惑。</p>	<p>【活动3】通过人工智能技术模拟与科学家进行“隔空对话”。根据所学知识,提出自己在科学探究中的疑问,由人工智能模拟科学家的角色进行解答,通过提问、追问等“互动交流”,加深对化学史和理论的理解。</p> <p>【人工智能回答示例】我是卢瑟福先生。科学的本质就是不断地质疑和探索。虽然汤姆孙的“葡萄干面包原子模型”在当时是一个重要的进步,但在我的α粒子散射实验中,发现了一些无法用该模型解释的现象,如大角度散射的α粒子。这提示我原子内部有一个小而密集的正电荷核心——原子核。我尊重我的老师,但科学要求我们以实验结果为依据,即便这意味着要挑战已有的理论和权威。勇气来源于对科学真理的追求,不应被对嘲笑的恐惧打败。</p>	通过与人工智能对话,帮助学生更深入理解科学家的思维和科学假说的形成。																				
<p>【任务2】引导学生分析科学假说涉及的要素并汇总。</p> <p>【提问】要完成模型制作验证假说,我们首先要先对科学家的假说进行深入分析。请各组分析假说涉及的要素。</p>	<p>【活动1】分组提炼假说中的涉及要素:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">组别</th> <th colspan="6">提炼要素</th> </tr> <tr> <th>研究的问题</th> <th>假设的条件</th> <th>提出假设</th> <th>设计实验</th> <th>构建模型</th> <th>检验、修正模型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>水是由什么元素组成的?</td> <td>水由其他元素组成</td> <td>水是由氢氧元素组成的</td> <td> ①水电解的反应过程。 ②水分子的微观粒子模型 </td> <td> 通过模型展示①有同学认为一个水分子分解可得到氢分子和氧分子。 ②有同学认为两个水分子分解,得到两个氢分子和一个氧分子 </td> <td>通过实验证实。模型①是错误的</td> </tr> </tbody> </table>	组别	提炼要素						研究的问题	假设的条件	提出假设	设计实验	构建模型	检验、修正模型	A	水是由什么元素组成的?	水由其他元素组成	水是由氢氧元素组成的	①水电解的反应过程。 ②水分子的微观粒子模型	通过模型展示①有同学认为一个水分子分解可得到氢分子和氧分子。 ②有同学认为两个水分子分解,得到两个氢分子和一个氧分子	通过实验证实。模型①是错误的	通过动手制作提炼假说要素,帮助学生理解科学研究过程中的模型建构。
组别	提炼要素																					
	研究的问题	假设的条件	提出假设	设计实验	构建模型	检验、修正模型																
A	水是由什么元素组成的?	水由其他元素组成	水是由氢氧元素组成的	①水电解的反应过程。 ②水分子的微观粒子模型	通过模型展示①有同学认为一个水分子分解可得到氢分子和氧分子。 ②有同学认为两个水分子分解,得到两个氢分子和一个氧分子	通过实验证实。模型①是错误的																

教师活动	学生活动						设计意图
	(续表)						
组别	提炼要素						
	研究的问题	假设的条件	提出假设	设计实验	构建模型	检验、修正模型	
B	原子是实心的吗?	原子是不可分的实心小球	① 原子是实心的小球。 ② 电子分布在原子的外部	通过 α 粒子散射实验, 验证原子的内部结构	展示原子的实心小球和电子的均匀分布	通过实验证明原子内部有空隙, 证明模型有误	
C	原子内正、负电荷如何分布?	原子内部有正电荷和负电荷	① 原子中正电荷集中在核内。 ② 电子在外部绕核运动	通过模型演示原子核和电子中正、负电荷的相对分布, 并通过观察实际轨迹模型进一步理解电子运动	使用多种模拟工具, 如带电小球和电磁模型, 构建带电粒子分布模型, 来模拟电子绕核运动	通过观测电子的实际轨迹及绕核运动的方式, 逐步检验并修改假设模型, 确保模型符合假设条件和观察到的现象	
【过渡】制作模型之前, 除了提炼要素, 还需要梳理呈现不同的要素, 并有序组成模型。	【活动 2】以制作原子模型为例, 绘制模型草图并制作模型, 分享制作思路和进展:						
	原子模型	模型呈现要素					
		模型种类	材料	尺寸比例	位置	模型草图	模型实物图
【制作】以构建原子模型为例, 请同学们考虑需要呈现的要素, 一起来绘制并制作原子模型。 【提问】 ① 原子是什么样的微观粒子? 试着用生活中的物体比拟原子。原子内部是怎样的? 绘出自己认为的原子的样子。你还有哪些疑惑? 与同学交流。(见学生作品 1)	【活动 3】制作模型。 【回答】将生活中的物品比拟原子, 猜想原子的内部结构。						引导学生制作道尔顿、汤姆孙、卢瑟福的原子模型图, 并说明模型变化的依据, 体会证据与模型变化之间的关系, 从中体会科学家认识原子结构的历程。
	<p>【学生作品 1】</p> <p>◆ 我想象中的原子: 原子可以构成分子, 原子像橡皮泥和气球, 组合起来就是分子; 有些同学认为原子像实心的台球, 有些同学认为像空心的海洋球.....</p> <p>◆ 原子内部是这样的: 有些同学认为原子是实心的; 有些同学认为原子除了一层外表, 内部是 实心小球 空心小球 不同粒子 粒子有正、负 空心的; 有些同学认为原子内部还有可能有其他粒子, 用某种方式组合在一起.....</p> <p>◆ 我的疑惑: 原子内部到底是怎样的?</p>						

教师活动	学生活动	设计意图
<p>② 观看阴极射线实验的视频，小组讨论并修正对原子的认识。（见学生作品 2）</p> <p>③ 根据卢瑟福 α 粒子散射实验的现象，思考正、负电荷大小如何？正、负电荷位置如何分布？再次修正你的原子模型。（见学生作品 3）</p>	<p>【回答】根据阴极射线实验，得出了“原子内部有电子”的结论，修正模型。</p> <p>【学生作品 2】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 现象：阴极射线在电场的作用下偏转，根据偏转方向确定其带负电。 ◆ 修正依据：阴极射线实验证明，原子内部有带负电荷的粒子存在。 ◆ 第一次修正原子模型：原子是均匀分布着正电荷的微小球体（红色橡皮泥），带负电电子（白色橡皮泥）嵌入球体，正、负电荷相互中和。受激发时，电子离开原子，现成阴极射线。 ◆ 我的疑惑：原子内部除了电子，还有其他微观粒子吗？  <p>【回答】根据卢瑟福的 α 粒子散射实验，得出了原子核内正电荷不是均匀分布，而是集中分布的。而且原子核位于原子正中间，直径非常小。</p> <p>【学生作品 3】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 现象：绝大多数 α 粒子通过，少数 α 粒子转向，个别 α 粒子反弹。 ◆ 修正依据：原子内的空间很大，原子核很小，带正电，原子核几乎集中了原子所有的质量。 ◆ 第二次修正原子模型：用一个大的沙滩充气球代表原子，气球内用一根细线将小金属铃铛挂起，表示原子核，球内大部分空间都是空心的，球内还有质量很轻的彩纸在飘动，代表质量很轻的电子。 ◆ 我的疑惑：原子核为什么带正电？构成原子核的有哪些微观粒子？ 	
【课后任务】根据制作的模型，尝试完成介绍文字稿和演示文稿。		帮助学生巩固本课内容，为下节课的展示做好准备。

板书设计

设计并制作微观粒子模型

一、认识模型

对话“科学家”

二、将典型假说转化成模型

1. 提炼典型假说的要素

2. 总结制作微观粒子模型的要素

三、绘制并制作模型

案例提供者：上海市五四中学 唐珂兰



本专题教学问题讨论与教学资源链接



实验讨论

木炭与氧化铜反应

专题5的课题3在介绍“碳与某些氧化物的反应”时,设置了木炭与氧化铜反应的实验,旨在让学生直观地观察到碳在高温条件下还原氧化铜的过程,认识碳单质能与氧化铜反应这一重要化学性质,激发对化学反应的兴趣。

本实验反应过程中,木炭(碳)充当还原剂的角色,将氧化铜中的铜离子还原成金属铜。这一过程不仅在实验室里得到了深入研究,而且在工业生产领域也具有实际应用价值。木炭还原氧化铜的实验涉及严谨的实验操作和条件控制,教师需要注意以下几点,可以减少实验结果的误差。

(1) 碳的颗粒大小。反应物均为固体,实验中可以增加反应物的接触面积,从而加快反应、提高反应效率。经实验可知,只有碳粉在200目及以上实验才可能取得成功^[1]。若用活性炭,实验效果一样。一般情况下木炭目数小于活性炭的,颗粒更大,所以需要研磨操作。研磨操作可以粉碎固体颗粒,使反应物充分混合,有利于化学反应的发生。固相反应一般分为4个阶段,即扩散→反应→成核→生长。晶格缺陷是固相反应发生的活性中心,微观粒子扩散和相互反应都是最先发生在晶格缺陷处。因此,晶格缺陷的产生有利于固相反应的发生。研磨是产生晶格缺陷的简单方法。对固体进行研磨能够改变物质的晶体结构、内部缺陷、形貌(粒度、孔隙度、表面状况)等,从而加速扩散过程,提高反应活性。在碳还原氧化铜的实验中,不能简单地把反应物在蒸发皿中用玻璃棒搅拌混合,需要将两者按照一定质量比在研钵中进行研磨,只有尽量把木炭或活性炭磨细,才能确保实验的成功率^[2]。

(2) 反应物的干燥程度。本反应对温度要求较高,如果反应物潮湿,则在加热的时候会出现水蒸气吸热现象,导致温度达不到反应所需的温度,实验可能失败。实验前应尽量烘干木炭或活性炭,以及氧化铜,甚至实验所用的试管^[1]。

(3) 碳和氧化铜的质量比。碳和氧化铜的质量比理论上约为1:13,根据相关文献,碳和氧化铜的最佳质量比在1:10到1:12之间。那么,木炭和氧化铜的质量比为1:10.6的实验效果较理想,其次是1:12,1:13则效果较差^[1]。

(4) 鉴于本反应所需的温度较高,以及反应过程中放出的热量较多,通常需要酒精喷灯等加热设备。为防止高温使试管熔化,在实验中尽量选用粗而短的导管,以避免在高温下生成的气体不能及时逸出而导致试管变形、试管壁变薄,最终导致试管破裂^[1]。



教学疑难问题解析

1. 相对原子质量及计量相对原子质量时选择¹²C作为标准的原因^[3~4]

相对原子质量(又称原子量)是指元素的平均原子质量与核素¹²C原子质量的 $\frac{1}{12}$ 之比。所谓原

子的平均质量,是对一种元素含有各种天然同位素而言,可以按这些同位素的原子质量和丰度来计算。这个定义与计量标准是目前国际上统一规定的。因此,就有一个选定什么元素的原子作为比较标准的问题。历史上解决这个问题有如下经过:

(1) 1803年,道尔顿首先提出,以氢原子质量为1作为相对原子质量的标准。用比较的方法测定其他元素原子的相对质量(氢是已知的密度最小的元素,因此其他元素的相对原子质量皆大于1),这样测出氧的相对原子质量是15.88。后来,鉴于氢的化合物远不如氧的化合物多,为测定相对原子质量的方便起见(过去大都用测定元素当量的方法求相对原子质量),改用氧元素的一个原子的质量为16作为标准,来测定其他元素的相对原子质量。这样测得氢的相对原子质量是1.008。由于当时人们尚未发现氧元素有同位素,所以以氧的相对原子质量为16这个标准一直沿用了60多年。

(2) 1927—1929年,科学家发现自然界中的氧含有三种核素,即¹⁶O、¹⁷O和¹⁸O。根据1940年比较精确的质谱测定的自然界中三种核素的丰度,¹⁶O的含量占99.759%,¹⁷O的占0.037%,¹⁸O的占0.204%。因此,用天然氧原子质量作为相对原子质量的标准就不够完善了。当时物理学界随即改用¹⁶O原子质量为16作为标准,但化学界仍采用天然氧原子质量为16作为标准。当用物理标准时,氧的各种同位素的相对原子质量分别如下:¹⁶O为16.000 0,¹⁷O为17.004 5,¹⁸O为18.004 9。所以,自然界中氧的平均相对原子质量应为:16.000 0×99.759%+17.004 5×0.037%+18.004 9×0.204%=16.004 4。这样物理学上采用的相对原子质量和化学上沿用的相对原子质量由于选用标准不同而出现如下比值: $\frac{16.004 4}{16.000 0}=1.000 275$ 。也就是说两者采用标准相差约万分之三。从20世纪40年代开始,国际原子量委员会采用了1.000 275作为两种标准的换算因数,即:物理相对原子质量=1.000 275×化学相对原子质量。

物理学和化学学科有着密切的联系,相对原子质量的标准不同很容易引起混乱。1959年,国际纯粹与应用化学联合会提出以碳的同位素¹²C原子质量为12作为相对原子质量的标准,即以¹²C原子质量的 $\frac{1}{12}$ 作为标准,并取得国际纯粹与应用物理联合会的同意,于1961年8月正式决定采用碳的同位素¹²C原子质量为12作为相对原子质量的新标准。同年发布了新的国际相对原子质量表。

采用¹²C作为相对原子质量的主要原因是:①碳形成很多高质量的“分子离子”和氢化物,利于测定质谱;②¹²C很容易在质谱仪中测定,而用质谱仪测定相对原子质量是现代最准确的方法;③采用¹²C后,所有元素的相对原子质量都变动不大,仅比过去减少0.004 3%;④这种碳原子在自然界的丰度比较稳定;⑤碳在自然界分布较广,它的化合物特别是有机化合物繁多;⑥密度最小的氢的相对原子质量仍不小于1。

2. 原子团

原子团是在化学反应中作为一个整体参与反应的原子集团。原子团的形成主要涉及原子间的电性作用和化学反应原理。

电性作用:原子团的形成依赖于原子间的电性吸引和排斥作用。当两个原子相遇时,它们会根据各自的电子配置和电性(正电或负电)相互吸引或排斥。这种电性作用是原子团形成的基础。

化学反应原理:在化学反应中,原子团作为整体参与反应,而不是单个原子。这是因为原子团

的形成可以降低反应的活化能,使得反应更容易进行。例如,不同类型的原子团,如氢氧根(OH⁻)、硝酸根(NO₃⁻)、硫酸根(SO₄²⁻)等,通过与其他离子或分子结合,促进了化学反应的进行。此外,原子团的存在也使得化学反应更加多样化和复杂化,因为不同的原子团可以与不同的物质发生反应,产生不同的产物。



教学资源链接

1. 原子结构模型的发展史^[5]

电子发现以后,人们普遍认识到电子是原子的组成部分,但通常情况下原子是呈电中性的,这表明原子中还有与电子电荷等量的带正电荷的组成部分。所以,研究原子的结构首先要解决原子中正、负电荷怎样分布的问题。从1901年起,各国科学家提出各种不同的原子结构模型。

(1) 汤姆孙:葡萄干面包原子模型

第一个比较有影响的原子模型,是电子的发现者英国物理学家汤姆孙于1903年提出的“电子浸浮在均匀正电球”中的模型。他设想,原子中正电荷以均匀的密度连续地分布在整個原子中,电子则在正电荷与负电荷间的吸引力以及电子与电子间的斥力的共同作用下浮游在球内。这种模型被俗称为“葡萄干面包原子模型”。汤姆孙还认为,不超过某一数目的电子将对称地组成一个稳定的环或球壳;当电子的数目超过一定值时,多余电子就组成新的壳层,随着电子的增多将造成结构上的周期性。因此他设想,元素性质的周期变化或许可用这种电子分布的壳层结构进行解释。汤姆孙的原子模型很快被他的学生、英国物理学家卢瑟福否定,因为它不能解释 α 射线的大角度散射现象。

(2) 卢瑟福:原子结构有核模型

卢瑟福从1904年到1906年6月,做了很多 α 射线通过不同厚度的空气、云母片和金属箔(如铝箔)的实验。他发现,大部分 α 粒子都可以穿透很薄的金属箔,这些粒子在金属箔中“如入无人之境”,可以“大摇大摆”地通过。这一现象说明,固体原子并不是密不可入的,排列并不紧密,内部有许多空隙,所以 α 粒子可以穿过金属箔而不改变方向。实验中发现,有少数 α 粒子穿过金箔,好像被什么东西撞了一下,因而行动轨迹发生了一定角度的偏转;还有个别 α 粒子,好像正面打在坚硬的东西上,完全被反弹回来。根据以上 α 粒子散射实验现象,卢瑟福设想,原子内部一定有一个带正电荷的坚硬的核, α 粒子碰到核就会被反弹回来,碰偏了就会改变方向,发生一定角度的偏转,而原子核占据的空间很小,所以大部分 α 粒子还是能穿过去。他根据这一假定计算出原子核半径约为 3×10^{-12} cm,而原子的半径约为 1.6×10^{-8} cm。原子核很小,其直径约为原子直径的万分之一至十万分之一,核外是很大的空间,带负电荷的、质量比核轻得多的电子在这个空间里运动。

1911年,卢瑟福受“大宇宙与小宇宙相似”的启发,把太阳系和原子结构进行类比,提出了一个原子结构模型。他认为,原子像一个小太阳系,每个原子都有一个极小的核,核的直径在 10^{-12} cm左右,这个核几乎集中了原子的全部质量,并带有正电荷,原子核外电子沿着一定的轨道绕核旋转,在一般情况下,原予呈电中性。卢瑟福的原子结构模型也称为行星式原子结构模型。卢瑟福发现了原子核以后,进一步用各种金属做 α 粒子散射靶子实验,发现不同的金属对 α 粒子的散射能力不同,散射能力越强,证明该金属原子核带的正电荷越多,因而斥力就越大。1913年,卢瑟福的学生和助手莫斯莱,在

卢瑟福指导下,证明了各种不同元素原子核所带的电荷数正好等于它们的原子序数。

但是,这个看来完美的模型却有着自身难以克服的严重困难,因根据经典麦克斯韦电磁理论,做加速运动的带电粒子会辐射出电磁波,也就是放出能量。在卢瑟福的模型中,电子绕原子核转,显然在做加速运动,电子不断放射出电磁辐射,会导致电子一点点地失去能量,不得不逐渐缩小运行半径,直到最终“坠毁”在原子核上为止,整个过程花费不过一眨眼的工夫,如果原子坍缩而毁于一旦,那么原子就不存在,但事实上,原子是稳定的,并不辐射电磁波。这是卢瑟福的模型无法解释的。

(3) 玻尔: 原子结构模型

卢瑟福的模型无法解释原子能够稳定存在的原因,也不能说明氢光谱为什么是分立的线状光谱。为了解释氢原子线状光谱这一事实,丹麦物理学家玻尔在卢瑟福的模型的基础上提出了核外电子分层排布的原子结构模型。玻尔首先把普朗克的量子假说推广到原子内部的能量上,来解决卢瑟福的模型在稳定性方面的困难,假定原子只能通过分立的能量子来改变它的能量,即原子只能处在分立的定态之中,而且最低的定态就是原子的正常态。接着他在友人的启发下从光谱线的组合定律达到定态跃迁的概念,他在 1913 年 7 月、9 月和 11 月发表了长篇论文《论原子构造和分子构造》。玻尔原子结构模型的基本观点是:

- ① 原子中的电子在具有确定半径的圆周轨道上绕原子核运动,不辐射能量。
- ② 在不同轨道上运动的电子具有不同的能量,轨道离核越远,电子能量越高,并且能量是量子化的,也就是说,电子的容许轨道是不连续的。
- ③ 当电子从一个高能级轨道跃迁到另一个低能级轨道时,才会以光辐射形式放出能量;相反,如果电子从低能级轨道激发到另一个高能级轨道时要吸收能量。放出或吸收的能量,恰好等于两个轨道之间的能量差。如果辐射或吸收的能量以光的形式表现并被记录下来,就形成了光谱。

玻尔对卢瑟福的模型进行了修改补充,但仍然像卢瑟福一样,把轨道理解为确定的路线,只不过对路线作了限制,认为电子的轨道不是任意的,而是在特定位置的。玻尔原子结构模型成功解释了氢原子光谱不连续的特点,成功的关键是抓住了微观世界的量子性。

经典力学与量子论结合在一起,不可避免地存在一系列困难。根据经典电动力学,做加速运动的电子会辐射出电磁波,致使能量不断损失,而玻尔原子结构模型无法解释为什么处于定态中的电子不发出电磁辐射。玻尔原子结构模型对跃迁的过程描写也含糊,因此玻尔原子结构模型提出后并不被物理学界所欢迎,还遭到了诸多物理学家的质疑。此外,玻尔原子结构模型无法揭示氢原子光谱的强度和精细结构,也无法解释稍微复杂一些的氦原子以及更复杂原子的光谱。因此,玻尔在领取 1922 年诺贝尔物理学奖时称:“这一理论还是十分初步的,许多基本问题还待解决。”

(4) 建立在量子力学基础上的电子云模型

量子力学建立后,科学家用它来研究原子结构。1927 年,德国科学家海特勒和伦敦用量子力学理论和方法处理氢原子,科学而精确地解释了氢原子的结构与性质;后来又用量子力学的理论和方法,成功地解释了其他元素原子的结构与性质,还成功地说明了元素周期表的微观本质。如何用一种形象直观的图形来描述原子结构,科学家们煞费苦心,最后想出一种比较形象的表达法,用“云”来代替“轨道”,专门为电子运动的描述创造一个新名词“电子云”,电子像一团云雾包围着原子核,电子在离核比较近的空间出现的概率大。不过,这只是一个形象的比喻,而不是电子真分散成了“云”。

实际上,氢原子中只有一个电子绕核运转,形成的“云”的各点只是表示这个电子在不同瞬间出现的位置,电子云示意图中的小黑点的疏密只说明电子出现的概率多少,不能错误地认为一个小黑点就代表一个电子。

量子力学使一些传统的概念发生了根本变化,如轨道,经典力学中轨道是一个运动物体所遵循的固定路线,但在量子力学中,则是一个统计值,指电子在原子核周围出现的概率。由于轨道概念使人们能够更容易想象出原子的样子,科学家明知道原子中的电子并没有固定的轨道,却还是愿意保留“轨道”这个名词,量子力学中的所谓“轨道”,不是玻尔原子结构模型中确定的路线,只是电子云的简化。可以这样想,通过电子云密集的地方,也就是概率密度最大的地方画一条线,把这条线看作“轨道”。因此现在所说的轨道已经不是玻尔所说经典轨道含义了。原子中的电子云或“轨道”虽然复杂,但却井然有序,是有运动规律的。电子运动与其他物体运动一样,有运动状态。宏观物体的运动状态是用一些物理量来表示和描述的,同样道理,电子运动状态也需要用一些物理量来表示和描述,这些物理量就是量子数。通过求解量子力学方程,得出四个量子数,用这四个量子数来描述电子在原子里的运动状态。在量子力学基础上建立的原子结构理论,揭示了原子核外电子层结构的秘密,决定元素的主要性质正是原子核外电子排布与活动情况,而对元素性质影响最直接的又是那些处在最外层上的高能电子。正是随着原子序数或核电荷数的递增,原子核外电子层出现周期性变化,才使元素性质随原子序数递增呈现周期性变化,核外电子排布的周期变化才是元素周期律的本质所在。

2. 元素周期表的发展史^[5]

(1) 拉瓦锡的分类

1789年,拉瓦锡在他的《化学大纲》一书中,重新提起了英国化学家波义耳对元素所下的定义并表示赞许,还进一步补充说化学元素是“化学分析所达到的终点”,这就比波义耳更加确切了。他把自己确认为可信的33种元素分金属、非金属、气体和土质四大类:

- ① 气体元素:光、热、氧、氮、氢。
- ② 非金属(氧化物为酸):硫、磷、碳、盐酸基、氟酸基、硼酸基。
- ③ 金属(氧化物为碱):锑、银、砷、锇、钴、铜、锡、铁、锰、汞、钼、镍、金、铂、铅、钨、锌。
- ④ 能成盐的土质:石灰、镁土、钡土、铝土、硅土。

(2) 德贝莱纳的“三素组”

1829年,德国化学家德贝莱纳对元素的相对原子质量和化学性质之间的关系进行研究,他在当时已知的54种元素中发现有几个相似元素组,每组包括3种元素。他确定三元素组有:① 锂、钠、钾;② 氯、溴、碘;③ 钙、锶、钡;④ 硫、硒、碲;⑤ 锰、铬、铁。

同组内的元素,不仅性质相似,中间一种元素的性质介于前后两种元素之间,而且其原子量也差不多为前后两元素的算术平均值。当时只发现了54种元素,他的分类仅限于局部元素的分组,没有把所有元素作整体来考虑,但他的分类工作对后人很有启发。

(3) 尚古多的螺旋图

1862年,法国化学家尚古多提出元素的性质随相对原子质量变化的论点,创造了一个螺旋图。他将62种元素按相对原子质量由小到大循序标记在围绕圆柱体上升的螺线上,这样就可清楚地看

出某些性质相近的元素都出现在同一条母线上,如锂-钠-钾、硫-硒-碲、氯-溴,于是他提出元素的性质有周期性重复出现的规律。由于当时元素没有全部发现,并且客观上构成性质相似的一组元素之间相对原子质量差值并非总是等于 16,这样一来,一些性质根本不相同的元素,如硫、钛、钾与锰都跑到一组去了。尚古多把论文交到科学院,很遗憾,科学院不接受。因此,他的螺旋图在周期律的发现上没有起到应有的作用。但从认识论的观点上看,他第一个从元素整体上提出了元素性质和相对原子质量之间存在关系的思想,并且初步提出了元素性质的周期性。

(4) 迈尔的六元素表和《原子体积周期性图解》

对于化学元素周期律的发现,有着杰出贡献的首先是德国化学家迈尔。1864 年,迈尔提出了一个“六元素表”(表 5-2)。他在用原子-分子论观点编写的《现代化学理论》一书中阐明了当时物理、化学的最新知识,顺着相对原子质量的次序,详细地讨论各种元素的物理、化学性质,粗拟出一张化学元素周期表,即六元素表。这张表的基本内容已经反映了周期律的核心思想。

表 5-2 六元素表

—	—	—	—	Li	Be
C	N	O	F	Na	Mg
Si	P	S	Cl	K	Ca
—	As	Se	Br	Rb	Sr
Sn	Sb	Te	I	Cs	Ba
Pb	Bi	—	—	Tl	—

这张表是按相对原子质量排列成序的,对元素的分族做得已经很好了,已初具元素周期表的雏形,并且留有未发现元素的空位。他还明确指出:“在相对原子质量的数值上具有一种规律性。”

1869 年,迈尔又发表了一张新的元素周期表,表中包括了 55 种元素。为了更好地说明元素的周期性,他发表了著名的《原子体积周期性图解》,以相对原子质量和原子体积为坐标轴,描绘出一条元素原子体积随相对原子质量的变化曲线,这条曲线上有 6 个波峰和 6 个波谷,非常精彩地表达了化学元素性质(原子体积)随着相对原子质量的变化呈现出周期性,原子体积随着相对原子质量的变化周期性地起伏波动。他明确表示,元素的性质是它们的相对原子质量的函数。不过他的研究比较偏重于元素的物理性质。迈尔的周期表与门捷列夫的周期表是同时发表的,但深度不及门捷列夫,影响也不大。

迈尔在研究化学元素周期律时,综合考察了各种元素的物理性质与化学性质,并采用图表和曲线相结合的研究与表达方式,使人一目了然。因此,许多科学家都能看明白他所研究的成果,也就容易承认他的成果。迈尔的理论简明易懂,当时化学界很快了解了,并承认了它。

(5) 纽兰兹的八音律

1865 年,英国化学家纽兰兹把当时的元素按相对原子质量大小的顺序进行排列,他发现,从任意某种元素算起,每到第八种元素就转到与第一种元素的性质相近的元素,他把这个规律称八音律(表 5-3),就像音乐中八度音程一样。

表 5-3 八音律

元素	序数	元素	序数	元素	序数	元素	序数	元素	序数
H	1	F	8	Cl	15	Co&Ni	22	Br	29
Li	2	Na	9	K	16	Cu	23	Rb	30
Be	3	Mg	10	Ca	17	Zn	24	Sr	31
B	4	Al	11	Cr	18	Y	25	Ce 或 La	32
C	5	Si	12	Ti	19	Ln	26	Zr	33
N	6	P	13	Mn	20	As	27	Di 或 Mo	34
O	7	S	14	Fe	21	Se	28	Ro 或 Ru	35

表中前两直列几乎相当于现代元素周期表的第 2、3 周期,但从第三列起就不令人满意了,有多个地方同一处排了两种元素,有的地方为了照顾元素性质而颠倒了顺序。它的缺点是由于他没有考虑到原子质量测定可能有误差,而是机械地按照相对原子质量由小到大的顺序排列,同时他也没有考虑到还有未被发现的元素,没有为这些元素留下空位。因此,他按八音律排的元素表中,在很多地方很混乱,没能正确地揭示出元素间的内在联系和规律,但他前进了一大步。当他在伦敦皇家化学会上宣读他的论文时,遭到不少人的嘲笑,如有人就当面说:“你有没有尝试把元素按符号字母的次序排列,这样或许可能得到更精彩的符合。”他的论文被学会拒绝发表,纽兰兹遭到打击后,感到很失望,从而转入制糖工艺的研究。等到门捷列夫的周期表公布之后,英国人才想起了纽兰兹的功劳,1887 年补授他英国皇家学会戴维奖章。

由上可以看出,从三素组到八音律,正在一步一步逼近真理。

(6) 门捷列夫发现元素周期律的过程

对门捷列夫元素周期律的发现众说纷纭,如有人说是门捷列夫连续三天三夜没睡觉后在梦中发现的;一些教科书、通俗读物中还说周期律是门捷列夫在玩纸牌时偶然发现的,把元素周期律的发现看成那么随机、偶然,显然是不对的。

1869 年的一天,门捷列夫仔细地研究了元素化合物的性质,但它们的次序怎么排列呢?他叫仆人到实验室找几张厚纸,并且同筐子一起拿来。拿来之后,门捷列夫在厚纸上打上格子,让安东帮他剪开,做成卡片。他在卡片上面写上元素名称、相对原子质量、化合物的化学式和主要性质,花了一天时间才写好。次日,门捷列夫把它加以系统整理,把卡片排来排去,摆来摆去。他紧紧地抓住相对原子质量这种元素的基本特性去探索相对原子质量与元素性质之间的相互关系,他按相对原子质量的大小顺序进行排列,排着排着,他激动起来,出现完全没有料到的情况:每一行元素的性质都按相对原子质量的增大而从上到下地逐渐变化。例如,锌的性质与镁的相近,这两种元素便排在相邻的两行中——锌挨着镁。根据相对原子质量,在同一行中紧挨着锌的应该是砷,但如果把其排在锌后,砷就与铝同排了,但这两种元素在性质上并不相近;如果再把砷往下排,与硅同排,但砷与硅的性质也不相同。因此砷应该再往下排,放在与磷同一排上。但这样锌与砷之间留下两个空格,他认为,这两个空格是属于尚未发现的新元素,它们在性质上与铝和硅相近。门捷列夫由于激动而双手颤抖

着：“这就是说，元素的性质与它们的相对原子质量是周期性的关系。”门捷列夫兴奋地在室内踱着步，然后抓起笔在纸上写道：“根据元素的相对原子质量及其化学性质近似性，试排的元素表。”

伟大的发现就在这一天，1869年3月1日（俄历2月17日），上午、下午，他连续地排了三张表。表排好后，他本来打算3月6日在俄国化学学会的会议上报告他的发现，可是，会前他突然生病了，不得不委托他的助手在学会上替他宣读了题为《元素性质与相对原子质量之间的关系》的论文，阐述了周期律的要点：

① 按照相对原子质量的大小排列起来的元素，性质上呈现明显的周期性。

② 相对原子质量的大小决定元素的特征，正像质点的大小决定复杂物质的性质一样。

③ 应该预料到许多未知元素的发现。例如，类铝与类硅相对原子质量位于 $65\sim75$ 之间。元素的某些同类元素将按它们相对原子质量的大小而被发现。

④ 知道了某元素的同类元素以后，有时可以修正该元素的相对原子质量。

门捷列夫后来自述道：“最初在这方面的尝试是这样的：我从相对原子质量最小的元素开始，把它们按相对原子质量大小的顺序排列，发现元素的性质好像存在周期性，甚至元素的化合价也是一个接一个按相对原子质量的大小形成算术数列。我发现锂、钠、钾、银与碳、硅、钛、锡或氮、磷、砷等性质彼此相似，立即产生假设，元素的性质是不是表现在它的相对原子质量上，能不能根据它们的相对原子质量建立起元素体系，接着就朝这个体系去试验。”

门捷列夫在第一张元素周期表中初步实现了使元素系统化的任务，把已发现的63种元素全排列在表中，全表有67个位置，尚有4个空位，只有相对原子质量而没有元素名称，这是他预言的未知元素。同时，他还对钍、碲、金、铋等元素的相对原子质量表示了怀疑。论文宣读以后，承认的人不少，反对的也大有人在，甚至他的老师齐宁也不支持，训诫他不务正业。但他深信这项工作的重要意义，不顾名家的指责、嘲笑，继续进行深入的研究。经过两年的努力，1871年他发表了第二张元素周期表，他首先将元素周期表的竖行改为横行，使同族的元素处于同一竖行中，这样更突出了元素性质的周期性；在同族元素中，他又分为主族和副族，预言未发现的元素由4种改为6种。根据元素的性质，大胆地修改了一些元素的相对原子质量。他对元素周期律进行了定义：“元素（以及由元素所形成的单质和化合物）的性质周期性地随着它们的相对原子质量而改变。”

门捷列夫还大胆地修正了一些元素的相对原子质量，其中不少被证明是正确的。以铟为例，当时，铟的相对原子质量被认为是37.8，由于铟与锌共存，化合价是2，其相对原子质量为 $37.8\times2=75.6$ 。按这个相对原子质量，铟应排在砷与硒之间，但从元素周期表上看，砷与硒是连接的，其间没有空位，于是门捷列夫从氧化铟与氧化铝的性质类似，而认为它是3价元素，相对原子质量为 $37.8\times3=113.4$ ，这样恰好排在镓与锡之间的空位上，其性质也与该位置相符。后来依据金属铟的

比热为0.065，用原子热容法测量出它的相对原子质量为 $\frac{64}{0.065}\approx114.3$ 。再例如铀，当时认为其相对原子质量为116，是3价元素，但门捷列夫根据铀的氧化物与铬、钼、钨的氧化物性质相似，并且这四种单质性质也相近，当属一族，因此判定铀是6价元素，把它的相对原子质量修正为240，并放在正确的位置上，这一数值与现代所测的数值238.07相差不大。

门捷列夫以元素周期律为基础，还对当时公认的一些相对原子质量提出重新测定的建议。例

如，铂族元素，当时公认金的相对原子质量为 196.2，而锇、铱、铂的相对原子质量分别为 198.6、196.7、196.7，若依此结果，则金应排在锇、铱、铂之前，但他认为金应该排在这些元素之后。因此他建议重新测定金的相对原子质量。后来经重新测定，得到锇、铱、铂、金的相对原子质量分别为 190.1、193.1、195.2、197.2，证明了他的预见是正确的。

门捷列夫在他的元素周期表中，留下了一些未知元素的空位，其中有 3 种未知元素，根据它们的位置，门捷列夫把它们称为“类铝”“类硼”“类硅”，并预言了它们的性质。

1875 年，法国人布瓦博德朗在分析比里牛斯山的闪锌矿时，从中发现了一种新元素，他命名为“镓”(Ga)，并把他所测得的关于镓的性质简要地发表在《巴黎科学院院报》上。门捷列夫读完这篇文章之后，发现新发现的元素就是他预言的类铝，其性质与类铝性质相似，但密度不对，按门捷列夫计算的密度为 5.9，而不是 4.7。于是，门捷列夫决定写信告诉他。布瓦博德朗不久就收到门捷列夫的来信，在信上门捷列夫指出：“你在报告中关于镓的密度是不正确的，它不应该是 4.7，而应为 5.9~6.0。”他怎么也不明白，门捷列夫未见过这种元素，怎么知道镓的密度不对呢？于是布瓦博德朗又一次提纯了镓，重新仔细测量了它的密度，结果确为 5.94。这一结果使他大为惊讶。他才完全理解自己发现镓的意义：用实验方法证明了俄国化学家的预言，从而证实了门捷列夫提出元素周期律的正确性。他在后来一篇论文中写道：“我认为没有必要再来说明门捷列夫这一理论的巨大意义了。”

化学史上第一个预言的新元素被发现了，这件事引起了人们的普遍重视，门捷列夫的论文迅速被译成英文、法文，使全世界的科学家都知道了周期律的内容和意义，人们从此有正确的指导去寻找新元素。

发现镓 4 年后，门捷列夫预言的“类硼”元素被瑞典人尼尔森发现，它的一切性质与门捷列夫所预言的“类硼”完全符合，他把这种元素命名为“钪”(Sc)。

门捷列夫预言的第 3 种元素“类硅”(符号 Es)，在 1886 年由德国人文克勒发现，他把该元素命名为锗，符号为 Ge，其性质与门捷列夫预言的相符合。当文克勒看到自己所发现的锗与门捷列夫所预言的“类硅”性质如此相似，大为惊奇。他说：“再没有比‘类硅’的发现能更好地说明元素周期律的正确性了，它不仅证明了这个有胆略的理论，还扩大了人们在化学方向的眼界，而且在知识领域也更进了一步。”

元素周期律的三次胜利，在全世界科学家中引起了强烈的反响。1895 年以后，元素周期律在教科书中被广泛引用。门捷列夫和迈尔对彼此的发现都予以承认，1887 年，英国科学协会在曼彻斯特召开国际会议，门捷列夫和迈尔同时参加，互相祝贺。他们俩还一起获得英国戴维奖章。

参考文献

- [1] 庄晓松,王祖浩. 碳还原氧化铜的最佳实验条件研究[J]. 实验教学与仪器,2021,38(05): 14-18.
- [2] 龙琪,陈昌云,孙高爱,等. 研磨: 被忽视的重要实验操作[J]. 化学教育(中英文),2024,45(15): 96-101.
- [3] International Union of Pure and Applied Chemistry. Standard atomic weights of the elements 2021 (IUPAC Technical Report)[J]. Pure and Applied Chemistry, 2022, 94(5): 573-600.
- [4] 人民教育出版社课程研究所. 义务教育教科书教师用书: 化学 九年级 上册[M]. 北京: 人民教育出版社,2024: 128-129.
- [5] 张德生,徐汪华. 化学史简明教程: 第 2 版[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社,2017.



本专题练习巩固分析与答案

课题 1 构成物质的微观粒子

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	物质的微观构成	构成物质的微观粒子有分子、原子、离子等。例如,水、二氧化碳是由分子构成的;金属单质,稀有气体和金刚石、石墨等非金属单质是由原子构成的;氯化钠是由离子构成的
2	原子的内部结构	14 14 在原子中,质子数=核电荷数=核外电子数
3	原子和离子的区别	钠原子变成钠离子时不变的是①②③,改变的是④⑤⑥⑦。 钠原子变成钠离子后,质子数、中子数、核电荷数都没有改变;电子层数由3层变为2层,最外层电子数变为8个,钠离子带1个单位的正电荷,并具有稳定结构
4	相对原子质量	$\frac{1.674 \times 10^{-27} \text{ kg}}{1.993 \times 10^{-26} \text{ kg} \times \frac{1}{12}} \approx 1$
5	计算相对分子质量	过氧化氢(H_2O_2)的相对分子质量为34 二氧化碳(CO_2)的相对分子质量为44 柠檬酸($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)的相对分子质量为192
6	原子结构模型发展史	科学家们对原子结构的探索是化学史上的重要篇章。从古希腊的德谟克利特到现代量子力学模型,原子理论的发展不仅揭示了物质的微观结构,还推动了科学技术的进步。本文通过制作模型和实验探究,分析科学家们是如何一步步揭开原子面纱的。 早期的原子模型由道尔顿提出,他认为原子是不可分割的实心球。汤姆孙通过阴极射线实验发现了电子,提出了“葡萄干面包原子模型”。卢瑟福通过 α 粒子散射实验发现了原子核,并提出原子结构有核模型。随后,玻尔在此基础上提出了电子轨道模型。 道尔顿认为原子是实心的,依据是他的化学反应实验。汤姆孙的阴极射线实验表明原子中有带负电的电子,否定了道尔顿的实心原子观念。卢瑟福的 α 粒子散射实验则揭示了原子内部有一个小而密集的核心——原子核。玻尔进一步完善了这一模型,引入了电子轨道的概念,以解释原子光谱现象。 科学技术的进步,特别是实验技术和仪器的发展,对原子结构的探索起到了重要的推动作用。量子力学模型的提出和计算机模拟技术的发展,使得科学家能够更加准确地描述原子的行为和性质,这些进步极大地深化了我们对原子结构的理解。 科学家们探索原子结构的历程。从经典模型到现代量子力学模型,每一步都建立在前人的基础上,不断完善和修正。未来的研究可以进一步结合实验技术和理论分析,继续深化对原子结构的理解。科学技术的发展对原子结构的探索具有重要推动作用,未来需要继续探索以获得更深入的理解

课题 2 组成物质的元素

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	元素周期表	C
2	物质的元素组成	D
3	化学符号的表示与含义	(1) ① Al ② Mg(OH) ₂ ③ Cl ⁻ ④ 2O ₂ (2) H: 氢元素、一个氢原子 2H: 两个氢原子 H ₂ : 氢气、一个氢分子 2H ₂ : 两个氢分子
4	化学式与化合价	SiO ₂ 二氧化硅 +5 价
5	元素与健康	(1) 0.16 g (2) 钙是人体重要的营养物质之一,主要生理功能如下: ① 构成机体组织: 钙是构成骨骼、牙齿的重要成分; ② 参与凝血: 钙离子是凝血因子之一; ③ 调节细胞功能: 可参与神经递质释放、神经冲动传导、激素分泌等生理反应; ④ 调节肌肉活动: 钙离子可以增加心肌收缩力, 提高心肌兴奋性, 有利于心脏正常工作, 还能抑制骨骼肌兴奋性, 避免手足抽搐; ⑤ 调节酶的活性: 人体内的蛋白激酶 C 等多种酶受到钙离子调节
6	元素化合价与质量分数的计算	(1) $x=3, y=4$ 因为磁性氧化铁中铁元素的化合价有+2价和+3价, 所以可以将其化学式表示为 $a\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot b\text{FeO}$; 又因为正价总数为8, 负价总数等于正价总数, 则化合物中 $2y=8, y=4$, 则 $3a+b=4$, a, b 为正整数, 所以 $a=1, b=1; x=2a+b=3$ (2) 磁性氧化铁的化学式为: Fe_3O_4 , 其 Fe 的质量分数为: $\frac{56 \times 3}{56 \times 3 + 16 \times 4} \times 100\% \approx 72.4\%$
7	元素周期表	海报相关资料: ➤ 在门捷列夫之前, 就有类似元素周期律的提出, 其中之一为纽兰兹的八音律, 他把元素依相对原子质量的大小顺序排列, 每到第八种会出现性质类似的元素, 有如五线谱的音阶排列。 ➤ 门捷列夫之后的 100 多年间, 元素周期表的形式几经变动, 多达数百种, 如常见的扇形、顺时针螺旋形、层式周期表等, 但是元素周期表的基本形式和基本思路没有发生根本性的改变, 都是按照原子核电荷数(原子序数)依次填入元素周期表。 ➤ 根据元素周期表, 人们可以预测相关元素或化合物的性质、用途, 为人们通过化学方式寻找材料或发明新物质提供依据。同时元素周期表可应用于地球化学、核化学、冶金化学、材料化学等方面

课题 3 结构多样的碳单质

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	碳单质物理性质和用途的关系	<p>(1) 物质</p> <p>(2) 是因为碳原子的排列方式不同</p>
2	化学式的意义	① 通过足球烯的化学式可以知道足球烯是由碳元素组成的; ② 足球烯是由 C_{60} 分子构成, 1个 C_{60} 分子由 60 个碳原子构成; ③ 足球烯的相对分子质量为 720
3	碳的化学性质	稳定(不活泼)
4	碳的化学性质	碳在氧气不足时燃烧会生成一氧化碳, 一氧化碳有毒, 严重时会使人因窒息而死亡。因此开窗通风为了提供足量的氧气使木炭充分燃烧, 防止燃烧不完全产生一氧化碳
5	碳的化学性质	会。若实验时碳过量, 或高温条件下生成的二氧化碳与碳发生反应, 都可能产生一氧化碳
6	活性炭的吸附性	<p>(1) 多孔结构: 活性炭具有疏松多孔的结构, 这些孔隙提供了极大的比表面积</p> <p>(2) 不合理。棉花具有良好的吸附性和过滤性, 可能会吸附一部分红墨水, 导致观察到的颜色变化可能是棉花吸附所致。改进: 再设计一个对比实验。在相同情况下, 不放活性炭, 观察溶液颜色是否变浅</p>

专题复习

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	物质的组成与构成	C
2	原子结构	D
3	相对原子质量	C
4	化学符号	(1) 4Cu (2) 60C_{60} (3) 3CO_3^{2-} (4) Mn_2O_7
5	元素周期表	(1) 6 6 12 (2) HCl
6	化学式有关计算	(1) -3,+5 (2) 7 : 12 (3) 14 kg, 40 kg (4) 80%
7	化学式有关计算	(1) 80 kg (2) 根据尿素的化学式计算可知, 尿素的含氮量为 46.7%, 因此, 宣称“含氮量 50%”为虚假广告
8	构成物质的微观粒子	根据道尔顿和盖-吕萨克的观点, 氮气、氧气、一氧化氮都是由原子构成的; 同温同压下, 1 体积氮气和 1 体积氧气含有相同数目的原子, 且生成两倍的一氧化氮原子数, 因此得出了“1 个一氧化氮由半个氧原子和半个氮原子结合而成”的结论。 不赞成。氮气、氧气、一氧化氮都是由分子构成的, 1 个一氧化氮分子由 1 个氮原子和 1 个氧原子构成, 同温同压下, 相同体积的不同气体含有相同数目的分子。因此, 1 体积氮气和 1 体积氧气生成 2 体积一氧化氮

化学变化及其表示

本专题概述

本专题地位和内容结构

一、本专题地位

本专题是大概念“物质的变化与转化”统领下的学习主题“物质的化学变化”相关内容。通过前面专题的学习，学生已经积累了一定量的元素化合物相关知识，并初步理解了物质的组成和结构，本专题将深入探讨化学变化的微观本质及质量变化的规律，从定量的角度探索化学反应前后物质的质量关系，引导学生初步形成从定性和定量的视角研究物质变化的化学观念，尝试从微观层面分析化学变化及其质量守恒的原因，进一步发展以宏观、微观、符号相结合的方式认识和表征化学变化的科学思维。

通过本专题的学习，学生将探究化学反应中物质质量的变化，并从微观角度分析宏观现象和规律背后的本质，发展从定性认识化学变化到定量认识化学反应前后物质的质量守恒和比例关系，建立化学反应各物质间微观粒子数量关系与宏观物质质量的比例关系，并用化学方程式表征化学反应，进行化学反应相关的质量计算，从定量角度解决生产生活中的实际问题，初步学习定量调控物质转化的方法。在本专题中，学生还将认识常见的化合反应、分解反应等基本反应类型，学习从反应类型的视角认识化学反应。

二、《课程标准》要求

本专题对应《课程标准》的内容要求和学业要求见表 6-1。

表 6-1 专题 6 对应《课程标准》的内容要求和学业要求

教材内容	对应《课程标准》的要点	
	内容要求	学业要求
课题 1 化学反应中 各物质间的 定量关系	1. 认识化学反应中的各物质间存在定量关系，初步形成变化观。(4.1) 2. 理解化学反应的本质是原子的重新组合，化学反应前后，原子的种类和数量不变，分子的种类发生改变。(4.2.1)	1. 能依据化学反应过程中元素不变的规律，推断反应物或生成物的元素组成。(3.3) 2. 能基于真实情境，从元素、原子、分子的视角分析有关物质及其变化的简单问题，并作出合理的解释和判断。(3.4)

教材内容	对应《课程标准》的要点	
	内容要求	学业要求
课题1 化学反应中各物质间的定量关系	3. 认识化学反应中的各物质间存在定量关系,化学反应遵守质量守恒定律;理解质量守恒定律的微观本质。(4.2.2) 4. 学习从物质变化、能量变化、反应条件、反应现象、反应类型和元素守恒等视角认识化学反应,初步形成认识化学反应的系统思维意识。(4.3)	3. 能选取实验证据说明质量守恒定律,并阐释其微观本质。(4.2)
课题2 化学反应的表示及基本类型	1. 认识常见的置换反应和复分解反应及简单应用。(4.2.1) 2. 学习利用质量关系、比例关系定量认识化学反应,认识定量研究对化学科学发展的重大作用。初步体会化学反应与技术、工程的关系。(4.3) 3. 结合实例认识合理利用、调控化学反应的重要性,关注产品需求和成本核算,初步梳理资源循环使用、绿色环保的发展理念。(4.4)	1. 能辨别常见的化合反应、分解反应、置换反应和复分解反应。(4.1) 2. 能根据实验事实用文字和符号描述、表示化学变化,并正确书写常见的化学方程式。(4.2) 3. 能基于守恒和比例关系推断化学反应的相关信息;能根据化学方程式进行简单的计算,并解决生产生活中的简单问题。(4.4) 4. 能基于真实的问题情境,多角度分析和解决生产生活中有关化学变化的简单问题。(4.5)
跨学科实践活动中基于碳中和理念设计低碳行动方案	1. 基于碳中和理念设计低碳行动方案。(5.5) 2. 知道科学和技术有助于解决社会问题,使用科学和技术时要考虑其对社会和环境的影响,理解科学、技术、社会、环境的相互关系;认识化学在解决与资源、能源、材料、环境、人类健康等相关的问题中的作用,体会化学是推动人类社会可持续发展的重要力量,树立建设美丽中国、为全球生态安全作贡献的理念。(5.1) 3. 通过实践活动,初步形成应用元素观、变化观等化学观念和科学探究方法解决问题的思路。(5.3) 4. 知道国家在生态环境保护,化学品、食品、药品安全等方面颁布了法律法规,增强遵纪守法、自我保护及维护社会安全的意识。(5.4.1)	1. 能从物质的组成及变化视角,分析和讨论资源综合利用、材料选取与使用、生态环境保护等有关问题。(5.2) 2. 在跨学科实践活动中,能综合运用化学、技术、工程及跨学科知识,秉承可持续发展观,设计、评估解决实际问题的方案,制作项目作品,并进行改进和优化,体现创新意识。(5.3) 3. 在跨学科实践活动中,具有恪守科学伦理和遵守法律法规的意识;初步形成节能低碳、节约资源、保护环境的态度和健康的生活方式。(5.4)

本专题主要促进学生“化学观念”“科学思维”“科学探究与实践”“科学态度与责任”等方面核心素养的发展。本专题的核心素养要求如下:

- ◆ 通过探究化学反应中物质质量的关系,提出关于化学反应中各物质间质量关系的合理假设,选择合适的化学反应,设计实验方案,并安全、规范地完成实验,获取实验证据,初步运用比较、分类、分析、综合、归纳等方法认识化学反应中物质的质量关系,形成一定的证据推理能力。
- ◆ 基于化学反应中各物质间的定量关系,初步学会从定性和定量的视角研究物质的组成及变化,并解决一些与化学相关的简单的实际问题,认识质量守恒定律对资源利用和物质转化的重要意义。
- ◆ 通过对化学变化及质量守恒定律的微观剖析,并用化学方程式表征化学反应,发展能以宏观、微观、符号相结合的方式认识和表征化学反应的科学思维。

◆ 在开展“跨学科实践活动 基于碳中和理念设计低碳行动方案”的过程中,基于元素守恒和质量守恒的化学观念,以及二氧化碳的性质与用途,通过小组合作设计二氧化碳储存或转化简易装置,并利用技术与工程的方法制作模型。通过了解我国化石燃料的使用现状和国家颁布的相关政策法规,体会碳中和的意义,初步形成节能低碳、节约资源、保护环境的态度和健康的生活方式,树立人与自然和谐共生的科学自然观和绿色发展理念。

三、教材内容结构

本专题内容包括化学反应中各物质间的定量关系、化学反应的表示及基本类型等内容。教材编写的内容结构如图 6-1 所示。

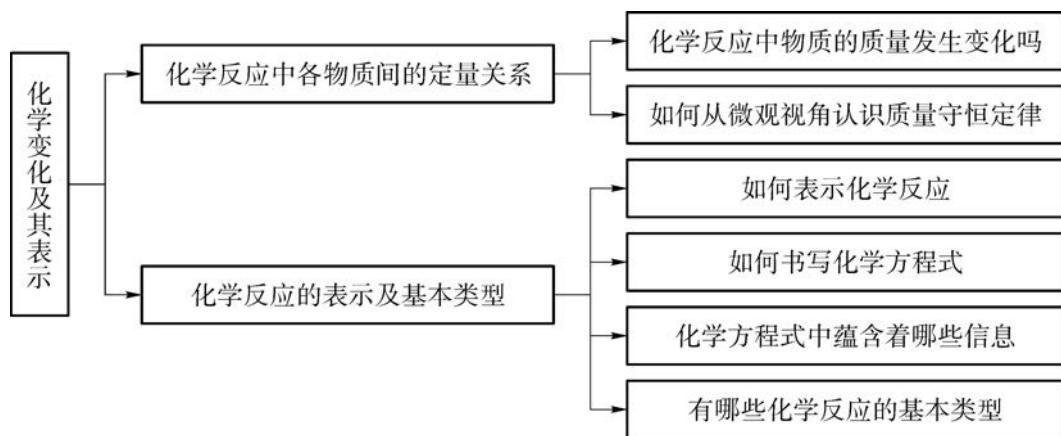


图 6-1 专题 6 的内容结构

本专题的内容编写结构主要呈现“宏观→微观→符号”的基本思路。首先通过实验探究获取证据得出化学反应前后物质间的质量关系,再从微观角度剖析化学变化的特征及质量守恒的本质,并以宏观和微观相结合的视角引导学生认识化学变化及其质量关系,为下一阶段做铺垫。然后,教材通过详细介绍化学方程式的书写,进一步发展学生宏观、微观、符号相结合认识物质变化的科学思维,帮助学生尝试利用表征模型解决生产生活中的实际问题,使学生体会质量守恒定律对资源利用和物质转化的重要意义。

本专题内容素材特别关注实验探究和模型建构。实验探究和模型建构是化学科学研究的基本方法。教材依托两组不同的化学反应的质量关系的探究,引导学生经历科学探究的一般过程,通过实验、归纳、反思等科学方法总结出质量守恒定律。另一方面,教材利用模型分析、演绎质量守恒的微观本质,利用微观粒子质量和数量模型定量分析化学反应,最终以实验探究和模型建构相结合的方式探究化学反应的质量关系及其本质,并运用质量守恒定律解决实际问题。

本专题教学建议与课时建议

一、教学建议

从本专题开始,学生对化学变化的认识将从宏观发展到微观,从生成何种物质(定性)发展到生

成多少物质(定量)。本专题聚焦对质量守恒定律的探究,化学变化的定量关系、表征及应用等内容,主要围绕三个问题展开:一是书写化学方程式和进行化学计算的理论基础是什么?二是如何书写化学方程式并根据化学方程式进行简单计算?三是如何对化学反应进行分类?

在“化学反应中各物质间的定量关系”的教学中,可首先提出“在化学变化中,反应物的质量与生成物的质量之间存在什么关系”的问题,引发学生思考。通过“实验探究”“观察与思考”栏目,引导学生进行假设、设计与实验,以此收集证据,对证据进行分析、推理后论证质量守恒定律。探究过程中,可充分利用教材中两个化学实验的数据差异,制造认知冲突,引导学生进行实验改进,以此感受整体称量是验证质量守恒定律的一种重要方法。在揭示质量守恒定律的微观本质时,可结合专题4中水通电分解的微观示意图,利用模型拼插、多媒体展示等手段将微观过程可视化,帮助学生从微观角度理解质量守恒定律的微观本质,强化模型认知。教学中,还应重视对相关化学发展史的利用,引导学生通过质量守恒定律发现、发展的漫长历程,感受科学家严谨求实的科学态度,激发勇于追求真理的决心。

在“化学反应的表示及基本类型”的教学中,要注意挖掘教材内容中所蕴含的“宏观—微观—符号”多重表征化学反应以及定性、定量相结合的视角认识化学反应的思维方法。可充分利用“书写表达”“观察与思考”栏目,通过用化学语言表达化学反应,引导学生基于客观事实书写物质的化学式,了解化学方程式中相关符号代表的含义,理解化学方程式书写应遵循质量守恒定律。通过“如何书写化学方程式”,可以结合具体的实例,引导学生梳理书写化学方程式的具体步骤。化学方程式的配平对学生而言是一个难点,可以介绍常用的“最小公倍数法”,但不建议对配平方法进行过多介绍。在讨论“化学方程式中蕴含着哪些信息”时,要注意结合质量守恒定律,基于比例定量认识化学反应,梳理出化学反应物质间微观粒子的数目、微观粒子的质量关系以及宏观物质质量的比例关系,最终形成化学方程式计算方法的模型,从而实现从定性到定量、宏观到微观认识化学反应的转化,为根据化学方程式的计算奠定基础。在根据化学方程式进行计算时,应强调计算格式的规范性,计算的格式可以由教师进行演示,也可以让学生阅读教材例题,然后由学生结合计算过程归纳过程中应注意的问题。在进行“化学反应的基本类型”的教学时,可以让学生开展小组讨论,总结归纳化学反应的基本类型,通过实例判断,加深对各类反应的理解,提升分类和概括能力。

在“跨学科实践活动 基于碳中和理念设计低碳行动方案”的教学中,需要紧密结合二氧化碳的制取与性质内容及学生必做实验,引导学生进行项目任务拆解和规划、实验探究和模型建构、展示交流和总结反思等活动。在实施的过程中,教师要给学生提供对低碳行动方案不断改进完善、展示交流的机会。低碳行动方案的改进过程与学生的认识发展相辅相成,教师要关注学生从个人经验到理性分析,再到系统认识、行为改进的发展进阶,有针对性地给予引导和评价。

二、课时建议

课题1 化学反应中各物质间的定量关系	2课时
课题2 化学反应的表示及基本类型	4课时
跨学科实践活动 基于碳中和理念设计低碳行动方案	4课时

课题 1 化学反应中各物质间的定量关系



教学目标

- 通过探究硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液及稀盐酸与大理石的反应,收集并分析数据,从而获取直接证据来验证质量守恒定律,认识化学反应中的各物质间存在定量关系。
- 能用质量守恒定律解释常见的化学反应的质量关系,初步尝试从定量的角度认识化学反应。
- 理解质量守恒定律的微观本质,能从元素、原子的角度解释质量守恒定律,从宏观、微观相结合的视角说明物质变化的现象和本质。



教材解析

一、教材设计思路

在之前的学习中,学生知道可以从物质变化、反应现象、反应条件、能量变化等角度认识、探究化学变化,而这一课题引导学生从“量”的角度认识化学变化。本课题中引导学生通过实验的方法探究化学变化过程中的质量关系,并从微观的角度分析质量守恒的微观本质。本课题的内容结构如图 6-2 所示。

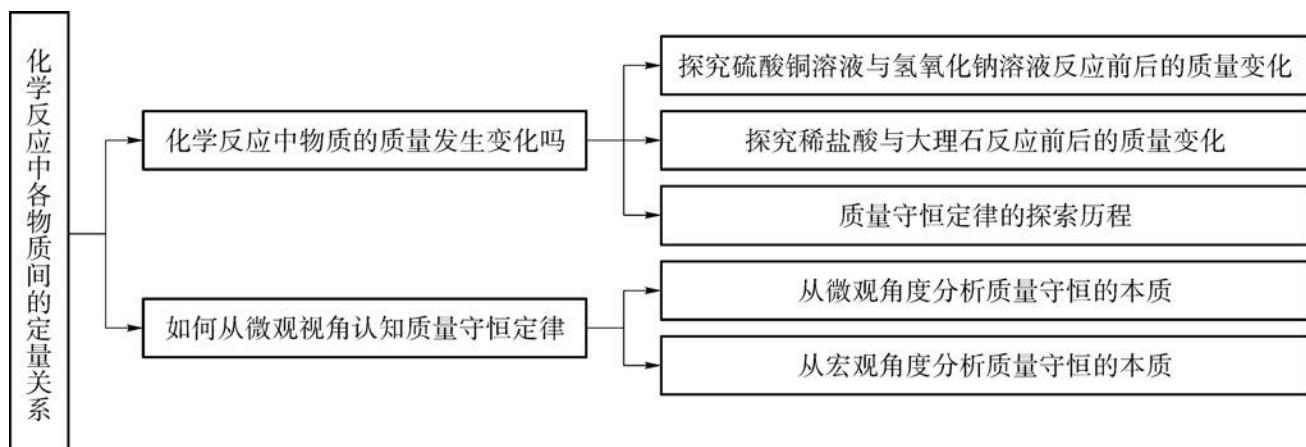


图 6-2 课题 1 的内容结构

在第一部分“化学反应中物质的质量发生变化吗”中,教材选用了硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液的反应、稀盐酸与大理石的反应两个极具代表性的化学反应,引导学生选择合适的反应体系探究化学反应的质量关系。在探究硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应前后质量变化时,教材通过一定的步骤提示,引导学生学会设计完整的实验过程,进一步掌握观察现象、收集证据等实验方法。在探究稀盐酸与大理石反应前后质量变化时,教材引导学生先动手获取实验证据,而获取的证据与前一实验的结

果产生矛盾,从而引起学生思考,并通过实验改进最终获得正确的结论,得到应选择密闭装置来探究质量变化的规律的结论。“拓展阅读·科学发展史”栏目介绍了质量守恒定律的探索历史,引导学生进一步体会在探究质量变化规律时需要选用密闭容器的思想,感受实验工具和科学技术的发展对质量守恒定律探究的重要作用。

在第二部分“如何从微观视角认识质量守恒定律”中,教材引导学生从微观角度分析化学变化的本质,认识质量守恒的原因。在第一部分中,通过两组不同的实验获取了证明质量守恒的证据,在这一部分中教材着重引导学生站在微观视角,用分子、原子的观点剖析宏观现象背后的原因。教材通过“观察与思考”栏目引导学生回顾水通电后的微观过程,分析该反应的微观本质,并分析反应前后氢原子和氧原子的数量关系,继而通过演绎、推导,总结出质量守恒的微观本质,发展从微观角度分析宏观现象的科学思维。

二、教材分析

课题1 化学反应中各物质间的定量关系

学习聚焦

- 通过实验探究和数据分析，归纳质量守恒定律。
- 能用质量守恒定律解释常见的化学反应中的质量关系，初步尝试从定量的角度认识化学反应。
- 能从元素、原子的角度解释质量守恒定律，形成宏观现象与微观本质联系的认识思路。

通过设问，启发学生从宏观和微观角度分别思考物质发生化学变化前后的质量和原子种类是否变化。

化学反应中物质的质量发生变化吗

随着化学反应的发生，反应物被消耗，反应物的质量减少；同时，产生其他物质，生成物的质量增加。那么，参加化学反应的各物质的质量总和与生成的各物质的质量总和会有怎样的关系呢？

让我们从硫酸铜与氢氧化钠的反应开始研究吧！

实验探究

探究硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应前后的质量变化

硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应生成氢氧化铜和硫酸钠，其中氢氧化铜是一种蓝色难溶于水的物质。

硫酸铜 + 氢氧化钠 → 氢氧化铜 + 硫酸钠

$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

151



- 教学中可先在试管中进行硫酸铜与氢氧化钠溶液的反应，请学生描述该化学反应。学生可能会从反应现象、反应条件、物质变化或能量变化角度进行描述。除以上角度外还可从量的角度引导学生探究化学反应。
- 教师可提供硫酸钠的状态、溶解性等资料或展示硫酸钠固体、硫酸钠溶液，帮助学生明白反应后硫酸钠完全溶解于水中，并没有离开烧杯，继而认识到反应前后没有物质进入或离开烧杯，所有物质均被称量了，从而得出质量守恒的结论。

课题1 化学反应中各物质间的定量关系

请你完善实验方案设计并进行实验，探究反应前后的质量变化。

- (1) 向两个烧杯中分别倒入5 mL 2% 硫酸铜溶液和5 mL 10% 氢氧化钠溶液，一起放置在电子天平上进行称量(图6.1)，记录称得的数据。



▲图6.1 硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应前质量的称量

(2) _____
_____。

现象记录：_____。

可设计表格记录数据，如：

时间/s	0	2	4	6	8	10	15	20
质量/g								

实验结论：_____。



- 你的实验数据中分别包含哪些物质的质量？反应前后测得的总质量是否发生了改变？

实验表明，参加反应的硫酸铜和氢氧化钠的质量总和等于生成的氢氧化铜和硫酸钠的质量总和。



观察与思考

稀盐酸与大理石可反应生成二氧化碳，用如图6.2所示实验装置测反应前后的质量变化。

152

“实验探究”：将氢氧化钠溶液倒入硫酸铜溶液中，将两个烧杯一起放置在电子天平上进行称量，观察现象并记录相关数据。

可以利用电子天平进行测量，也可以用数字化实验仪器进行测量，从而更便捷地采集各时间段的数据。

“证据推理”：引导学生对质量的变化进行分析，并通过对质量总和具体包含哪些物质的质量进行一一罗列和分析，从而得出质量守恒的结论。



贴士

1. 学生初次进行质量守恒探究时，为得到质量相等的结果，电子天平的精确度不建议太高，否则极易受到外界因素(如气流)等影响，无法得出正确结论。
2. 硫酸铜与氢氧化钠反应会因反应物用量不同得到的产物不同。若氢氧化钠过多，会产生四羟基合铜酸钠；若硫酸铜过多，会产生碱式硫酸铜与氢氧化铜的复合沉淀。因此，建议按教材提示的浓度和用量进行实验。

“观察与思考”：引导学生分析稀盐酸与大理石反应前后的质量发生变化的原因，并与硫酸铜和氢氧化钠的反应进行对比，分析怎样的反应体系适合探究质量守恒定律。



▲图 6.2 稀盐酸与大理石反应前后质量变化

(1) 通过实验数据，你是否可以推测出，反应物的质量总和不等于生成物的质量总和？说出你的理由。

(2) 若要探究该化学反应前后总质量的变化，你会如何改进或设计实验装置？

稀盐酸与大理石的反应是有气体生成的反应，应选择密闭装置来探究其质量变化的规律。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。

自 18 世纪以来，许多化学家用天平精确研究了化学反应过程中的质量关系后，才一致认为质量守恒是精确的科学定律。

“拓展阅读·科学发展史”：梳理科学家对质量守恒定律的探索历史有助于学生对质量守恒定律的内容的深度理解，体会合适的化学反应体系和不断发展的科学技术对化学理论的促进作用，又能让学生感受到科学家严谨求实、批判质疑的科学态度，增进对科学本质的理解。

拓展
阅读

跨学科视野

化学广角镜

科学发展史

质量守恒定律的探索历程

科学家对于化学反应中物质质量变化的研究，经历了漫长、曲折的探究过程。

1673 年，英国化学家波义耳 (R. Boyle) 将金属汞放在密闭容器中煅烧，然后打开容器盖称量，发现固体物质的质量增加了。

1756 年，俄国科学家罗蒙诺索夫 (M. Lomonosov) 通过在密闭容器中煅烧金属的实验，多次提出：某一物质减少了多少，另一物质就会被补充上多少。

153

贴士

1. 基于质量守恒定律分析解释自然界、实验室、生活和生产中真实的变化现象，例如，为什么木炭、蜡烛燃烧后质量变小了？
2. 通过探究稀盐酸与大理石的反应，可证明有气体生成的反应也符合质量守恒定律。还可以补充铜片在空气中灼烧后的固体质量变化，探究有气体参与的化学反应的质量变化，同时发展学生科学探究与实验设计能力。
3. 在“拓展阅读·科学发展史”部分可以提供拉瓦锡、罗蒙诺索夫的探究实验装置图及步骤，引导学生进一步讨论，拉瓦锡与罗蒙诺索夫能够得出正确结论的原因、他们设计的装置有什么共同点、罗蒙诺索夫采用什么方法来调节因气体的变化而产生的气压变化等问题，促使学生对化学变化有更深的理解。

1774年，拉瓦锡将“精确的定量概念”引入实验。他把金属铜放在曲颈甑中，封闭瓶口，称量密封金属后的曲颈甑；加热，冷却后称量密封的曲颈甑，发现总质量没有变化。经过多次实验，反复验证，最终他得出结论：化学反应前后，物质的总质量不会发生变化。

1912年，随着工具和技术发展，英国化学家曼莱（Manley）做了精度极高的实验，反应前后质量变化小于一千万分之一。

可见，观察和实验在认识与研究物质世界过程中具有重要的科学价值。科学家通过假设、定性及高精度定量实验的研究，最终使得质量守恒定律获得了科学界的公认。

如何从微观视角认识质量守恒定律

为什么在发生化学反应前后，各物质的质量总和相等呢？下面，我们从物质微观粒子构成的角度来分析发生化学反应前后物质质量的变化情况。



观察与思考

根据图4.16（第105页），分析水分子分解前后，分子种类、原子种类和原子数目的变化情况。

在化学反应发生前，水分子由氢原子和氧原子构成。水电解的过程，就是水分子中的氢原子和氧原子重新组合形成氢分子和氧分子的过程。在化学反应前后，氢原子和氧原子没有发生变化，其数目也没有变化，所以电解水的质量与生成的氢气和氧气的质量总和是相等的。

所有的化学反应都是各反应物中的原子经过重新组合形成新物质的过程。在化学反应发生前后，原子的种类不变，各种原子的数目没有增加或减少，原子质量没有变化。可见在化学反应过程中元素的种类不变，同时元素的质量也没有变化。因此，化学反应遵循质量守恒定律。

154

基于微观角度阐释化学变化及质量守恒定律的本质，有助于学生建立宏观质量与微观粒子数量守恒的关系，理解后续化学方程式的计算，促进微粒观、变化观的形成，发展从宏观和微观相结合的视角认识世界的科学思维。



贴士

- 借助模型，引导学生先回顾电解水的微观过程，用水分子、氢分子、氧分子的模型模拟“分解”过程，并“称量”反应前后微观粒子的总质量。再让学生分析氢气燃烧过程中微观粒子的变化及质量的关系。
- 本课题的教学应重视模型建构和模型应用。一方面，基于变量及变量关系建构质量守恒定律的规律模型；另一方面，基于元素、原子和分子的微观模型分析化学变化的本质，阐述质量守恒定律的微观实质。

课题 2 化学反应的表示及基本类型



教学目标

- 结合具体的实例,从宏观与微观、定性与定量相结合的视角分析化学方程式,理解化学方程式的含义,进一步认识化学语言是化学科学独特的交流工具和符号体系。
- 结合化学方程式的书写原则,学会用化学方程式表征物质的变化。
- 能利用质量关系、比例关系认识化学变化,学会根据化学方程式进行简单计算以解决生产生活中的简单问题,认识定量研究对化学科学发展的作用。
- 能从反应类型的视角认识化学反应,学会辨别常见的化合反应、分解反应、置换反应和复分解反应,进一步形成分类观。



教材解析

一、教材设计思路

化学方程式是在元素符号、化学式等知识基础上的拓展和延伸,与元素符号和化学式共同构成了重要的化学用语体系。本课题在学生已经完成了质量守恒定律这一核心概念的学习、知道化学反应中反应物与生成物之间存在质量总和关系的基础上,帮助学生依据实验事实用符号表征化学变化,形成化学反应中物质之间存在比例关系的定量认识,并利用这种比例关系进行简单计算。同时,基于化学反应的特点,对化学反应进行分类。本课题的内容结构如图 6-3 所示。

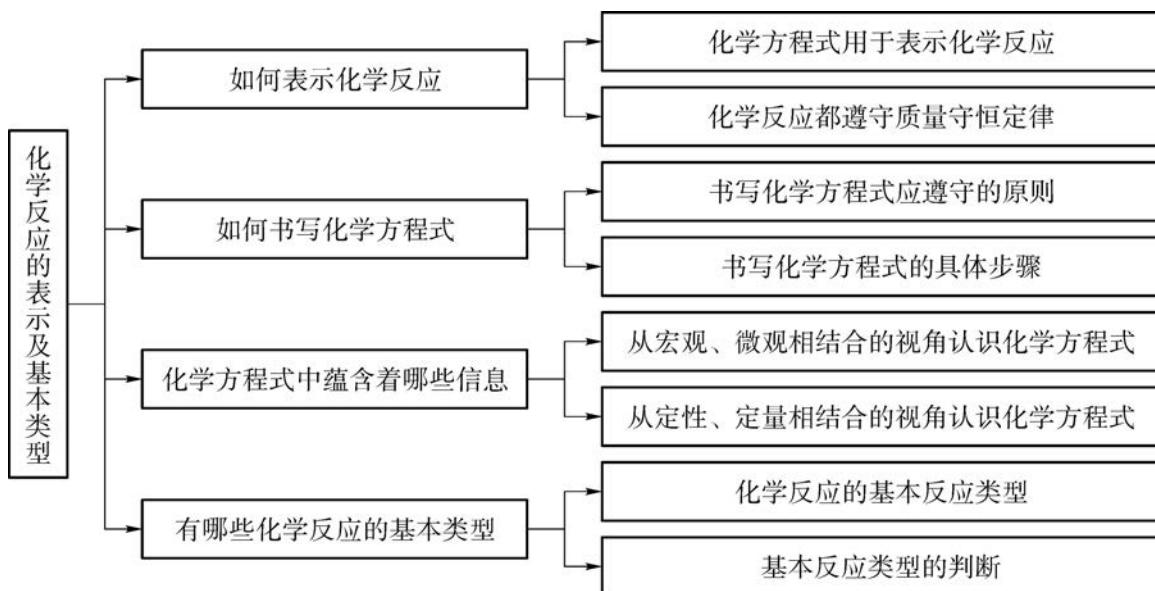


图 6-3 课题 2 的内容结构

在第一部分“如何表示化学反应”中,教材从学生已有的基础出发,通过元素符号和化学式两种化学语言引出化学方程式,明确可以用化学方程式表示化学反应。“书写表达”栏目通过用化学语言表示“氢气在氧气中燃烧生成水”这一化学反应,让学生尝试由文字表达式表征化学反应过渡到用化学方程式表征化学反应,引导学生深入理解化学反应的本质和规律。通过“观察与思考”栏目,引导学生充分运用图示信息,将反应的微观过程与质量守恒定律的本质进行联系,引导学生理解化学方程式中化学式前面标明化学计量数的原因,使学生认识到化学计量数不仅体现了参与反应的各物质之间的微观粒子数量关系,更反映了化学反应前后物质的质量守恒关系,为化学方程式的配平奠定基础。

在第二部分“如何书写化学方程式”中,教材首先设计“讨论与交流”栏目,引导学生对三个化学方程式进行分析,归纳出化学方程式中包含的要素及书写原则。同时,这三个化学反应与第一部分中氢气在氧气中燃烧生成水的化学反应分别属于不同的化学反应的基本类型,为第三部分的化学反应的基本类型的学习做好铺垫。接着,教材以实验室中加热氯酸钾和二氧化锰制取氧气为例,详细介绍化学方程式的书写步骤,使学生有规可循。“书写表达”栏目中的三个反应,是对此前教材中出现的一些化学反应的回顾,旨在引导学生在书写化学方程式的过程中发现问题并纠错,尽可能在以后的书写中规避常见的错误。

在第三部分“化学方程式中蕴含哪些信息”中,教材从“氢气在氧气中燃烧生成水”这一简单的反应入手进行分析,分别从宏观和微观、定性和定量相结合的视角归纳出化学方程式可以表示的信息,让学生了解化学方程式所蕴含的物质之间的质量和微观粒子数目的比例关系,为后续根据化学方程式进行简单计算提供了思路。同时,引入与生活、生产相关的问题,如原料用量、产品产量等,使学生明白化学计算在实际问题中的价值。

在第四部分“有哪些化学反应的基本类型”中,教材在学生已经掌握化合反应和分解反应的基础上,帮助学生梳理这两类反应的不同特点,归纳出它们以反应物和生成物种类数目作为分类标准,为置换反应和复分解反应的辨别提供了思路,帮助学生建立分类观。“讨论与交流”栏目帮助学生巩固化学方程式书写和对反应分类的同时,回顾梳理之前所学的一些化学反应,起到温故知新的作用。

二、教材分析

学习聚焦

通过分析具体化学反应，理解化学方程式的含义及书写规则。

会利用化学方程式中物质的质量关系、比例关系进行简单计算，认识定量研究对化学科学发展的重要意义。

对化学反应进行分类，辨析置换反应、复分解反应，建立“反应类型”的认识视角。

通过化学反应可以认识物质的性质，实现物质的检验、分离、制备及不同物质间的转化。那么，怎样使用化学语言来表示化学反应呢？

如何表示化学反应

我们用元素符号表示某种元素，用化学式表示物质的组成。同样，我们也可以用化学方程式来表示化学反应。

书写表达

请尝试用化学语言表示化学反应：氢气在氧气中燃烧生成水。

我们可以用包含化学式的式子来表示化学反应，这种式子叫做化学方程式。下面这个化学方程式可以读作氢气与氧气在点燃的条件下反应生成水，或在点燃的条件下，每两个氢分子与一个氧分子反应生成两个水分子。

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

化学反应都遵守质量守恒定律，化学方程式不仅表明反应物、生成物和反应条件，还表明参加化学反应的原子和分子的数量关系，化学反应前后原子种类不变，原子数目也保持不变。

157



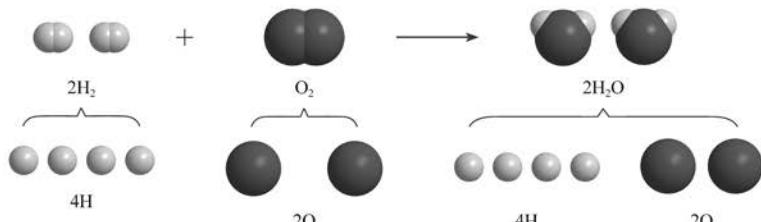
1. 在用化学语言表示化学反应时，化学式书写错误是导致化学方程式书写错误的一个主要原因，在教学中应关注学生化学式书写的准确性，重视化学式的书写，及时发现并纠正化学式书写的错误。
2. 在进行“化学方程式的读法”的教学前，可以先引导学生对“ 2H_2 ”“ O_2 ”“ $2\text{H}_2\text{O}$ ”等化学符号的含义进行回顾，有助于学生更好地从微观角度理解化学方程式的含义。

课题2 化学反应的表示及基本类型



观察与思考

结合图6.4,思考该化学反应的化学方程式中氢气和水的化学式前面为什么都要标明数字“2”(化学计量数)。



▲图6.4 氢气与氧气反应生成水的微观示意图

质量守恒定律是书写化学方程式的依据。该化学方程式中,氢气和水前面标注数字“2”后,反应物与生成物中所含氢原子、氧原子的数目均相等,因此该化学方程式符合质量守恒定律。

如何书写化学方程式



讨论与交流

木炭在氧气中燃烧生成二氧化碳。



高锰酸钾受热分解生成锰酸钾、二氧化锰和氧气。



硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应生成硫酸钠和氢氧化铜沉淀。



比较上述化学反应的化学方程式,简述如何书写化学方程式。

158



贴士

1. 在“‘观察与思考’栏目”的教学中,可以重点引导学生对氢分子、氧分子和水分子模型进行拆分后计数,从微观粒子的视角体会氢气与氧气反应生成水的化学反应遵守质量守恒定律。
2. 在“‘讨论与交流’栏目”的教学中,可以让学生先自行尝试书写这三个化学反应的化学方程式,通过与教材中的化学方程式进行对照,分析讨论自己书写中存在的问题,归纳得出如何书写化学方程式。

“以客观事实为依据”主要是指不能随意臆造事实上不存在的物质和化学反应，不能任意编造物质的化学式等。“要符合质量守恒定律”是书写化学方程式的依据，化学方程式中各化学式前面的化学计量数不能任意拼凑，要能准确反映各物质发生反应前后的定量关系，体现反应物与生成物中各原子的种类与数目相等。

之所以将氯酸钾和二氧化锰加热制取氧气的化学反应作为范例，主要是因为这个化学反应的化学方程式在书写上(如条件、配平、状态标注等)具有很强的典型性，并非要对实验室制取氧气的方法进行额外补充。

化学方程式书写的具体步骤，可以简单归纳为：第一步——写；第二步——配；第三步——标。

化学方程式中的“ — ”除了表示“生成”的意思，还反映了化学反应遵循质量守恒定律。

书写化学方程式时应遵守两条原则：一是以客观事实为依据，二是要符合质量守恒定律。化学方程式等号两边的原子种类和数目都相等，这个化学方程式我们称配平了。

以实验室中加热氯酸钾和二氧化锰制取氧气为例，梳理书写化学方程式的具体步骤。

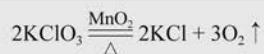
第一步：根据反应事实，在式子的左、右两边分别写反应物和生成物的化学式，中间用短线连接。



第二步：配平化学方程式，并检查式子左右两边各元素原子的种类和数目，把短线改为等号。



第三步：标明化学反应所需要的条件和部分生成物的状态符号。



在化学方程式中，通常用“ Δ ”表示反应需要加热；若反应物中无气体，而生成物中有气体，则气体生成物用“ \uparrow ”标明；对于在溶液中进行的化学反应，若反应物中无难溶物质，而生成物中有沉淀，则沉淀生成物用“ \downarrow ”标明。

书写表达

写出下列反应的化学方程式：

- (1) 红磷在氧气中燃烧。
- (2) 二氧化碳通入澄清石灰水后，澄清石灰水变浑浊。
- (3) 大理石上滴加盐酸后产生气泡。

159



1. 要注意引导学生在理解质量守恒定律的基础上规范书写化学方程式。
2. 在“配平化学方程式”的教学中，可以对相关方法进行适当介绍，如最小公倍数法，但不建议过多讲解其他配平技巧。
3. “点燃”会引发燃烧等剧烈的化学反应，一旦点燃，反应通常可以自发地进行下去，不需要持续提供能量；“加热”通常适用于一些在一定温度范围内才能发生的反应，如果停止加热，反应可能会逐渐减缓甚至停止。学生在书写相关化学方程式时，容易将点燃和加热(Δ)这两个反应条件混淆，在教学中要注意引导学生加以区别。

化学方程式中蕴含着哪些信息

化学方程式不仅表明反应物、生成物各是哪些物质，而且还表明了它们之间的质量关系。例如，氢气与氧气在点燃的条件下发生反应生成水，参加反应的物质的微观粒子数目比确定，结合元素的相对原子质量，反应中各物质的质量关系就确定了。



微观粒子数目比 2 : 1 : 2

微观粒子质量比 $2 \times 2 : 1 \times 32 : 2 \times (1 \times 2 + 16)$

物质质量比 4 : 32 : 36

该化学方程式可表示如下信息：

- (1) 氢气在氧气中燃烧能生成水。
- (2) 每 2 个氢分子与 1 个氧分子反应生成 2 个水分子，氢分子、氧分子和水分子的分子数比为 2 : 1 : 2。
- (3) 参加反应的氢气、氧气和生成的水的质量比为 4 : 32 : 36。

由于人们观察到的反应现象绝非几个原子或分子间反应的结果，而是大量微观粒子聚集所显示的宏观现象，所以化学方程式中各物质化学式前的化学计量数，不应简单看作分子或原子的个数。因此，化学方程式可表示的第(2)条信息中，“每”字强调了在反应过程中，氢分子、氧分子和水分子数量的比例关系为 2 : 1 : 2，而非只是“2 个氢分子与 1 个氧分子反应生成了 2 个水分子”。

讨论与交流

请以硫在氧气中燃烧的化学方程式 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ 为例，从反应物和生成物及反应条件、微观粒子数目以及物质的质量关系等方面进行分析，你能获得哪些信息？

通过化学方程式中各物质的质量关系，我们可以进行化学反应中的相关定量计算。例如，用一定量的原料最多可以生产出多少产品？制备一定量的产品最少需要多少原料？等等。通过计算，可以帮助人们在实际生产中调控不同物

160

由于化学反应中的各物质间存在固定的质量比，可以根据化学方程式所提供的信息，通过参与反应或生成的一种物质的质量推算其他物质的质量，从而更合理、高效地开发和利用资源。

贴士

要注意引导学生在理解的基础上掌握化学方程式，多角度解读化学方程式蕴含的信息，明确反应中各物质之间存在质量比关系，为后续根据化学方程式进行简单计算奠定基础。

质的质量，从而达到节约成本、减少污染及保护环境等目的。

有哪些化学反应的基本类型

分类是研究物质变化的常用方法，能使我们更好地认识化学反应并利用化学反应实现物质之间的转化。化学反应的分类标准很多，在前面专题中，我们根据反应物和生成物的种类数目可以将化学反应区分为化合反应和分解反应，除此之外，化学反应还有哪些基本类型？

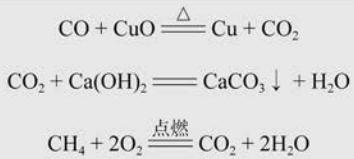
碳在氧气中燃烧可以生成二氧化碳，属于化合反应；碳酸钙在高温条件下分解生成氧化钙和二氧化碳，属于分解反应。除此之外，氧化铜与木炭在高温条件下反应生成铜和二氧化碳，该反应是由一种单质和一种化合物作用生成另一种单质和另一种化合物的反应，这类反应称为置换反应；而碳酸钙与盐酸反应生成氯化钙和碳酸（碳酸会进一步分解成水和二氧化碳），该反应是由两种化合物相互交换成分生成另外两种化合物的反应，这类反应称为复分解反应。置换反应和复分解反应也属于化学反应的基本类型。



讨论与交流

二氧化碳在大气中的含量相对稳定，是因为自然界中有些变化会产生二氧化碳，而有些变化则会吸收二氧化碳。请尽可能多地写出能生成二氧化碳或吸收二氧化碳的化学方程式，并判断其反应类型。

事实上，化学反应多种多样，四种基本反应类型不能概括所有的化学反应，还存在其他化学反应的分类。例如，一氧化碳与氧化铜的反应、二氧化碳与氢氧化钙的反应、甲烷燃烧的反应等就不属于基本反应类型。



161



1. 在“化学反应基本类型”的教学中，可以充分利用教材中列举的化学反应，引导学生对化学反应进行梳理。在正确书写化学方程式的基础上，指导学生进行对比、归类，重点从反应物种类和数目的不同突出这些反应的特点，帮助学生加深对这一化学反应分类视角的理解。
2. 可以结合具体实例，介绍化学反应的基本类型在工业生产、环境保护、日常生活等方面的应用，让学生进一步理解学习化学反应基本类型的价值。

跨学科视野

化学广角镜

科学发展史

拓展阅读

化学反应的不同分类

以某些反应中物质是否“失去氧或得到氧”，可判断其是否属于还原反应和氧化反应。例如，氢气与氧化铜反应，生成铜和水。在这个反应里，氧化铜失去氧而变成单质铜，这种含氧化合物里的氧被夺去的反应，属于还原反应；氢气得到氧而变成水的反应，属于氧化反应。石灰石与稀盐酸反应制取二氧化碳的反应就不属于这类反应。

若从化学反应过程中能量变化的视角来看，则可分为放热反应和吸热反应。除了化学反应的基本类型，我们可从不同的分类视角来认识化学反应，分类的标准不同，分类的结果就不同。

“拓展阅读·化学广角镜”：除了从“反应类型”的视角外，还可以从氧的得失、能量的变化等不同视角对化学变化进行分类，帮助学生拓宽视野，多角度分析化学反应。



学习指南

归纳小结

- ④ 化学方程式 $C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$ 的读法是 _____；
参加反应的碳和氧气质量比是 _____。
- ④ 书写化学方程式的步骤：写、配和标。
“写”的内容是 _____。
“配”的目的是 _____。
“标”的要求是 _____。
- ④ 根据化学方程式中的定量关系，可以进行原料用量或产物产量的计算。
- ④ 化学反应的基本类型包括 _____。

162



贴士

“拓展阅读·化学广角镜”栏目中对氧化反应和还原反应、放热反应和吸热反应的介绍，只是为了引导学生理解可以从不同的分类视角认识化学变化。对于此部分内容，尤其是“氧化还原反应”，不建议作过多拓展。

基于碳中和理念设计低碳行动方案



教学目标

1. 通过查阅资料,理解碳中和、低碳行动的意义,认识化学促进社会可持续发展的重要价值。
2. 通过探讨碳循环及以二氧化碳为核心的物质转化过程,认识物质及其转化的规律;通过分析环境、气候变化与碳循环关系,综合地理、生物学等学科视角,发展守恒观和系统观;通过碳中和理念指导下的二氧化碳排放与吸收的定量计算,发展定性与定量相结合的研究视角。
3. 能综合运用化学、物理、生物学、道德与法治及技术工程等学科知识,设计“低碳行动方案”并制作二氧化碳储存或转化简易模拟装置,构建解决问题的认识模型,发展多学科知识融合解决实际问题的能力。
4. 通过小组合作设计宣传海报、视频、手抄报等多种形式的成果并进行汇报、展示与宣讲,形成分工协作、沟通交流的能力,强化社会责任、国家认同和国际理解。



教材解析

一、教材设计思路

本跨学科实践活动属于行动改进类实践活动,综合体现了“物质的性质与应用”和“物质的化学变化”学习主题的大概念及核心知识,关联了学生必做实验“二氧化碳的实验室制取与性质”,涉及“化学与社会·跨学科实践”学习主题中“化学与能源”“化学与环境”的相关内容,促进学生发展元素观、变化观等化学观念,进一步构建“可持续发展”“系统与模型”等跨学科大概念。本跨学科实践活动的内容结构如图 6-4 所示。

本跨学科实践活动是针对二氧化碳过量排放导致气候变暖等环境问题所引发的社会性科学议题而设计的。在开展本跨学科实践活动之前,学生已经对二氧化碳的性质与用途有了一定的了解,初步形成了物质转化的观念,初步学会从定性和定量相结合的视角研究物质的组成及变化,并完成了学生必做实验“二氧化碳的实验室制取与性质”。本跨学科实践活动基于学生已有的知识和实验技能,要求学生有意识地利用化学核心知识,自主调用物理、生物学、地理、道德与法治等多学科的相关知识,应用技术与工程方法,以小组合作的形式研制低碳行动方案,展示低碳行动方案及研制过程,并践行低碳行动。

活动 1 是调查二氧化碳的“来龙去脉”。该活动中,学生首先要复盘与“二氧化碳的性质与用途”相关的内容,依据物质的转化、碳元素守恒、碳中和的思路,梳理不同环境中二氧化碳的产生和转化

的途径。其次,通过查阅资料,了解我国煤炭等化石燃料的使用现状,从可持续发展角度理解碳中和、低碳行动的意义,形成对低碳的价值认同。将查阅的资料与所学的空气、二氧化碳和化学与环境等核心知识联系,明确需要解决的问题。

活动2是探寻低碳行动方案。该活动中,学生通过查阅资料,了解碳捕集、利用与封存技术的现状。结合活动1中梳理的二氧化碳产生和转化的途径,从二氧化碳的产生和消耗角度提出降低空气中二氧化碳含量的措施,基于个人、国家、国际层面进行设计,初步形成设计低碳行动方案的思路。通过小组商议,共同确定二氧化碳储存或转化简易装置的设计构想,在整体设计的基础上完成装置的制作,在多次实验的基础上对装置进行优化,培养学生的科学探究与实践能力,学会调用多学科知识解决真实的问题。

在“交流与反思”环节中,学生以小组为单位,通过对低碳行动方案及研制过程进行汇报与展示、分析与评价,发现本组产品的优点与不足,进一步提出改进方案和深入研究的方向。同时,付诸行动,宣传并践行低碳行动方案,强化社会责任。

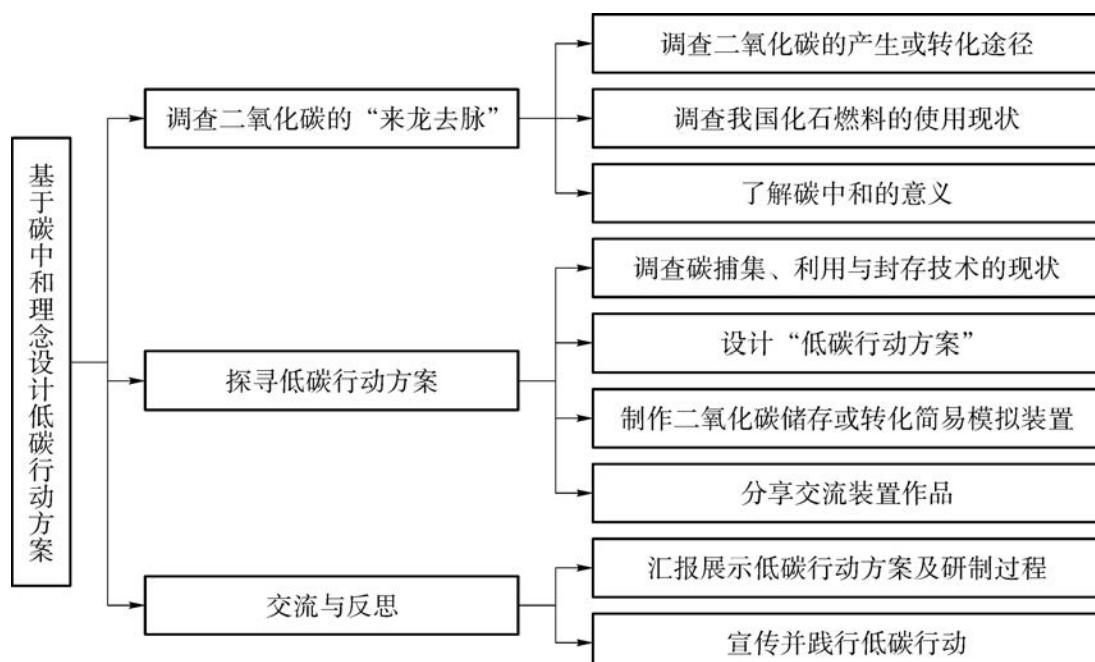


图 6-4 跨学科实践活动的内容结构

在完成本跨学科实践活动的过程中,学生通过资料查询,有效提升信息收集、甄别和整合的能力。通过运用技术与工程方法设计、制作并优化相关作品,进一步认识开展化学实验探究的一般思路。在探究的过程中,发展科学、技术、工程融合解决实际问题的能力,形成国际化视野和构建人类命运共同体的意识,强化社会责任、国家认同和国际理解,体现了核心素养的要求,彰显了化学课程的育人价值。

二、教材分析

跨学科实践活动

基于碳中和理念设计低碳行动方案

从大气中二氧化碳含量升高对全球气候变化造成重要影响引入,引发学生对环境问题的思考,有利于学生主动地参与“低碳行动方案的设计”中,为应对全球气候变化贡献自己的力量。

基于元素守恒和质量守恒的化学观念,以及二氧化碳的性质与用途,梳理二氧化碳的产生或转化途径,既是对已有知识的总结归纳,也为学生理解碳中和的意义做好铺垫。

碳中和,一般是指国家、企业、产品、活动或个人在一定时间内直接或间接产生的二氧化碳或温室气体排放总量,通过植树造林、工业固碳等活动,抵消自身产生的二氧化碳或温室气体排放量,实现正负抵消,达到净零排放。

人类已知的含碳物质有上亿种,不同含碳物质可以进行转化。碳循环是碳元素在地球岩石圈、水圈、大气圈、生物圈以及人类活动圈之间的分布、迁移和化合形态转化的地球化学过程。碳循环是对地球生命和人类生存有重要意义的循环作用。二氧化碳是碳参与物质循环的重要载体,目前大气中二氧化碳含量的升高对全球气候变化造成重要影响。为维持大气中二氧化碳含量的稳定,我们应从自身做起,落实低碳行动,拯救地球家园。

在本活动中,你将通过调查实践、设计实验等过程,了解碳中和理念,理解低碳行动的意义,制订低碳行动方案。因此,你和同伴可以合作完成如下任务:

- 活动 1 调查二氧化碳的“来龙去脉”
- 活动 2 探寻低碳行动方案
- 交流与反思

在每项任务中,你和同伴都需要先设计一个详细的活动方案,做好分工;活动中,应注意活动过程和实验相关数据的记录。

活动 1

调查二氧化碳的“来龙去脉”

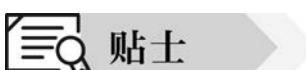
要求及建议

- ① 基于元素守恒和质量守恒的化学观念,以及二氧化碳的性质与用途,梳理二氧化碳的产生或转化途径。
- ② 查阅资料,了解我国煤炭等化石燃料的使用现状,了解碳中和的意义。
- ③ 与小组同伴分享交流调查结果。

提示

参照图 3.16 (第 69 页) 中的信息,寻找二氧化碳的产生或消耗行为。

165



1. 在开展本跨学科实践活动前,教师要注意引导学生形成解决问题的思路并进行任务规划和任务分工,使小组成员明确自己的职责,并制定活动方案,设计相关的表单记录任务推进的过程。
2. 学生在查阅资料时,教师要提醒学生注意从权威、可靠的网站检索资料,并注明资料的出处,确保资料的真实性和可靠性。同时,教师可以指导学生设计评价表,通过学生自评、互评,评价学生信息收集、甄别及整合的能力。

通过对不同环境中的碳元素转化的过程或行为的调查和梳理,培养学生对信息进行收集、甄别、整合的能力。同时,通过本活动,调用结构化的化学知识,引导学生深入认识二氧化碳的“来龙去脉”,有助于学生从二氧化碳的排放量和二氧化碳吸收量之间的关系入手,归纳出实现碳中和的一般思路。

在制定“低碳行动方案”时,在个人层面,可以从生活方式的转变入手,例如绿色出行、节约能源、减少浪费和绿色消费等;在国家层面,可以从政策的制定与实施、产业结构的调整和科技创新支持等方面入手;在国际层面,可以从加强国际合作、提供资金支持和建立国际机制等方面入手。

基于学生已有的基础和能力水平,调用多学科知识进行二氧化碳储存或转化的简易模拟装置的制作。产品制作需要进行多轮次的效果测试与产品优化,以增强其在真实场景中应用的可行性。

活动记录

调查和梳理活动单

二氧化碳的“来龙去脉”	环境	碳元素转化的过程或行为
二氧化碳的生成	自然界	
	工厂	
	家庭	
二氧化碳的储存与转化		

活动 2

探寻低碳行动方案

要求及建议

- ①查阅资料,了解碳捕集、利用与封存技术现状。
- ②从个人、国家、国际不同层面系统设计“低碳行动方案”。
- ③利用常见材料与试剂制作二氧化碳储存或转化简易模拟装置,把装置作品与小组同伴分享交流。

提示

- ①降低大气中二氧化碳含量的措施,一是控制二氧化碳的产生,二是转化大气中的二氧化碳。依据物质转化、碳元素守恒等观念设计低碳行动。
- ②国家对节能减排方面出台了多项法律法规,可以指导完善低碳行动方案。
- ③在设计简易装置时,应充分考虑二氧化碳的相关性质,思考在真实场景中应用的可行性。

166



1. 设计“低碳行动方案”时,在个人层面,可以指导学生参照《全民节能减排手册》对自己的碳中和足迹进行诊断后开展设计;在国家层面,可以引导学生在对国家低碳的政策(如《中华人民共和国环境保护法》)、国家低碳行动的案例等进行分析的基础上,选择一个特定的领域(如能源、交通、农业等),通过调研和讨论,提出具体的政策建议和措施;在国际层面,可以向学生介绍国际气候协议(如《巴黎协定》等),结合国际上一些国家在低碳发展方面成功和失败的案例,引导学生在查阅资料的基础上进行角色扮演(如模拟国际气候谈判、扮演国际组织角色等),提出具体的政策建议和措施。
2. 制作简易装置时,教师可以引导学生按照“原理选择→图纸设计→选材制作→测试优化→产品发布”的流程进行,过程中做好过程性记录。

在以小组为单位进行汇报、展示以及宣传前，需要准备一些资料。例如：进行小组汇报时，准备好演示文稿、视频、宣传海报，汇报时要重点呈现小组合作学习及反思优化的过程。

◎ 交流与反思

要求及建议

- ① 撰写项目实践报告，以小组为单位，汇报、展示低碳行动方案及研制过程。
- ② 走进家庭、社区，宣传并践行低碳行动。

本活动主要基于二氧化碳的产生与转化的调查资料和化学变化的相关理论知识，制订低碳行动方案并进行实践。同学们还可以对二氧化碳在农业生产、药物提取或制取、化学品与能源产品生产等领域的利用方式及其应用前景展开调查研究，为未来的科学的研究和技术开发提出建议。希望同学们养成低碳生活习惯，积极探索碳捕集、利用与封存技术的研发和利用，为我国 2060 年前实现碳中和的目标贡献力量。

167



贴士

1. 以小组为单位汇报、展示时，教师可以引导学生提前设计评价量表，通过对照不同指标进行自评与互评，发现本组行动方案中的优点和不足，增强学生之间、小组之间的互动的同时，发展学生的批判性思维、反思能力和创新意识。
2. 在宣传并践行低碳行动时，教师可以结合课内外实践活动，引导学生采用多种方式的宣传方式，例如，张贴宣传海报、举办环保讲座、参加环保志愿活动、利用社交媒体发布低碳和实践方法等，为推动低碳生活贡献自己的力量。



本专题教学案例

化学反应中物质的质量发生变化吗

教学目标

- 通过滤纸燃烧、铁绒丝燃烧等实验,从宏观角度探究化学反应前后物质的质量关系。
- 借助数字化技术设计实验装置探究大理石与稀盐酸反应前后的质量变化,在不断完善实验装置的过程中,发展初步设计实验方案,解决实际问题的能力。
- 借助数字化实验获取的实验图像与数据,用证据支持假设的方法探究化学反应前后物质的质量关系,初步形成基于实验事实进行证据推理的科学思维。
- 在对质量守恒定律发展史的学习过程中,感悟定量研究对化学科学发展的重要作用,体会科学家进行科学探究的思路和方法,树立严谨求实的科学态度。

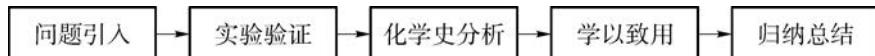
教学重点

通过实验探究质量守恒定律。

教学难点

理解质量守恒定律的含义。

教学流程



教学过程

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【情境引入】化学变化创造了无数新物质,丰富了我们的生活。燃烧是常见的化学变化。通过前面的学习,我们亲身体验了不同物质燃烧时所呈现的美丽现象。接下来我们分别点燃滤纸和铁绒丝,并称量反应前后的质量变化情况。</p> <p>【实验仪器】电子天平、陶土网。</p>	<p>观察滤纸、铁绒丝燃烧前后电子天平示数的变化,初步分析化学反应前后物质的质量关系。</p>	<p>通过滤纸燃烧和铁绒丝燃烧前后质量的一减一增,形成直观的对比,激发学生的思考。</p>
<p>【提出问题】参加反应的各物质的质量总和与生成的各物质的质量总和存在什么关系?</p>	<p>猜想。</p>	<p>开启新的实验探究。</p>
<p>【引导学生进行实验验证】 实验 1: 2% 的硫酸铜溶液与 10% 的氢氧化钠溶液。 实验 2: 大理石与稀盐酸。 问题: 实验 2 中为什么会出现不同的质量变化? 展示两组的装置。 分析: 反应前称量的物质及质量分析(将装置和未反应的物质质量抵消)。</p>	<p>实验 1: 产生蓝色沉淀, 反应前后质量相等。 实验 2: 气泡, 质量变小(或不变)。 分析实验 2 质量有差异原因: 装置是否密封。第一套装置产生的二氧化碳逃逸, 第二套密封装置, 气体被称量。</p>	<p>经历具体的实验情境, 在已有知识的基础上构建新的理解。 通过动手实验和对照实验, 培养观察和分析能力 通过多角度、多形式的实验验证, 加深对质量守恒定律的理解。</p>

教师活动	学生活动	设计意图
<p>将密封装置打开,听到“呲”的气体的声音,再进行称量,发现装置质量减小。</p> <p>【数字化实验】测量密闭装置中大理石与稀盐酸反应过程中质量的变化,并形成曲线图(横坐标-时间,纵坐标-总质量,每秒采集一个数据,测量时间 60 s)。通过观察曲线,你能得到什么结论? 60 个数据的意义一样吗? 你能分析前面两个实验中的反应前后质量关系吗?</p>	<p>实验 1: 参加反应的硫酸铜和氢氧化钠质量之和等于生成的氢氧化铜和硫酸钠质量之和。</p> <p>实验 2: 参加反应的盐酸和碳酸钙质量之和等于生成的氯化钙、水和二氧化碳质量之和。</p>	<p>借助数字化仪器,测量每秒反应过程中的质量变化数据(反应时间多于 60 s),由于每秒反应过程中密闭容器中反应物和生成物的质量都发生了改变,因此前一秒和后一秒所测的数据相等。通过单次实验采集的多组数据,验证化学反应前后物质的质量是守恒的,有助于学生充分感受和深入理解质量守恒定律。</p>
【化学史分析】指导阅读教材第 153~154 页“拓展阅读·科学发展史”栏目。	阅读。	重走科学家的探究之路,引导学生意识到科学发现在曲折中前进,形成严谨求实的科学态度。
【学以致用】取铜丝网 a g,在酒精灯表面加热后变黑后,变为 b g。比较 a 与 b 的大小关系并用质量守恒定律解释。	回答。	通过练习题目,及时检测学生的学习效果,发现学习中的问题并进行纠正。强化学生对质量守恒定律的理解和应用能力。
【课题小结】今天,我们通过实验探究,再次验证了质量守恒定律,并再次经历了科学探究的一般过程。在验证质量守恒定律过程中,我们经历了一些意料之外的实验结果,要注意些什么?	回答: 将参加反应的气体和生成的气体计量在内,如在封闭体系中进行实验验证。	通过总结,帮助学生系统化、结构化地理解所学知识。通过反馈环节,促进师生互动,帮助学生解决学习中的疑问,提高教学效果。
<p>【呼应引入】请同学们再次尝试分析课堂引入中滤纸燃烧和铁绒丝燃烧质量呈现不同变化的原因。让我们通过数字传感器观察木炭在空气燃烧实验过程中,装置内氧气体积分数和二氧化碳体积分数的变化情况。从数据结果来看,空气中的氧气是否完全反应? 装置内的二氧化碳是否全部是燃烧生成的?</p> <p>【实验装置】三颈瓶中分别插有燃烧匙、氧气传感器、二氧化碳传感器。</p> <p>借助实验软件,将反应过程中氧气减小的浓度与二氧化碳增大的浓度相除,结果始终为 1。这说明什么呢? 下节课我们继续分析!</p>	思考并回答。	<p>利用木炭燃烧数字化改进实验的数据,引导学生深入理解质量守恒定律的含义。</p> <p>借助实验软件,将反应过程中氧气减小的浓度与二氧化碳增大的浓度相除,求出比值,并绘制出随时间变化的数据图像,为下节课从微观角度分析质量守恒定律埋下伏笔。</p>

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【课后思考】</p> <p>(1) 能否根据化学反应的本质,分析质量守恒定律的微观原因?</p> <p>(2) 鸡蛋壳与食醋混合会产生大量气泡。请设计实验装置,验证质量守恒定律。</p>	思考。	启发学生深入思考,为化学方程式埋下伏笔。

板书设计

化学反应中物质的质量发生变化吗

质量守恒定律: 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

注意点:

- 不计没有参加反应的物质的质量
- 计入参加反应或生成的气体的质量: 装置密闭

案例提供者: 上海市建平中学西校 李真真

化学反应的表示及基本类型 (单元教学设计)

一、单元设计思路

通过水的组成的学习,学生已经能够用化学式准确表征物质的宏观、微观、符号的意义,初步建立起“宏观—微观—符号”多重表征的化学学科思维。本单元以电解水为核心实验素材,逐步开展教学。教学中,重点引导学生建立“化学变化有新物质生成,其本质是原子的重新组合,且伴随着能量的变化,并遵循一定的规律”的化学观念,发展学生的科学思维。具体而言,便是要求学生学会根据质量守恒定律定量地理解化学变化,促进变化观、守恒观、微粒观等基本观念的形成。基于电解水实验,通过对化学反应的全面认识建构化学方程式,在比较和完善中逐渐发展出更能全面反映化学反应信息的化学方程式。在探究中不断总结归纳出化学方程式的书写原则和方法,继而在化学方程式基础上再次从定性和定量角度全面认识化学反应,进一步揭示化学反应的本质,并基于对化学反应的不同分析,形成从分类的角度认识化学反应的思路。

二、单元学习规划

单元主题：化学反应的表示及基本类型

课时数：4 课时

单元分析	<p>本单元内容承载的学科核心素养包括：化学观念——元素观、微粒观、守恒观与变化观；科学思维——从多重表征的视角探究物质的变化，根据实验事实用文字和符号描述、表示化学变化，基于微观粒子视角解释化学变化及质量守恒定律的微观本质，基于守恒和比例关系推断化学反应；探究实践——基于真实情境，从多角度分析和解决生产生活中有关化学变化的简单问题；科学态度与责任——严谨求实的科学态度、环保的习惯、可持续发展的担当等。</p> <p>本单元是对前面所学的化学语言：元素符号、化学式等知识的延伸和拓展，并与元素符号、化学式构成了八年级化学三个重要的化学用语。化学方程式所蕴含的信息更为丰富，且化学方程式是联系质量守恒定律和化学计算的桥梁。</p>
单元目标	<ol style="list-style-type: none">1. 基于对电解水反应特征的梳理，能有依据地建构表征方式，了解书写化学方程式的原则。2. 基于表征方式的建构和应用，建立起化学反应“宏观—微观—符号”三重表征之间的联系；体会化学方程式的价值。3. 通过分析具体化学反应，理解化学方程式的含义及书写规则。4. 会利用化学方程式中物质的质量关系、比例关系进行简单计算，认识定量研究对化学科学发展的重要意义。5. 对化学反应进行分类，辨析置换反应、复分解反应，建立“反应类型”的认识视角。

三、课时学习规划

第 1 课时 如何表示化学反应

课时目标	1. 通过实验事实认识化学变化、从微观粒子视角解释化学变化的本质，掌握化学反应的基本表征方式。 2. 根据客观事实用文字、符号以及化学方程式表征简单的化学反应。 3. 初步体会“宏观—微观—符号”三重表征在认识和理解化学反应中的重要作用。			
学习规划	活动 1：获取电解水化学变化的信息，分类整理。 【情境】 电解水实验。 【问题】 ① 水通电分解实验中，可以获得哪些信息？ ② 如何将获取电解水化学变化的信息进行分类整理？ 【任务】 分析电解水实验体现的信息，并将所获得的信息进行分类。	活动 2：用不同的表征方式表示水通电分解。 【情境】 电解水实验。 【问题】 ① 哪些方法可以表达出水通电分解的化学反应？ ② 现有的化学反应的表征方式各能体现哪些信息？ 【任务】 运用“文字表达式、符号表达式、微观粒子表达式”等多种方式表示化学反应，并指出不同表达方式所体现的信息。	活动 3：评价不同表征方式。 【情境】 电解水实验。 【问题】 ① 哪种表示方法好，即更充分、更全面地反映化学变化的信息？ ② 微观粒子表达式的缺点是什么？ ③ 符号表达式有哪些不足？ 【任务】 分析各种表达方法的优缺点。	活动 4：表征方式的调整及发展。 【情境】 水电解化学方程式。 【问题】 化学方程式体现了哪些信息？ 【任务】 从定性和定量、微观和宏观相结合的视角分析化学方程式所蕴含的信息。

学习规划	评价要点	①能从宏观和微观，定性和定量相结合的视角分析电解水的信息。 ②能对获取的信息进行正确归类。	①能运用已学的表达方式表示现有化学反应。 ②能将不同的表征方式及其反映的信息对应。	①能客观辩证地说出各种表达方法的优点。 ②能基于定量的角度分析符号表达式的不足。	①通过确定化学计量数，表示守恒关系。 ②使用气体符号和沉淀符号表示生成物状态。
	教学资源	水电解器、化学史。	学案、磁吸。	学案、磁吸。	化学方程式发展史。

第2课时 如何书写化学方程式

课时目标	1. 通过模型拼接或数字软件等手段认识到化学方程式是如何体现客观事实与质量守恒定律的。 2. 利用最小公倍数法、观察法等配平简单的化学方程式。 3. 正确书写简单的化学方程式,形成正确书写化学方程式的一般思路和方法。				
学习规划	学习活动	活动1: 回顾水通电分解的化学方程式。 【情境】 水电解实验。 【问题】 ① 化学方程式要体现哪些定量信息? ② 如何体现这些定量信息? ③ 化学方程式还要体现什么信息? 【任务】 ① 分析化学方程式所体现的定量守恒关系。 ② 为了体现反应前后原子守恒,在化学式前面配上对应的化学计量数,使化学方程式等号两边的原子种类和数目相等。 ③ 要标注生成物的状态。	活动2: 化学方程式配平原则和方法。 【情境】 氧气的性质。 【问题】 ① 已经学过哪些物质可以燃烧? ② 如何写出以上反应的化学方程式? ③ 通过什么方法可以将化学方程式配平? 【任务】 ① 写出木炭、镁带、红磷在空气中燃烧的化学方程式。 ② 会运用最小公倍数法配平化学方程式。	活动3: 梳理化学方程式书写步骤。 【情境】 氧气的制取。 【问题】 ① 实验室中是如何得到氧气的? ② 如何配平实验室制取氧气的化学方程式? ③ 氯酸钾和二氧化锰加热制取氧气化学方程式书写包含哪些步骤? ④ 如何书写过氧化氢制取氧气的化学方程式? 【任务】 ① 梳理化学方程式书写步骤。 ② 根据情境信息,书写并配平反应的化学方程式。	活动4: 化学方程式书写及应用。 【情境】 氧气的制取和性质。 【问题】 ① 根据化学方程式书写中出现的问题,总结书写化学方程式的关键点。 ② 通过比较分析,什么情况下生成气体时不需标出气体符号“↑”? 【任务】 ① 归纳化学方程式书写时要配平,并标出生成物的气体符号“↑”和沉淀符号“↓”。 ② 书写常见反应的化学方程式并总结书写时要注意的问题。
	评价要点	① 能从原子守恒角度分析化学方程式,并知道在化学式前配上对应的化学计量数。 ② 能说出化学方程式要体现生成物的状态。	① 能根据物质成分及反应现象写出对应的化学方程式。 ② 能利用最小公倍数法配平化学方程式。	① 能总结归纳出化学方程式书写步骤。 ② 能配平未知反应的化学方程式。	① 能根据不同的产生气体的化学方程式,总结归纳出气体符号“↑”的标注方法。 ② 能根据化学方程式的书写原则和配平方法,正确书写常见反应的化学方程式。
	教学资源	学案、磁吸、电子投屏。	学案、电子投屏、课堂实时评价软件。	学案、电子投屏、课堂实时评价软件。	学案、电子投屏。

第3课时 化学方程式中蕴含着哪些信息

课时目标		1. 通过具体化学反应分析,从宏观、微观以及定量的视角理解并表达出化学方程式的意义。 2. 通过化学方程式中各物质的定量关系,利用化学方程式中物质的质量关系、比例关系进行简单计算。 3. 通过原子种类、原子数目、元素种类、质量守恒和比例关系推断化学反应蕴含的相关信息。			
学习活动	学习规划	<p>活动1: 氢气与氧气反应信息分析。</p> <p>【情境】神舟飞船升空。</p> <p>【问题】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 不同类型的火箭和飞船会根据具体的使用要求和工程需求选择最合适的燃料。液态氢是神舟飞船的主要燃料,氢气燃烧过程中有什么现象?如何书写反应的化学方程式? ② 该化学方程式所蕴含的信息有哪些? ③ 如何用微观粒子图表示其反应过程? ④ 反应的氢气和氧气的质量之间存在什么关系? <p>【任务】写出利用氢气作为燃料时发生的化学反应,解读化学方程式蕴含的微观意义,分析反应过程中氢气与氧气的质量关系。</p>	<p>活动2: 以宏观、微观相结合的视角分析反应。</p> <p>【情境】氢气燃烧。</p> <p>【问题】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 化学方程式中所表示的分子个数和相对分子质量与物质的质量比有什么关系? ② 结合氢气燃烧的化学方程式的微观含义,氢气与氧气的质量之间存在什么关系? ③ 该反应表示的含义有哪些? ④ 如果燃烧2t氢气,至少需要质量为多少的氧气?解题步骤包含哪几步? <p>【任务】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 深入剖析化学方程式所表示的反应中的微观含义,找到其中蕴含的质量比例关系。 ② 形成方法和思路:在具体问题解答过程中,梳理出完整解题思路。 	<p>活动3: 应用方法和思路。</p> <p>【情境】实验室制取氧气。</p> <p>【问题】实验室需要制备一些氧气,如果某同学加热分解15.8g高锰酸钾,理论上可以得到的氧气质量是多少?</p> <p>【任务】自主作答,交流展示,相互纠错,总结注意事项。</p>	<p>活动4: 巩固提高。</p> <p>【情境】利用可持续的清洁电能,配合所研发的铜基单原子催化剂,温室气体二氧化碳高效转化为高价值、高纯度的液体燃料甲酸(HCOOH),无需进一步产物分离。</p> <p>【问题】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 二氧化碳作为单一反应物可制得甲酸吗?为什么? ② 如果需要增加另一种反应物,从成本及资源的角度考虑,你认为哪种物质最合适? ③ 理论上,4.4t的二氧化碳最多可以制得多少甲酸? ④ 本研究制得的甲酸将用作燃料,请问达到减排节能的目的吗? ⑤ 这一研究成果对于我国实现“双碳”目标有何意义? <p>【任务】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 根据质量守恒定律推断二氧化碳转化为甲酸还需要的反应物。 ② 根据化学方程式的质量关系进行计算。
评价要点		能从宏观和微观、定性和定量相结合的视角表达出化学方程式的含义。	<ul style="list-style-type: none"> ① 能解释可利用化学方程式进行计算的依据。 ② 能根据化学方程式中的质量关系进行简单的计算。 ③ 能梳理出计算的一般思路和方法。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 能基于对化学方程式的理解解决化学反应中的定量问题。 ② 能利用化学方程式中的质量关系进行简单的计算。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 能理解化学变化中守恒。 ② 能多角度理解化学方程式的意义。 ③ 能根据化学方程式进行有关计算。 ④ 能从化学与工程、技术相融合的视角思考解决社会发展问题的思路和方法。
教学资源		氢气的制备装置、尖嘴导管、干冷烧杯、烧杯夹、点火枪、学案。	磁吸、学案、课堂实时评价软件。	学案、课堂实时评价软件。	学案、磁吸。

第4课时 有哪些化学反应的基本类型

课时目标		1. 通过对常见化学反应的对比归纳,构建化学反应基本类型的知识体系。 2. 通过对反应物和生成物类别的判断,构建出置换反应、复分解反应的基本特征。 3. 通过对反应物和生成物的物质类别及其数量变化的宏观分析,识别反应的基本类型。			
学习规划	学习活动	<p>活动1: 对常见的化学反应进行分类。</p> <p>【情境】常见化学反应。</p> <p>【问题】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 对下列反应进行归类: $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Cu}$ <ul style="list-style-type: none"> ② 分类的标准是什么? ③ 对无法归类的反应进行特点分析。 	<p>活动2: 根据现象写出化学方程式,并从物质的类别角度对反应进行分类。</p> <p>【情境】演示实验。</p> <p>【问题】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 写出硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应的化学方程式,反应物和生成物从物质类别上有什么特点? ② $\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Cu}$ 反应物和生成物从物质类别上有什么特点? <p>【任务】根据反应物和生成物的类别对反应进行归类,构建出置换反应和复分解反应的特征。</p>	<p>活动3: 写出二氧化碳参加或生成的化学反应,并判断基本反应类型。</p> <p>【情境】二氧化碳循环。</p> <p>【问题】过量二氧化碳会加剧温室效应,缓解二氧化碳过多问题,需要从二氧化碳的产生和吸收考虑。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 能生成二氧化碳的反应有哪些? ② 二氧化碳参加反应的反应有哪些? ③ 以上反应分别属于什么基本反应类型? ④ 除了从反应物和生成物的数量和种类角度进行分类外,还可以从哪些角度进行分类? 	<p>活动4: 判断反应的基本类型。</p> <p>【问题】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 根据具体的化学反应或化学方程式判断反应的基本类型。 ② 根据化学反应前后反应物与生成物分子及其数目变化,判断基本反应类型。
	评价要点	能根据反应物和生成物的数目判断出化合反应和分解反应。	<ul style="list-style-type: none"> ① 能根据具体的化学方程式进行分类。 ② 能总结出置换反应和复分解反应的特征。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 能写出二氧化碳参加或生成的化学反应的化学方程式。 ② 能判断出反应的基本类型。 ③ 能说出可以从不同的角度(如吸热或放热)对反应进行分类。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 根据四种基本反应类型的定义和特点,对反应的基本类型进行分析判断。 ② 能利用反应前后各物质的质量变化找出反应物和生成物,分析判断反应的基本类型。 ③ 能根据微观示意图判断反应的基本类型。
	教学资源	学案。	铁、硫酸铜溶液、氢氧化钠溶液、镁带、稀盐酸。	学案、课堂实时评价软件。	学案。

四、单元教学(课时)设计

第1课时 如何表示化学反应

教学目标

- 通过实验事实认识化学变化、从微观粒子视角解释化学变化的本质,掌握化学反应的基本表示方式。

- 根据客观事实用文字、符号以及化学方程式表征简单的化学反应。
- 初步体会“宏观—微观—符号”三重表征在认识和理解化学反应中的重要作用。

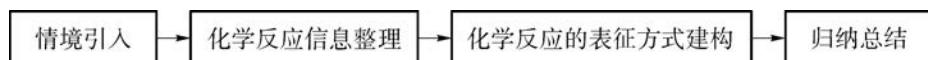
教学重点

化学反应的表征方法。

教学难点

化学反应的表征方法。

教学流程



教学过程

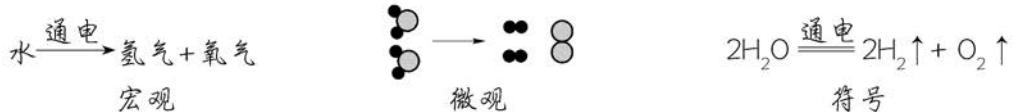
教师活动	学生活动	设计意图
【情境引入】水通电分解实验中,我们可以获得哪些信息?	条件:通电。 现象:产生气泡。气体体积比为2:1。 分子种类改变,元素种类不变,原子种类不变,原子数目不变。	引导学生充分感知电解水变化的特征,从宏观与微观、定性与定量相结合的视角认识物质反应,为建构化学反应的表征方式提供依据。
【化学反应信息整理】如何将获取电解水化学变化的信息进行分类整理?	分类整理。	从宏观与微观、定性与定量相结合的视角认识物质反应,进行信息分析。
【化学反应的表征方式】怎样表达出水通电分解的化学反应?	文字表达式、符号表达式、微观粒子表达式。	表征方式是由化学变化信息抽象而来的。符号与化学变化信息有关联,且体现了化学变化的本质。
【表征方式评价】现有的表示化学反应的表征方式“文字表达式、符号表达式、微观粒子表达式”,各能体现哪些信息? 哪种表示方法好:更充分、更全面地反映化学变化的信息?	进行评价,并选择更充分全面反映化学变化信息的符号表达式。	体会表征方式与丰富反应信息的联系。发现现有表征方式的不足。
【表征方式调整】微观粒子表达式有哪些不足? 符号表达式有哪些不足?符号表达式虽然没有表示出质量守恒,但是形式简洁,可以在此基础上进行调整。如何调整符号表达式?我们用元素符号表示某种元素,用化学式表示物质的组成,也可以用包含化学式的式子来表示化学反应,这种式子叫做化学方程式。	如未指明原子种类,可能会产生歧义。 通过确定化学计量数,表示守恒关系,使用气体符号表示生成物状态。	对符号表达式进行修正,帮助学生建构化学反应的表征方式。进一步明确表征方式对反应特征的概括性。
【展示】化学方程式发展史。	阅读。	引导学生感受化学学科从定性到定量,从宏观到微观的发展特点,以及定量研究对化学发展的作用。

教师活动	学生活动	设计意图
【表征方式发展】通过学习,我们知道化学变化不仅有新物质生成,还伴随着能量变化,如生石灰与水反应会放出大量的热。以后的学习中,我们会进一步学习如何在化学方程式或其他表达式中表示能量的变化。 表征方式一直在发展和完善中。	猜想。	引导学生体会表征方式在不断调整和发展。
【课堂小结】这节课,我们以“水在通电条件下生成氢气和氧气”为例,从宏观与微观、定性与定量的角度分析了化学反应不同的表征方式。也通过化学方程式的发展史,了解到科学家也是在不断探索中,逐渐找到既简洁又准确的表征方式。如何在化学式前准确标注出化学计量数?我们下节课继续学习。	聆听。	
【课后练习】 1. 以木炭燃烧为例,从宏观和微观两个视角分析化学反应中的“变化”和“守恒”。 2. 根据质量守恒定律,将过氧化氢分解反应前后的微观示意图补充完整。	学以致用。	形成守恒的化学观念,为化学方程式的配平打下“定量”基础。

板书设计

如何表示化学反应

一、化学反应的不同表征方式



二、化学方程式



微观粒子数目比 2 : 2 : 1

微观粒子质量比 $2 \times 18 : 2 \times 2 : 32$

案例提供者: 上海市建平中学西校 李真真

跨学科实践活动 基于碳中和理念设计低碳行动方案 (单元教学设计)

一、活动设计思路

本跨学科实践活动是利用项目式学习的方式,在学生已经学习了质量守恒定律和二氧化碳的性质与实验室制法的基础上开展的。本项目既涵盖了化学学科的“物质的性质与应用”“物质的

“化学变化”的学科大概念及核心知识,也关联了学生实验“二氧化碳的性质”与“二氧化碳的制取”,有利于帮助学生建构元素观、变化观、守恒观等化学观念,促进“系统思维与模型”“可持续发展”等跨学科大概念的进一步发展。本项目是针对二氧化碳过量排放导致气候变暖等环境问题所引发的社会性科学议题而设计的,属于化学与环境领域的行动改进类实践活动,以碳元素循环为主要研究对象,探究二氧化碳的性质与转化,融合生物学、地理、物理和化学等课程的相关内容,并引导学生在面对个人生活需要、国家发展、人类发展与低碳要求的两难问题时,发展科学、技术、工程融合解决实际问题的能力,形成国际化视野和构建人类命运共同体的意识,涉及了政治和历史学科。最终项目落实到日常教育中,设计制作二氧化碳储存或转化简易模型装置,宣传低碳节能行动,涉及美术和艺术设计、实验设计学科。在教学手段上应用智能实验仪器和信息化教学平台。

项目式学习是一种教育模式,其核心目标是培养学生的综合能力,强调学生的主动参与与实践性。通常由导引课、探究课、展示课组成,导引课的主要任务是确定项目主题,组建团队,指导学生制订详细的项目规划,包括目标,时间表、任务分配,同时根据项目需求,引导学生学习相关的理论知识和技能,激发学生对项目主题的兴趣,使他们更愿意主动学习和探索;探究课则是要解决本项目的关键问题,学生需要自行寻找资源和方法,评估不同的观点和信息来源培养批判思维,将理论知识应用于实际问题中,创造性地去解决问题;展示课是提供一个平台展示项目成果,展示在这个项目中所学到的各种技能,包括技术技能、研究技能和解决问题的技能,同时也是学生获取反馈的重要途径,根据反馈进行调整和改进,促进个人成长和成就专业发展梦想。

二、活动规划

活动主题: 基于碳中和理念设计低碳行动方案 课时数: 4 课时

活动分析	<p>在本跨学科实践活动前,学生已经系统学习了二氧化碳的性质、二氧化碳的制取、质量守恒定律,初步具备了在实验中观察、分析和操作的能力,以及形成了物质循环守恒的观念。</p> <p>在本跨学科实践活动中,学生在核心任务“基于碳中和理念设计低碳行动方案”的驱动下,通过利用常见材料与试剂制作二氧化碳储存或转化简易模拟装置为行动点,从而从个人、国家、国际不同层面系统设计“低碳行动方案”,落实到操作层面,设计一款“碳中和游戏棋”,趣味性和宣传性更强。</p>
活动规划	<p>本跨学科实践活动运用碳循环和温室效应原理,分析碳排放对环境的影响,计算班级一日碳排放量,探源二氧化碳,设计班级碳中和措施实现零碳方案。从宏观角度进行碳排放计算,落实维护环境安全的目的,在此基础上展开人类碳排放以及产生温室效应过程的探讨,接着进一步探究碳排放对全球环境产生的影响,最后总结得出减碳、零碳的重要性,设计实现减碳、零碳方案。为达到以上要求,本案例设置了“碳排放与温室效应”“碳循环追踪”“班级一日碳排放计算”“二氧化碳储存或转化模拟装置”“设计低碳行动方案”“碳中和游戏棋的设计”等多个活动。</p>
活动目标	<ol style="list-style-type: none">通过知道碳排放的来源和掌握碳排放计算方法,理解碳中和的概念和意义,从而设计校园低碳行动方案,初步运用比较、分析、计算、归纳等方法来认识事物。通过构建二氧化碳相关物质转换关系,从而设计二氧化碳储存和捕捉方案,并在具体设计过程中不断改进装置达到最佳捕捉效果,逐步形成热爱科学、大胆设计、严谨求证、不断迭代改进的科学品质。通过小组合作,根据学校的实际情况,设计碳中和游戏棋并做推广,开展合作学习分享,善于听取合理建议,不断反思改进,形成自主、合作、探究的能力。



三、课时学习规划

课时	行为目标	教学活动 (活动组\问题链\任务单)	教学资源	评价内容
第1课时 了解 碳中和	<p>1. 通过温室效应危害,利用学习管理系统进行自主学习和讨论的意识,从而认识温室效应、碳中和,培养搜集信息自主学习的能力。</p> <p>2. 通过对比实验的设计探究二氧化碳对环境温度的影响。通过“提出假设→设计实验→实验探究→数据分析→形成结论”的研究过程形成科学的问题探究策略。</p>	<p>活动: 二氧化碳的温室效应。 【情境】根据相关数据,2100年全球温度升高,引起极地冰川融化,融化时吸收热量,温度降低,引发极低温灾难,我们还能在校园安静地读书吗? 【问题】温室效应有哪些危害?什么是碳中和?为什么要实现碳中和? 【任务】结合课前学习,请以小组为单位谈谈: 温室效应有哪些危害? 什么是碳中和? 为什么要实现碳中和? 另外,二氧化碳要全部吸收掉吗? 它有什么用途?</p> <p>活动: 二氧化碳温室效应对比实验。 【情境】实验探究温室气体排放量增多是否会导致全球变暖。 【问题】对比实验: A 锥形瓶中充满空气,B 锥形瓶中充满二氧化碳气体,分别插入温度传感器置于有光照的教室中(在室外光照效果更好),观察两锥形瓶中温度的变化,用温度传感器、图像显示器呈现实时温度变化。 【任务】对比实验数据,分析得到结论。</p>	<p>借助人工智能技术,生成一段动画——2100年不控碳下的上海。 教师在学生用学习管理系统上导入“双碳”学习资料供学生学习,提供一些资源检索的方法供学生查阅,同时也在学习管理系统上提供讨论平台供学生参与讨论,让学生课后可以带着问题检索资料,形成探讨互动氛围。</p> <p>学生实验: A 锥形瓶中充满空气,B 锥形瓶中充满二氧化碳气体,分别插入温度传感器置于有光照的教室中(在室外光照效果更好),观察两锥形瓶中温度的变化,用温度传感器、图像显示器呈现实时温度变化。</p>	<p>① 在学习管理系统上阅读“双碳”资料,会用多种资源检索资料。 ② 在学习管理系统上参与讨论: 温室效应有哪些危害? 什么是碳中和? 为什么要实现碳中和? 充分体现自主学习能力。</p> <p>① 对比实验的设计能力和实验动手操作能力。 ② 观察实验并了解实验图像横坐标和纵坐标的含义,数据点、曲线的意义,并对实验数据形成的图像有一定分析能力。</p>

课时	行为目标	教学活动 (活动组\问题链\任务单)	教学资源	评价内容
第1课时 了解 碳中和	3. 通过碳活动分 类和连线,运 用平衡理论设 计碳中和路 线,学会对复 杂问题进行分 类和梳理,从 而建构问题解 决策略的科学 思维方法。	<p>活动: 碳活动分类和碳平衡实现。</p> <p>【情境】将火山喷发,飞机飞行,森林大火,植物光合作用,微生物、动物呼吸,工厂燃煤等碳活动要素分为碳产生单元和碳消耗单元并画出相互关系图。</p> <p>【问题】哪些活动能产生二氧化碳排放?哪些活动能实现二氧化碳吸收呢?</p> <p>【任务】碳产生单元和碳消耗单元的拼图和相互关系连线。同学们来分一分、连一连,并思考如何实现碳平衡。</p>	在学习管理系统上提前画好碳活动要素,每位同学都可以拖动或者连线碳产生单元和碳消耗单元的拼图。	<p>① 对复杂的碳循环过程进行理解和梳理,需要清晰地认识到哪些环节是产生碳的(如燃烧化石燃料、工业生产等),哪些环节是消耗碳的(如植物光合作用、海洋吸收等)。这个过程需要严密的逻辑和条理清晰的思考。</p> <p>② 认识碳循环过程和碳平衡理念,学生能够更加深刻地认识到保护环境、减少碳排放的重要性。</p>
第2课时 迈向 碳中和	1. 利用学习管理系统的计算功能计算小组一日碳排放,通过对比分析后针对具体领域进行减碳行为优化形成合理建议,培养数据分析能力和问题解决能力。	<p>活动: 世界碳排放与每个人息息相关,知道你的一天会产生多少二氧化碳吗?</p> <p>【情境】学生一日活动碳排放量,按照小组来计算。</p> <p>【问题】以小组为单位计算一日碳排放量,思考如何在日常活动中体现减少碳排放。</p> <p>【任务】</p> <p>① 计算小组极差,挑选差距较大的两个组,进行数据分析、行为分析。</p> <p>② 计算两个典型组间差距,需要多少棵树吸收,差额是多少。</p> <p>③ 针对具体维度进行低碳行为策略优化,哪些行为和物品消耗可以减少碳排放。</p>	<p>学生每组填写碳消耗,利用学习管理系统实时显示各组碳排放数据,并利用换算表显示需要多少植物来抵消碳消耗,制作共享文档。</p> <p>共享文档可分享每组碳排放总量数据和柱状图,并换算成需要多少棵树来吸收碳排放,可查询到碳排放量与植物吸收的数量关系。</p>	<p>① 会利用工具查询并计算小组一日碳排放量,评价学生是否全面考虑了生活各方面的碳排放,包括但不限于能源使用(电力、燃气)、交通出行、饮食消费、物品购买与废弃等。</p> <p>② 评估学生设计的节能减排措施是否具备可操作性,是否能在现实生活中得到有效实施,并考虑到成本效益分析。</p> <p>综合效果: 分析措施实施后可能带来的节能减排效果,包括减少的碳排放量、节约的资源量以及可能带来的环境和社会效益。</p>

课时	行为目标	教学活动 (活动组\问题链\任务单)	教学资源	评价内容
第2课时 迈向 碳中和	2. 探寻低碳行动方案,制定减碳行动指南,培养与小组伙伴沟通交流、完善解决方案的能力,培养组织能力和表达能力。	<p>活动:探寻节能减碳的措施,低碳行动方案。</p> <p>【情境】 ①分小组讨论在学校里教室、食堂、餐厅、图书馆、实验室、操场等节能减碳的措施。 ②社会层面,如何实现节能减排,实现“双碳”目标。</p> <p>【任务】制定低碳行动指南。</p>	<p>视频资料:教师可以搜集关于全球气候变暖、低碳生活实践、节能减排成功案例等视频资料,如杭州亚运会低碳方案、2024上海碳中和博览会等视频资料。</p> <p>图片展示:如公共交通、绿色建筑、可再生能源利用等,图片可以来源于网络图片库、环保主题展览或学生自己的摄影作品。</p>	评价学生对低碳生活、节能减排等基本概念和原理的理解程度。考察学生是否通过参与低碳行动,对环境保护的重要性有了更深刻的认识。
	3. 设计制作二氧化碳的储存和吸收装置,通过小组合作完成任务,培养与他人分工协作、沟通交流、解决问题的能力。	<p>活动:二氧化碳储存和吸收简易模拟装置的设计和制作。</p> <p>【情境】储存和吸收二氧化碳。</p> <p>【问题】如何设计装置来储存和吸收二氧化碳。</p> <p>【任务】明确二氧化碳储存和吸收的需求,选择合适的原理,小组合作,讨论初步方案,进一步细化任务并分工制作展示。</p>	<p>教材、活动记录、学习单(小组)、不同储存和吸收装置的实物制作、配套的药品(实验室提供)。</p>	<p>①能结合二氧化碳的性质选择正确的原理来储存和吸收二氧化碳。</p> <p>②能制作出简易模拟装置,设计产品说明书。</p> <p>③小组展示作品,并不断在被评价后进行改进。</p>
第3课时 助力 碳中和	低碳行动方案的设计,碳中和游戏棋的开发,用于更有趣味的宣传,培养把学到的知识运用到实际问题的解决中去,培养综合运用能力和创新思维。	<p>活动:碳中和游戏棋的开发。</p> <p>【情境】选择学校家庭这个熟悉的场景。</p> <p>【问题】如何实现节能减排。</p> <p>【任务】在小组讨论学校里教室、食堂、餐厅、图书馆、实验室、操场等节能减碳的措施的基础上,分别设计目标场地中碳中和游戏棋,并在海报纸上画出参考游戏棋,哪些行为可以跳步,哪些行为退步,最早到达出口处为胜出。</p>	<p>活动记录、学习单(小组)、铅画纸、彩笔。</p> 	<p>①会选择合适的场景进行正确的游戏棋布局。</p> <p>②画面美观,也可以设计成立体书。</p> <p>③游戏棋充满趣味性。</p>

(续表)

课时	行为目标	教学活动 (活动组\问题链\任务单)	教学资源	评价内容
第4课时 碳中和游戏棋的发布	碳中和游戏棋的发布,在作品的准备和发布过程中,培养反思和改进能力,培养批判性思维和自我提升能力。	活动: 小组轮流进行产品发布。 【情境】产品发布会。 【问题】观众对产品有哪些疑问和建议,作者如何回答提问并进行相应的改进。 【任务】发布小组使用演示文稿或者视频来记录整个设计实施过程,展示设计意图。 观众认真观看并提出合理化建议,使用评价量表客观评价。	教师播放各小组提前准备的产品设计实施视频,展示各组游戏棋实物,准备评价量表。	① 发布组: 能演示游戏棋的设计理念和阐述创新之处。 ② 能精彩展示游戏棋设计过程。 ③ 能听取建议,收集有利于产品改进的信息。 ④ 观众仔细观看和聆听,思考并提出合理化建议,进行客观评价打分。

四、学习评价方案

(1) 评价细则

活动	类型	评价内容	自评			师评			组内评		
			优秀	良好	一般	优秀	良好	一般	优秀	良好	一般
1. 碳排放与温室效应	信息获取	学习资料,利用平台并进行讨论,是否积极讨论并能提出困惑									
	团队合作能力	在二氧化碳与空气对比实验中,在讨论和实验中是否有积极的表现,是否有领导能力									
	问题解决能力	是否掌握二氧化碳的性质,是否具有归纳分析能力,是否能提出新的困惑									
2. 碳循环追踪	自主学习能力	对碳足迹进行追踪,会正确归类和连线									
	分析归纳评价	是否能就表象分析原因,弄清楚哪些原因使二氧化碳增减									

(续表)

活动	类型	评价内容	自评			师评			组内评		
			优秀	良好	一般	优秀	良好	一般	优秀	良好	一般
3. 班级一日碳排放计算	信息获取能力	对参数和计算方法有理解能力									
	动手实践能力	熟练使用平台进行计算									
	分析归纳评价	是否能根据各组不同的数据表象,利用思辨的方式去考虑减碳行为问题并进行比较									
4. 碳中和游戏棋的设计	活动准备	是否有前期的知识资料查询和预习,是否能提出新的想法 是否能积极参与小组讨论,对小课题进行讨论									
	创新意识	是否能大胆提出多种创意									
	成果展示	是否能将创意实施,转化为作品									

(2) 学生评价表

学生自评及组内互评

评价方案	学习过程评价细则及等第		
	优秀	良好	一般
信息获取	能够从主要渠道获取信息,能够对信息进行基本的筛选和评估,能够将信息整合到自己的学习中,在使用信息解决问题时,表现出一定的创造性和独立性	能够识别所需的信息资源,但可能需要更多时间。能够从主要渠道获取信息,但可能缺乏多样性。能够对信息进行基本的筛选和评估,但可能需要指导	需要指导才能找到所需的信息资源。只能从有限的渠道获取信息,在筛选和评估信息时可能存在困难,容易受到误导
自主学习能力	目标明确,表现出强烈的学习兴趣和内在动力,能够主动寻求学习资源和机会,积极参与跨学科学习活动,不畏挑战,持续探索	自我驱动与学习动力不够热情,对学习有一定的兴趣和动力,能够参与跨学科学习活动,但在面对挑战时可能需要一定的外部激励	学习动力较弱,需要较强的外部监督或激励才能参与跨学科学习活动
创新意识	能够展现出高度的创新思维,提出新颖、独特的观点或解决方案,这些观点或方案往往能够突破传统框架,具有显著的原创性和前瞻性	能够认识到创新的重要性,并在活动中尝试提出一些新的想法或解决方案。虽然这些想法可能不够成熟或完善,但已经展现出了创新意识	在活动中缺乏创新意识,难以提出新的想法或解决方案,往往依赖于传统的思维模式和方法来解决问题
动手实践能力	能够熟练掌握跨学科实践活动所需的技能和工具,操作准确、迅速且流畅,注重细节,追求完美	能够按照要求完成各项任务,质量达到基本要求。注重任务的完成度,能够按时提交成果	需要较多的指导和支持才能克服问题,并在过程中表现出较大的波动性

(续表)

评价方案	学习过程评价细则及等第		
	优秀	良好	一般
团队合作	在团队协作中,始终展现出高度的积极性和主动性,能够主动承担责任,为团队目标的实现贡献自己的力量。不仅完成自己的任务,还乐于帮助团队成员解决问题,提升整体效率	在团队协作中,能够积极参与讨论和活动,完成自己的任务并尽力为团队作出贡献。虽然可能不是特别主动,但能够在团队中扮演好自己的角色	在团队协作中,表现相对被动,缺乏主动性和积极性。可能只是完成分配给自己的任务,而不愿意主动承担更多责任或参与团队讨论
分析归纳评价能力	<p>分析能力:能够迅速而准确地识别跨学科实践活动中核心问题和关键要素,展现出敏锐的洞察力和深刻的理解力。</p> <p>能够运用多种分析方法和工具,对复杂问题进行多层次、多角度的剖析,揭示出问题的本质和内在联系。</p> <p>归纳能力:能够将分析所得的信息和数据进行有效的整合和提炼,形成条理清晰、逻辑严密的结论或观点。</p> <p>在归纳过程中,能够展现出良好的抽象思维能力和概括能力。</p> <p>评价能力:能够基于客观事实和理性分析,对跨学科实践活动的成果、过程或方法进行全面、客观的评价</p>	<p>分析能力:能够识别跨学科实践活动中主要问题和要素,但可能在深度和广度上略显不足。</p> <p>能够运用一定的分析方法和工具对问题进行剖析,但可能缺乏足够的灵活性和创新性。</p> <p>在分析过程中,学生能够结合所学知识进行初步的分析,但可能难以跨越学科界限形成综合性的视角。</p> <p>归纳能力:能够将分析所得的信息和数据进行基本的整合和提炼,但可能缺乏足够的条理性和逻辑性。</p> <p>在归纳过程中,能够展现出一定的抽象思维能力和概括能力,但可能仍需进一步提升。</p> <p>评价能力:能够基于一定的客观事实和理性分析对跨学科实践活动进行评价,但可能缺乏足够的全面性和深入性</p>	<p>分析能力:在跨学科实践活动中对问题的识别能力较弱,难以准确把握问题的核心和关键要素。</p> <p>可能缺乏必要的分析方法和工具,难以对问题进行深入剖析。</p> <p>归纳能力:在整合和提炼信息数据方面存在困难,难以形成条理清晰、逻辑严密的结论或观点。</p> <p>在归纳过程中,抽象思维能力和概括能力相对较弱。</p> <p>评价能力:在评价跨学科实践活动时可能缺乏足够的客观性和理性分析,难以全面、客观地评价活动的成果、过程或方法</p>

碳中和游戏棋产品评价细则

评价方案	评价内容及等第		
	优秀	良好	一般
环保理念传播	碳中和游戏棋通过寓教于乐的方式,将碳中和、可持续发展等环保理念融入游戏中,使玩家在娱乐的同时学习到环保知识,增强环保意识。这种创新的教育方式得到了广泛好评,被认为是一种有效的环保教育手段	<p>好的环保理念传播设计在游戏棋中也有一定的体现,但可能在某些方面稍显不足。</p> <p>明确传达:游戏能够清晰地传达碳中和及环保的基本概念,让玩家对这些理念有基本的认识和了解。</p> <p>适度融合:环保理念在游戏中有一定的体现,如通过特定关卡或任务来强调环保的重要性,但可能未能全面融入游戏的每一个角落</p>	<p>一般的环保理念传播设计则可能意味着游戏棋在环保理念的传达上存在较大的提升空间。</p> <p>表面化:环保理念在游戏中的体现可能较为表面化,仅作为装饰或点缀出现,未能引起玩家的足够关注和思考。</p> <p>缺乏融合:游戏内容与环保理念的结合不够紧密,玩家在游戏过程中难以感受到环保的紧迫性和必要性</p>

评价方案	评价内容及等第		
	优秀	良好	一般
知识普及	游戏棋中涉及的气象、环保元素以及清洁能源等内容,有助于玩家了解气候变化、环境污染等问题的现状及其解决方案,从而在日常生活中更加注重节能减排和环境保护	游戏内容覆盖了碳中和及环保领域的一些基础知识,但可能不够全面或深入。 清晰易懂: 游戏以较为清晰易懂的方式呈现环保知识,但可能缺乏足够的创新性和趣味性来吸引玩家的注意力	游戏内容可能仅涉及碳中和及环保领域的零碎知识点,缺乏系统性和连贯性。 游戏可能未能以适当的方式呈现环保知识,导致玩家难以理解或掌握这些知识
趣味性	碳中和游戏棋的设计往往结合了趣味性和挑战性,使得玩家在游戏过程中能够保持高度的兴趣和参与度。这种设计不仅提高了游戏的吸引力,也促进了玩家对环保知识的主动学习和探索	游戏主题与碳中和紧密相关,但可能在创意和表现上略显平庸,未能给玩家带来强烈的惊喜感	游戏主题与碳中和的关联性不强,或者表现方式过于模糊,让玩家难以理解和接受
互动性	游戏棋通常支持多人参与,玩家之间需要相互合作或竞争,这种互动性有助于增强玩家之间的交流和沟通,提升团队协作能力	游戏提供了一定的互动环节,但可能不够丰富或深入,玩家之间的互动体验有待加强	游戏缺乏足够的互动环节,玩家之间以及玩家与游戏世界之间的互动体验不佳,导致游戏过程单调乏味。 难度不合理: 游戏难度设置过高或过低,无法满足玩家的挑战需求或让玩家感到过于简单无聊
美观性	游戏棋中的色彩运用得当,色彩搭配既符合碳中和的主题,又能够营造出舒适、和谐的视觉氛围。 图案设计精美: 游戏棋中的图案设计精致、细腻,具有较高的艺术价值,能够增强游戏的整体美观性	游戏棋中的色彩运用基本合理,但可能缺乏足够的对比或层次感,导致视觉效果略显平淡。 图案设计清晰: 游戏棋中的图案设计清晰可辨,但可能在细节处理上略显粗糙或缺乏创意	游戏棋的外观设计缺乏吸引力,难以引起玩家的兴趣或关注。 色彩搭配不合理,无法营造出舒适、和谐的视觉氛围,游戏棋中的图案设计模糊不清或过于简单,无法展现出足够的细节和创意
创新性	碳中和游戏棋在设计上往往具有创新性,如将环境恶化的地方融入游戏棋盘、引入清洁能源建设等畅想未来的设计元素等。这些创新设计使得游戏更加贴近现实,也更具吸引力	游戏玩法具有一定的独特性,但可能在某些方面仍沿用了传统游戏的设计思路,缺乏足够的创新和突破	游戏主题与碳中和相关度不高或过于泛泛而谈,缺乏独特性和创新性,难以吸引玩家的关注。 玩法陈旧: 游戏玩法过于传统或保守,缺乏新意和变化,难以激发玩家的兴趣和参与度

游戏棋发布评价表

评价方面	评价内容及等级		
	优秀	良好	一般
游戏棋展示	能完整、清晰、生动、准确地介绍游戏棋设计的创意理念和设计过程,使用演示文稿	能较好地介绍产品,使用的演示文稿图文并茂	能完整地展示和介绍产品,与观众互动较少
互动应答	能快速、准确地进行应答,能有效地回答建议	与观众能有互动交流,回复提问和建议	有应答,但回复并不能使观众满意

回顾我的活动之旅,我的收获有哪些?

我对小组的贡献有哪些?	
我学习到哪些知识和技能?	
我最感兴趣和最不感兴趣的内容有哪些?	
在活动中遇到了哪些困难?如何解决困难的?	
对比其他组,我们组的优势和不足有哪些?	
你给小伙伴的建议有哪些?	
你在哪些方面要提高?	

(3) 教师评价表

学生姓名	前期准备		游戏棋制作		游戏棋展示		整个项目 总体评价
	总体评价	突出表现	总体评价	突出表现	总体评价	突出表现	

五、课时设计

第1课时 了解碳中和

活动目标

- 通过查阅资料,理解碳中和的概念和意义,初步形成节能低碳、保护环境的态度和健康的生活方式。
- 讨论二氧化碳的用途、二氧化碳对生活和环境的影响,学会辩证地看待事物的两面性。
- 通过分析碳中和的实施路径,提升分析问题、归纳总结、团队合作与沟通的能力。
- 结合实验探究,会利用数字化工具和对比实验探究物质的性质,提高实验设计能力。

教学重点

绘制二氧化碳的产生和吸收的物质关系图;形成低碳行动方案。

教学难点

绘制二氧化碳的产生和吸收的物质关系图。

教学流程



教学过程

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【课前任务】</p> <p>(1) 在学习管理系统上阅读“双碳”资料，并用多种资源检索资料。</p> <p>(2) 在学习管理系统上讨论：什么是碳中和？</p>	<p>【自主学习】</p> <p>(1) 阅读“双碳”资料，并查阅资料，多渠道了解碳中和及其意义。</p> <p>(2) 讨论、交流对碳中和的认识。</p>	引导学生认识碳中和，锻炼自主学习、检索信息的能力。
<p>【活动】二氧化碳的温室效应。</p> <p>【情境】由人工智能技术生成视频“不控碳下 2100 年的上海”。根据相关数据，2100 年全球温度升高，引起极地冰川融化，融化时吸收热量，温度降低，引发极低温灾难，我们还能在校园安静地读书吗？</p> <p>【问题】温室效应有哪些危害？什么是碳中和？为什么要实现碳中和？</p> <p>【任务】结合课前学习，请以小组为单位谈谈：温室效应有哪些危害？什么是碳中和？为什么要实现碳中和？另外，二氧化碳要全部吸收掉吗？它有什么用途？</p>	<p>【观看】</p> <p>【讨论】不能。</p> <p>【交流】温室效应会对人类生存产生危害。碳中和具有重要意义。</p> <p>【讨论】二氧化碳在环境和生产生活中发挥着重要作用，不能全部吸收掉。</p>	促进学生理解碳中和的概念和意义，培养学生的环保意识，提高对社会事务和国家事务的参与度，提高社会责任感。 结合二氧化碳的用途，培养学生辩证看待问题的能力。

教师活动	学生活动	设计意图
<p>【活动】二氧化碳温室效应对比实验。</p> <p>【情境】实验探究：二氧化碳排放量增多会导致全球变暖吗？</p> <p>【问题】请利用锥形瓶、分别装有二氧化碳和空气的集气瓶、温度传感器设计实验。</p> <p>【任务】根据实验数据进行对比分析，得到结论。</p>	<p>【设计并进行实验】A 锥形瓶中充满空气，B 锥形瓶中充满二氧化碳气体，分别插入温度传感器，再将两锥形瓶置于有光照的教室中（在室外光照效果更好）。观察两锥形瓶中温度的变化，用温度传感器、图像显示器呈现实时温度变化。</p> <p>【数据分析】</p>	<p>培养学生实验设计能力和图像分析能力。实验过程中会出现装置容易漏气，实验现象不明显，实验数据与理论值有较大差距，需要学生不断地去找原因并改进装置，充分体现化学学科的实证性和逻辑严密性，在这个过程中更调动了学生喜爱化学的热情。</p>
<p>【活动】碳活动分类和碳平衡实现。</p> <p>【情境】在学习管理系统上有火山喷发、飞机飞行、森林大火、植物光合作用、微生物、动物呼吸、工厂燃煤等碳活动要素，请将它们分为碳产生单元和碳消耗单元，并画出相互关系图。</p> <p>【问题】能不能绘制出二氧化碳产生和吸收的图呢？</p> <p>【任务】利用思维导图，展示二氧化碳产生和吸收的途径，并综合考虑二氧化碳吸收途径的可行性，思考如何实现碳平衡（教师指导、补充）。</p>	<p>【分类、连线、画图】对多种碳活动要素进行梳理，根据产生或吸收二氧化碳进行分类、连线，形成相互关系图。</p> <p>【绘制思维导图】</p> <p>二氧化碳产生的途径：</p> <p>二氧化碳吸收的途径：</p>	<p>将碳元素及其化合物的相关认识，渗透到实际问题的解决中，引导学生初步形成用化学观念解决问题的思路。</p>
<p>【活动】形成低碳行动方案。</p> <p>【问题】根据思维导图，针对二氧化碳的产生，有哪些应对措施呢？针对二氧化碳的吸收，有哪些处理措施呢？</p> <p>【任务】以小组为单位进行分析并组内评价方案，形成低碳行动方案。</p>	<p>【讨论、交流】</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 实现碳中和的途径有哪些？日常生活中可以做什么？ (2) 交流后评价各组的方案可行性和创新性。 (3) 头脑风暴：如何有效宣传？ 	<p>通过小组活动，深化低碳生活理念。</p>

板书设计

了解碳中和

一、 碳中和

1. “碳”为二氧化碳
2. “中和”是产生与吸收相抵消

二、 如何实现碳中和

1. 二氧化碳的产生
2. 二氧化碳的吸收

案例提供者：上海市洋泾菊园实验学校 赵文超



本专题教学问题讨论与教学资源链接



实验讨论

探究质量守恒定律的实验

专题 6 的课题 1 设置实验探究硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应前后的质量变化,旨在让学生通过实验探究和数据分析,归纳质量守恒定律,促进理解质量守恒定律的本质。

本实验中所用的试剂为 5 mL 2% 硫酸铜溶液和 5 mL 10% 氢氧化钠溶液。其中氢氧化钠过量,目的是使生成的蓝色沉淀的现象明显。若硫酸铜的量大于氢氧化钠的量,可能会生成绿色沉淀,其原因是硫酸铜与少量氢氧化钠反应生成碱式硫酸铜,该反应的化学方程式为 $4\text{CuSO}_4 + 6\text{NaOH} = \text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4 \downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$, 碱式硫酸铜是绿色沉淀。若使用过高浓度的氢氧化钠溶液,则可能会产生异常现象: 蓝色沉淀溶解,形成绛蓝色的溶液。其原因是氢氧化铜会与过量的浓氢氧化钠反应生成可溶的四羟基合铜酸钠,该反应的化学方程式为 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$, 溶液中由于有四羟基合铜配离子的存在,呈现出绛蓝色。因此,建议教师在试剂准备和实验过程中,控制好两种试剂的浓度和用量。

质量守恒定律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。而在本实验中,电子天平称量得到的是反应前后反应体系的总质量(包含烧杯在内的所有物质的总质量),两者的质量相等不宜直接得出质量守恒。教学中,建议引导学生对实验数据展开分析,罗列反应前后称量的所有物质,对比质量发生变化的是哪些物质,突出“参加化学反应”“反应后生成”等关键词。

教材还设置了称量稀盐酸与大理石反应前后质量变化的实验,旨在让学生明确质量守恒定律中所指的生成物的质量还应包括生成的气体质量,从而感悟质量守恒定律是一个普遍规律,表面上的不守恒都是有具体原因的。教学中,建议鼓励学生运用发散思维设计各种装置,探究有气体参加或生成的化学反应前后总质量的变化;运用收敛思维归纳探究质量守恒定律的方法和思路。



教学疑难问题解析

1. 化学方程式的配平方法

化学方程式的配平方法有很多种,下面介绍几种常用的配平方法。

(1) 最小公倍数法

首先找到反应物和生成物化学式中含有较多个数的某种元素的原子(若用较少个数的原子配平,后续可能还要进一步统整数字),求出该种原子的最小公倍数,然后再以最小公倍数分别求出反应物和生成物含有该原子的化学计量数即可。

以 $\text{P} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{P}_2\text{O}_5$ 反应为例进行配平。

- ① 反应前后的 O_2 和 P_2O_5 中氧原子含量较多,求其最小公倍数为: $2 \times 5 = 10$ 。
- ② 用最小公倍数 10 除以 O_2 和 P_2O_5 中 O 右下角数字分别得到 5 和 2,即 O_2 和 P_2O_5 前的计量数: $P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$ 。
- ③ 最后再根据 P_2O_5 中 P 的总数,推出反应物 P 的计量数即可: $4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$ 。

(2) 观察法

首先默认一种较复杂的物质的化学计量数为 1,然后观察反应物到生成物的组成上的变化,找出其变化特点,推出两者之间的计量数关系。最后再确定剩余物质化学式前的计量数。

以 $Fe_2O_3 + CO \longrightarrow Fe + CO_2$ 反应为例进行配平。

- ① 首先找到较复杂的物质 Fe_2O_3 ,默认其化学计量数为 1。
- ② 观察反应的特点: Fe_2O_3 中的 O 全部被 CO 夺取,从而变成 Fe,即每个 Fe_2O_3 会失去 3 个 O,而 CO 得到 O 变成 CO_2 的,即每个 CO 只能得到 1 个 O,因而通过观察就很容易确定夺取 Fe_2O_3 中的所有 O 所需要的 CO 的个数,因 Fe_2O_3 中有 3 个 O,所以就需要 3 个 CO,生成 3 个 CO_2 ,即 $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow Fe + 3CO_2$ 。

③ 最后确定 Fe 的计量数为 2,即 $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$ 。

(3) 奇数配偶法

首先找出反应物和生成物两端出现次数较多的元素,且该元素的原子在左右两端的总数是一奇一偶,选定这一元素作为配平的起点,然后将含该种原子奇数的化学计量数配成偶数,从最小 2 倍开始配直至各端该种原子总数相等,最后再由已推出的化学计量数决定其他化学式的化学计量数。

以 $FeS_2 + O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_2$ 反应为例,进行配平。

- ① 找出左右两端出现次数较多的元素为 O。
- ② 以 O 作为配平的起点,因 O_2 和 SO_2 的化学计量数无论是多少,其所含氧原子总数都为偶数,所以只需在含奇数个氧原子的 Fe_2O_3 前配 2,即 $FeS_2 + O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + SO_2$ 。
- ③ 根据 Fe_2O_3 的化学计量数推求出其他化学式的化学计量数。

反应物 FeS_2 里所含的 Fe 的个数应和 $2Fe_2O_3$ 里所含的 Fe 个数相等,因此,FeS 化学式前的化学计量数应为 4,即 $4FeS + O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + SO_2$ 。再由 $4FeS_2$ 可以推知在化学式 SO_2 前的化学计量数应为 8,即 $4FeS_2 + O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$ 。最后根据所有生成物里所含 O 的总数为 22,推出反应物里 O_2 的化学式前的化学计量数应为 11,即 $4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$ 。

(4) 化学计量数定“1”法

这一方法就是首先找到比较复杂的化学式,将其化学计量数定为 1,然后根据化学式中所含元素及其原子个数,逐一推出其他化学式前的化学计量数。

以 $C_2H_6O + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$ 反应为例,进行配平。

- ① 定 C_2H_6O 化学计量数为 1。
- ② 根据 C_2H_6O 中 C 的个数为 2 和 O 的个数为 6,推出 CO_2 的化学计量数应为 2 和 H_2O 的化学计量数 3,即 $C_2H_6O + O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ 。
- ③ 最后根据右端所有的氧原子数求出左端氧原子数: $2 \times 2 + 3 - 1 = 6$,再推出 O_2 前的化学计量数为 3,即 $C_2H_6O + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ 。

2. 对“化学反应本质”的认识误区

化学反应的本质是各反应物中的原子经过重新组合形成新物质的过程。教师们往往对“化学反应本质”存在一个误区：认为反应物会拆分成单个的原子再重新组合成新的物质。以下通过三个常见的反应来说明并非所有反应的反应物都会拆分成单个原子。

(1) 盐酸与氢氧化钠的反应。HCl、NaOH 都是强电解质，HCl 在水溶液中完全解离为 H⁺ 和 Cl⁻；NaOH 在水溶液中完全解离为 Na⁺ 和 OH⁻。盐酸与氢氧化钠的反应实质是溶液中的 H⁺ 和 OH⁻结合生成 H₂O，该反应过程中 NaOH 并未拆分成钠原子、氧原子和氢原子。在溶液中发生复分解反应时，复杂离子都不会拆分成单个原子。

(2) 电解水的反应。水是极弱的电解质，能解离出极少量的 H⁺ 和 OH⁻。在通直流电的条件下，H⁺ 在阴极上得到电子，生成氢气，电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$ ；OH⁻ 在阳极上失去电子，生成氧气，电极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。可见在电解水的过程中，水分子并未拆分成氢原子和氧原子。

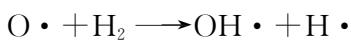
(3) 氢气与氧气的化合反应。该反应看似简单，但其反应历程相当复杂，目前科学家仍然在不断探索。目前认为氢气和氧气点燃爆炸时发生了链反应。链反应由三个基本步骤组成：链的开始，链的传递，链的终止。该反应的历程如下^[1]：



链的传递



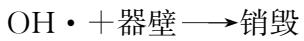
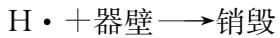
支链反应



链的终止



链在器壁上的中断



由此可见，氢气和氧气在反应中并非简单的拆分为氢原子和氧原子，然后再组合成水分子。

综上，由于初中生不具备电离、化学键等知识，以及化学反应机理的复杂性，建议在教学中弱化“反应物拆分”的过程，只需理解反应前后原子的种类和数量不变，分子的种类发生改变，即原子重新组合。



教学资源链接

1. 质量守恒定律的探索历程^[2-5]

1673 年，波义耳发表他的《使火与焰稳定并可称量的新实验》，其中描述在空气中焙烧金属，其

质量增加的实验。波义耳发现质量为 8 盎司(英制质量单位,1 盎司等于 28.349 5 g)的一块锡在敞口烧瓶中加热,质量增加了 18 格令(英制质量单位,1 格令等于 0.064 8 g)。他把锡放在曲颈甑中后,称质量,封住口后再加热,但由于空气膨胀把甑爆裂了(可能那个曲颈甑质量较差),“发出炮鸣般的声音”。于是,他换了另一个曲颈甑,在敞口曲颈甑中放入 2 盎司锡,加热一会,想尽可能把里面的空气赶出来以后,再封瓶口,继续加热焙烧锡。等到锡变成灰时停止加热,然后冷却,拔去封口,“啪”一声,波义耳听到外边空气冲进去,再称质量,增加 12 格令。他下了结论说:“质量增加的 12 格令是火对金属作用而得到的。”他推断火有质量。波义耳认为火是由一种叫“火微粒”的物质组成的,火微粒穿过玻璃壁被金属吸收,因此煅灰质量比金属大。当时有一个化学家写信给波义耳,问他在打开瓶之前是否称质量了,波义耳在回信中进行了一个惊人的陈述,说他曾经在打开瓶之前称质量了,也得到了质量增加的结果。很可惜,波义耳的实验没能得到好的结果。波义耳在这个实验中使用了天平,把定量实验手段带进了化学之中。这个金属焙烧实验对后来拉瓦锡发现科学燃烧理论和发现物质不灭定律,都有很大的启示作用。

1748 年,俄国科学家罗蒙诺索夫在写信中就曾经写道:“自然界所发生的一切变化,都是这样的:一种东西失去多少,另一种东西就获得多少。因此,如果某个物体增加了若干物质,另一物体必然有若干物质消失。我在梦中消耗了多少小时,那么我必然失眠多少小时……因为这是一条具有普遍意义的规律,所以它也应推广适用于运动的诸多法则:一个物体如果靠本身的动力,引起另一物体产生运动,那么前者由于推动而失去的动量,必然等于后者受推动时获得的动量。”这种观点是质量守恒定律和能量守恒定律的雏形。

1756 年,罗蒙诺索夫把锡放在密闭的容器里煅烧,锡发生变化,生成白色的氧化锡,但容器和容器里的物质的总质量在煅烧前后并没有发生变化,经过反复的实验,都得到同样的结果。他用实验证明金属在密闭容器内加热,质量不会增加,而放在空气里加热,质量就会增加。于是,他提出:“参加反应的全部物质的质量,等于全部反应产物的质量。”他认为在化学变化中物质的质量是守恒的,较为清楚地表述了化学反应中质量守恒的思想。但由于多种原因,罗蒙诺索夫的发现和所阐述的质量守恒思想没有引起当时科学家的广泛注意。

1772 年,拉瓦锡因对天然水的研究卓有成果,当选为法国科学院院士。当时,由于燃素说解释不了一些化学现象,拉瓦锡对燃素说持怀疑态度,他难于接受“燃素具有负质量”的说法,常因这个课题与朋友们进行激烈争论。1774 年,他决定用天平来重做当年波义耳的煅烧金属的实验。他先把经过称质量的铅和锡等分别放在曲颈甑中,密封后称金属与曲颈甑的总质量,然后从曲颈甑下面用大火加热煅烧,待金属成为金属灰后,停止加热,让其冷却下来,再称其总质量,发现质量没有任何改变,说明金属增加的质量并非来自火中的“火微粒”,亦非来自瓶外的任何物质。这个实验结果,有根据地否定了“火微粒”,否定了波义耳认为金属灰增加的质量来自火,这个实验也证实了物质不灭定律。

基于氧化论和质量守恒定律,1789 年拉瓦锡在出版的著作《化学概要》第一卷中郑重地陈述:“由于人工的或天然的加工不能无中生有地创造任何东西,所以每一次加工中,加工前后存在的物质总量相等,且其要素的质与量保持不变,只是发生更换和变态,这可以看成为公理。做化学实验的全部技艺基于这样一个原理:我们必须假定被检定物体的要素和分解产物的要素精确相等。”至此,早在 1748 年罗蒙诺索夫提出的质量守恒思想才被严格的实验所证实。但由于当时的测量技术小于

0.2%的质量变化就觉察不出来,致使质量守恒定律虽众人所知,但仍为人所质疑。

为了确切地证明或否定化学反应前后的质量守恒,都需要极精确的实验结果,而拉瓦锡时代的工具和技术(小于0.2%的质量变化就觉察不出来)不能满足严格的要求。因为这是一个最基本的问题,所以不断有人改进实验技术以求解决。1908年,德国化学家朗道耳特及1912年英国化学家曼莱做了精确度极高的实验,所用的容器和反应物质量为1 000 g左右,反应前后质量之差小于0.000 1 g,即化学反应前后体系质量的变化小于一千万分之一,这个差别在实验误差范围之内,质量守恒定律才被科学家们一致接受。

拉瓦锡研究物质不灭的实验手段和探索思路都反映了他思维的顺序灵活性和自发灵活性。顺序灵活性表现在他继承先驱者的合理思想而又不受传统观念的束缚。例如,波义耳很早就猜想空气中有某种与燃烧密切相关的物质,认为没有空气,火焰或燃烧着的火哪怕维持一点点时间也是困难的,他怀疑空气中存在着一种奇怪的物质。可是他的思维受陈腐的“四元素说”束缚,提出了“火微粒”说,合理的思维被堵塞了。拉瓦锡接受了波义耳的“燃烧与空气有关”的合理思路,他重做波义耳金属煅烧的实验,排除了“火微粒”,通过精确测量金属、空气和容器在煅烧前后的质量变化,发现了金属增加质量的真正原因。拉瓦锡思维的自发灵活性,也是极为优秀罕见的。例如,通过精心仔细的定量分析,证明在密闭容器里进行化学反应,物质质量不增加,也不减少。他不但注意到物质在性质上的变化,而且注意到在数量上的变化,在实验中发现了“物质不灭定律”。这是物质世界的一般公理,也是定量分析的依据。他不但注意到反应物的变化,还注意到周围环境的变化。

2. CCUS 技术^[6]

碳捕集、利用与封存(Carbon Capture, Utilization and Storage,简称CCUS)是指将CO₂从工业过程、能源利用或大气中分离出来,并输送到适宜的场地加以封存和利用,最终实现CO₂减排的技术手段,涉及CO₂捕集、运输、利用和封存等多个环节。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的第六次评估报告(AR6)指出,要实现巴黎协定温控目标,需要利用CCUS技术实现累计千亿吨的碳减排量。在碳中和目标下,CCUS是化石能源低碳利用、工业流程低碳再造的一项关键技术支撑,其延伸的直接空气捕集(DAC)、生物质能碳捕集与封存(BECCS)技术则是实现大气中残余CO₂去除的重要技术选择。美国、欧盟、英国、日本等国家和地区已将CCUS作为实现碳中和目标必不可少的一项减排技术,将其上升到国家战略高度,并发布了一系列战略规划、路线图和研发计划。相关研究表明,在碳达峰、碳中和(以下简称“双碳”)目标下,到2025年中国主要行业对利用CCUS技术实现CO₂减排的需求约为0.24亿吨/年,到2030年约为1亿吨/年,到2040年约为10亿吨/年,到2050年将超过20亿吨/年,到2060年约为23.5亿吨/年。因此,发展CCUS将对我国实现“双碳”目标具有重要的战略意义。

目前,CCUS技术研究热点与重要进展如下:

(1) CO₂ 捕集

CO₂捕集是CCUS技术中的重要环节,也是整个CCUS产业链的最大成本和能耗来源,约占CCUS整体成本的近75%,因此如何降低CO₂捕集成本和能耗是目前面临的主要科学问题。目前,CO₂捕集技术正从基于单一胺的化学吸收技术、燃烧前物理吸收技术等第一代碳捕集技术,向新型

吸收溶剂、吸附技术、膜分离、化学链燃烧、电化学等新一代碳捕集技术过渡。

(2) CO₂ 地质利用与封存

CO₂ 地质利用与封存技术不仅能实现 CO₂ 大规模减排,并且能够提高石油、天然气等资源开采量。CO₂ 地质利用与封存技术目前研究热点包括 CO₂ 强化石油开采、强化气体开采(页岩气、天然气、煤层气等)、CO₂ 采热技术、CO₂ 注入与封存技术及监测等。CO₂ 地质封存的安全性及其泄漏风险是公众对 CCUS 项目最大的担忧,因此长期可靠的监测手段、CO₂-水-岩石相互作用是 CO₂ 地质封存技术研究的重点。

(3) CO₂ 化学与生物利用

CO₂ 化学与生物利用是指基于化学和生物技术将 CO₂ 转化制化学品、燃料、食品等其他产品,其不仅能够直接消耗 CO₂,还能够实现对传统高碳原料的替代,降低石油、煤炭的消耗,兼具直接减排和间接减排效应,综合减排潜力巨大。由于 CO₂ 具有极高的惰性和高 C—C 耦合壁垒,在 CO₂ 利用效率和还原选择性控制上仍具有挑战性,因此目前研究重点集中在如何提高产物的转化效率和选择性上。

(4) DAC 和 BECCS 技术

DAC、BECCS 等新型碳去除(CDR)技术日益受到关注,将在实现碳中和目标后期发挥重要作用。

近年来 CCUS 发展受到了前所未有的重视。从主要国家和地区 CCUS 发展战略看,推动 CCUS 发展以助力碳中和目标实现已在全球主要国家达成广泛共识,极大地推动了 CCUS 科技进步和商业部署。截至 2023 年第二季度,全球处于规划、建设和运行中的商业 CCS 项目数量再创新高,达到了 257 个,比上年同期增加 63 个。若这些项目全部建成运行后捕集能力将到达每年 3.08 亿吨 CO₂,比 2022 年同期的 2.42 亿吨增长 27.3%,但这与国际能源机构(IEA)2050 年全球能源系统净零排放情景下,2030 年全球 CO₂ 捕集量达到 16.7 亿吨/年和 2050 年达到 76 亿吨/年的减排量仍有较大差距,因此在碳中和背景下,需要进一步加大 CCUS 商业化进程。这不仅需要加速领域的科技突破,还需要各国不断完善监管、财税等方面政策措施,以及建立国际通用的新兴 CCUS 技术的核算方法学。

未来在科技研发方面可考虑分步走的战略。近期可聚焦第二代低成本、低能耗 CO₂ 捕集技术研发与示范,实现 CO₂ 捕集在碳密集型行业的规模化应用;发展安全可靠的地质利用封存技术,努力提高 CO₂ 化学与生物利用转化效率。中远期可聚焦面向 2030 年及以后的第三代低成本低能耗 CO₂ 捕集技术研发与示范;开发 CO₂ 高效定向转化合成化学品、燃料、食品等规模化应用新工艺;积极部署直接空气捕集等碳去除技术研发与示范。

① CO₂ 捕集领域。研发高吸收性、低污染和低能耗再生溶剂,高吸附容量和高选择性的吸附材料,以及高渗透性和选择性的新型膜分离技术等。此外,增压富氧燃烧、化学链燃烧、钙循环、酶法碳捕集、混合捕集系统、电化学碳捕集等其他创新技术也是未来值得关注的研究方向。

② CO₂ 地质利用与封存领域。开展和强化对 CO₂ 封存地球化学-地质力学过程的预测性理解、创建 CO₂ 长期安全封存预测模型、CO₂-水-岩相互作用、结合人工智能和机器学习的碳封存智能监测系统(IMS)等技术研究。

③ CO₂ 化学与生物利用领域。通过 CO₂ 高效活化机理研究,开展高转化率和高选择性的 CO₂ 转化利用新型催化剂、温和条件下活化转化途径、多路径耦合的合成转化新途径等技术研究。

参考文献

- [1] 傅献彩,侯文华. 物理化学: 下册: 第 6 版[M]. 北京: 高等教育出版社,2022: 220–221.
- [2] 张德生,徐汪华. 化学史简明教程: 第 2 版[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社,2017.
- [3] 徐建中,马海云. 化学简史[M]. 北京: 科学出版社,2019: 85.
- [4] 姜鹏,郑长龙,袁绪富. 关于“质量守恒定律”化学史教学的几个问题的讨论[J]. 化学教育,2008(9): 77–78.
- [5] 赵匡华. 化学通史[M]. 北京: 高等教育出版社,1990: 67.
- [6] 秦阿宁,孙玉玲. 国际碳捕集、利用与封存发展战略与科技态势分析[J]. 中国科学院院刊,2024,39(08): 1486–1496.



本专题练习巩固分析与答案

课题 1 化学反应中各物质间的定量关系

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	质量守恒定律	宏观: 变化的是物质的种类, 木炭与氧气反应变成了二氧化碳或一氧化碳; 守恒的是① 反应前后各物质的质量总和, 参加反应的木炭和氧气的质量总和等于反应后生成的二氧化碳或一氧化碳的质量总和。② 反应前后元素的种类和质量守恒。 微观: 变化的是分子的种类; 守恒的是原子的种类、个数和质量
2	质量守恒定律	不是。根据质量守恒定律, 生成的二氧化碳和水的质量等于参加反应的蜡烛(即蜡烛减少的质量)和氧气的质量之和
3	质量守恒定律的应用	(1) O_2 (2) X 中一定含有碳元素, 无法确定是否含氢、氧元素 [萨巴蒂尔反应是由法国化学家萨巴蒂尔开发的一种化学反应。该反应涉及二氧化碳(CO_2)和氢气(H_2)在催化剂的作用下生成甲烷(CH_4)和水(H_2O)。该反应在空间站和火星任务等环境中具有重要应用, 因为它可以将呼出的二氧化碳和产生的水再循环利用, 生成可供使用的甲烷和水。] (3) 根据质量守恒定律, 水电解产生的氧气供给呼吸, 产生的氢气则与人呼出的二氧化碳反应生成水, 从而实现了水的循环和氧的再生
4	质量守恒定律的微观解释	○○
5	质量守恒定律的验证实验设计	装置要点: 密闭(图略)。 实验要点: 装置整体称量。 用品: 口径较大的塑料瓶、管径较小的小玻璃瓶(如 10 mL 的小药瓶), 电子天平、鸡蛋壳、食醋。 实验步骤: 在塑料瓶中先放入鸡蛋壳, 将食醋装入小玻璃瓶, 将玻璃瓶小心地放入塑料瓶内, 拧紧瓶盖, 整体称量其质量。将塑料瓶倒置, 使食醋流出后与鸡蛋壳接触发生反应, 再次整体称量质量。比较反应前后的质量

课题 2 化学反应的表示及基本类型

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	化学方程式的书写	(1) $3Fe + 2O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} Fe_3O_4$ (2) $2H_2O_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2H_2O + O_2 \uparrow$ (3) $C + 2CuO \xrightarrow{\text{高温}} 2Cu + CO_2 \uparrow$

(续表)

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
2	化学方程式的书写和化学反应的基本类型	$\text{H}_2 + 2\text{CuO} \xrightarrow{\triangle} 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 置换反应
3	化学方程式的计算	解: 500 L 氧气的质量约为: $500 \text{ L} \times 1.429 \text{ g/L} = 714.5 \text{ g}$, 3 名航天员每天共需要氧气的质量约为: $714.5 \text{ g} \times 3 = 2143.5 \text{ g}$ 设每天至少需要电解水的质量为 x 。 $\frac{2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow}{2 \times (1 \times 2 + 16) \quad \quad \quad 16 \times 2}$ $\frac{x}{36} = \frac{32}{2143.5 \text{ g}}$ $x \approx 2411.4 \text{ g}$ <p>答: 每天至少需要电解 2411.4 g 水。</p>
4	化学方程式的计算	不能达成目的。 解: 4 g 含碳酸钙 90% 的石灰石中碳酸钙的质量为: $4 \text{ g} \times 90\% = 3.6 \text{ g}$ 。 设 4 g 含碳酸钙 90% 的石灰石与足量稀盐酸反应能产生二氧化碳的质量为 x 。 $\frac{\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow}{40 + 12 + 16 \times 3 \quad \quad \quad 12 + 16 \times 2}$ $\frac{3.6 \text{ g}}{\frac{100}{x}} = \frac{44}{x}$ $x = 1.584 \text{ g}$ <p>4 瓶二氧化碳的质量约为: $250 \times 10^{-3} \text{ L} \times 1.997 \text{ g/L} \times 4 = 1.997 \text{ g}$ 答: 1.584 g 小于 1.997 g, 所以不能达成目的。</p>

专题复习

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
1	质量守恒定律的应用	D
2	化学反应的基本类型	D
3	化学方程式的含义	D
4	化学变化的微观含义	①②⑤⑥
5	质量守恒定律的应用	铜、氢、氧、碳元素
6	质量守恒定律的应用、化学反应的基本类型	X 化学式为 CO, 基本反应类型: 置换反应
7	化学反应的基本类型	(1) ② (2) ③ (3) ④ (4) ⑤ (5) ① (6) 合理即可, 如 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ 化合反应
8	化学方程式的书写	$4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \xrightarrow[\triangle]{\text{催化剂}} \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
9	化学方程式的计算	解: 设 5.8 g 丁烷完全燃烧生成二氧化碳的质量为 x 。 $\begin{array}{rcl} 2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 & \xrightarrow{\text{点燃}} & 10\text{H}_2\text{O} + 8\text{CO}_2 \uparrow \\ 2 \times (12 \times 4 + 1 \times 10) & & 8 \times (12 + 16 \times 2) \\ 5.8 \text{ g} & & x \\ \frac{116}{5.8 \text{ g}} = \frac{352}{x} \\ x = 17.6 \text{ g} \end{array}$ 答: 5.8 g 丁烷完全燃烧可以生成二氧化碳 17.6 g。
10	化学方程式的计算	(1) $3\text{H}_2 + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ (2) 解: 设被转化的二氧化碳的质量为 x 。 $\begin{array}{rcl} 3\text{H}_2 + \text{CO}_2 & \xrightarrow{\text{催化剂}} & \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \\ 12 + 16 \times 2 & & 12 + 1 \times 4 + 16 \\ x & & 320 \text{ g} \\ \frac{44}{x} = \frac{32}{320 \text{ g}} \\ x = 440 \text{ g} \end{array}$ 答: 被转化的二氧化碳的质量为 440 g。

(续表)

题号	知识点	答案(以及必要的解题思路提示)
11	化学方程式的计算	<p>剩余固体中二氧化锰 1 g、氯酸钾 0.55 g、氯化钾 1.49 g。</p> <p>(1) 二氧化锰是催化剂,在反应前后质量不变,所以剩余固体中二氧化锰质量为 1 g</p> <p>(2) 反应过程中产生氧气的质量为: $1\text{ g} + 3\text{ g} - 3.04\text{ g} = 0.96\text{ g}$, 根据化学方程式计算生成这些氧气,同时生成氯化钾的质量为 1.49 g,还剩余氯酸钾的质量为 $3.04\text{ g} - 1\text{ g} - 1.49\text{ g} = 0.55\text{ g}$</p>
12	质量守恒定律及化学方程式的计算	<p>错误。根据化学方程式 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 可知,在反应中,过氧化氢中的氧元素,除了生成氧气,还有一部分转化成了水,所以,得到的氧气一定小于 3.2 g</p>

《化学综合活动手册》参考答案

专题4 水的性质与组成

课题1 水的性质

水为什么有三态变化

1. 没有 没有 有 变大 加快
2. 氧气瓶内至少含有 3.76×10^{22} 个氧分子
氧气能被压缩到氧气瓶中
氧气能供给呼吸,二氧化碳却不能
3. C 4. C 5. B 气体分子间间隔大于液体分子间间隔 6. D
- 分子之间有间隔
• 同种分子性质相同,不同种分子性质不相同
• 分子的质量轻,体积小

水有哪些独特的性质

1. (1) 水+二氧化碳→碳酸 (2) 水+氧化钙→氢氧化钙 (3) 配制溶液等 (4) 用作冷却剂等 (5) 制作碳酸饮料等 (6) 用作建筑材料等
2. 内陆地区比沿海地区的昼夜温差大
用冰袋给发热患者降低体温
将绣花针轻轻地放在水面上,绣花针不会下沉
北方的冬天,河流浮冰下的水仍可流动,鱼能照常生存
用蒸馏水配制生理盐水
- 水具有表面张力
• 水的比热容较大
• 水具有反常膨胀的特性
• 水有极强的溶解能力
3. (1) 紫色的液体变红色 碳酸 (2) ① 发烫 放出 ② 石灰水 ③ 澄清的液体变浑浊 二氧化碳+氢氧化钙→碳酸钙+水 ④ 液体由无色变红色 4. 铁丝在氧气中燃烧的实验中,集气瓶底部留有水,是为了冷却溅落的熔落物,防止集气瓶底炸裂(合理即可)

【生活与社会】

1. C 2. B 3. C 4. D 5. (1) 化学变化 水蒸气冷凝成液滴时的颗粒直径,环境的湿度、温度等 (2) D (3) 温度过低,水不易生成水蒸气(合理即可)

【观念与思维】

紫色 紫色 红色 水和二氧化碳都不能使紫色石蕊试纸变色,只有碳酸才能使紫色石蕊试纸变红色 证明有新物质生成

【实践与制作】

略

课题2 水的自然循环与人工净化

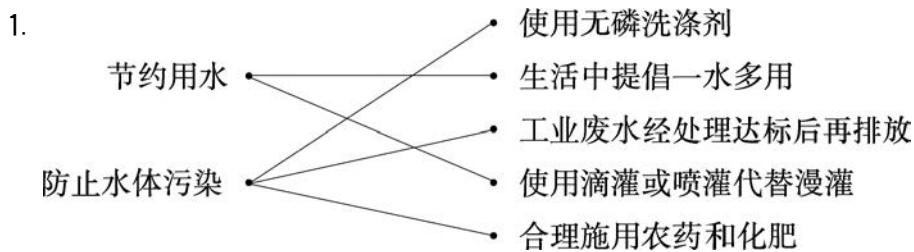
水在自然界中如何循环和净化

1. (1) 在太阳辐射及植物的蒸腾作用下,水逐渐蒸发成为水蒸气;这些水蒸气上升到达高空时遇冷凝结成小水滴,小水滴集聚形成云;云层随风飘移中再遇冷又转变为雨或雪,降落到地表形成径流,促进了水的迁移。以上过程周而复始形成了水循环(合理即可) (2) 蒸发、稀释、沉淀、吸附、氧化、分解等 (3) 水体依靠水的循环或水中的微生物等去除污浊和杂质,如果水体中的污染物数量超过了水体自净能力,水体就会被污染 2. C

水有哪些人工净化的方法

1. B 2. (1) 难溶性杂质 (2) B (3) 吸附 (4) 混合物 (5) D 3. (1) 减少 (2) 碳酸钙难溶于水 (3) 醋酸(或柠檬酸,合理即可)

如何合理开发和利用水资源



2. (1) ① 氯化钠(合理即可) ② B ③ 海水中除水分子外的其他微观粒子比淡水中的多 ④ 难溶于水(或不与水反应,合理即可) ⑤ 生活用水(或工业用水,合理即可) (2) ① 吸收 间隔 ② 沸点
3. (1) 过滤 (2) A,D (3) 经处理后的再生水可用于城市绿化、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工以及生态景观等

【生活与社会】

1. B 2. B 3. B 4. (1) 过滤 (2) 活性炭 5. (1) ① C ② B (2) 过滤棉的孔隙大于细菌等微生物 (3) “生命吸管”无法去除海水中的可溶性盐

【实践与制作】

略

课题3 水的组成

怎样通过实验研究水的组成

1. 淡蓝 可燃 氢气+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 水 化合反应 2. (1) 负极 (2) 2 : 1 (3) 小木条燃烧更旺 O₂ (4) 水 $\xrightarrow{\text{通电}}$ 氢气+氧气 分解反应 (5) 前者水分子没有改变,后者水分子发生改变

3. (1) 点燃氢气前要去除水蒸气 (2) 较少 (3) B

水在通电后分子发生了什么变化

1. 水分子 物理 氢分子和氧分子 2. (1) 错误。水分子中含有氢原子和氧原子 (2) 正确
(3) 正确 (4) 正确 (5) 正确 (6) 错误。该反应属于分解反应

【生活与社会】



【观念与思维】

1. D 2. (1) 过滤 吸附、去除水中异味等 不合理。小卵石间存在的间隙可去除水中较大的固体杂质,而石英砂的间隙较小,只能去除水中较细小的颗粒,两者位置交换会降低净水效率(或先通过小卵石进行粗过滤,后通过石英砂进行细过滤,这样可以提高净水效率,合理即可)
(2) ① 2 : 1 ② 水分子 ③ ① 水可以使装置形成密闭系统,通过观察导管口是否有气泡冒出来确定装置是否漏气;② 用水先排出集气瓶中原有的空气,收集的气体纯度更高,同时便于观察气体是否集满;③ 水起到润滑的作用

【课题与研究】

略

专题复习

一、1. D 2. D 3. B 4. D 5. C 6. C 7. C 8. B 9. C 10. C 11. B 12. C

- 二、13. (1) 氧分子在不断地运动时扩散至瓶外 (2) 温度升高,氧分子运动速度变快 (3) 氧气的密度大于空气 (4) 21% 14. (1) A、B、C D (2) ① 物理 活性炭 ② 混合物 (3) D
15. (1) c (2) 相同条件下,氢气在水中的溶解度小于氧气 (3) 小木条燃烧更旺 (4) 
(5) ① 电压越大,电解水的速率越快 ② 电压 12 V 和 10% 的氢氧化钠溶液

专题 5 物质的微观构成

课题 1 构成物质的微观粒子

物质由哪些微观粒子构成



3. C 4. D 5. (1) 分子构成不同 (2) 水分子 氢原子、氧原子

【生活与社会】

分子 分子 分子 原子 分子 原子 分子 分子 原子

【观念与思维】

B

【实践与制作】

B

原子能否再分

1. 原子核 质子 中子 核外电子 2. 核电荷数 质子数 电子数 质子数 3. 1 6 8
11 D

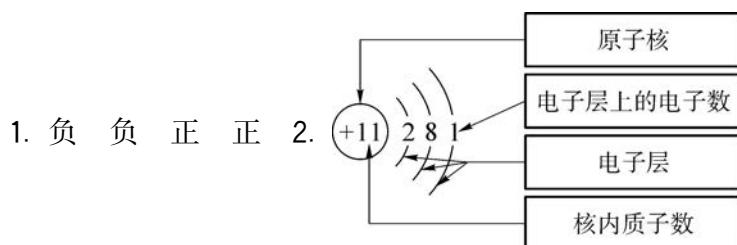
【观念与思维】

1. 质子 电子 2. D 3. α 粒子未发生偏转 α 粒子弹回 α 粒子发生偏转

【课题与研究】

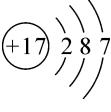
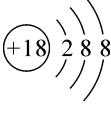
(1) CH_4 H_2 SO_2 He (2) CH_4 、 SO_2 (3) 不同意。氢气由氢分子构成,每个氢分子由两个相同的氢原子构成。科学理论的发展需要大胆创新,小心求证(或科学理论是不断传承和发展的,合理即可)

离子是怎样形成的



原子种类	核电荷数	原子结构示意图	第一电子层的电子数	第二电子层的电子数	第三电子层的电子数
氢	1	(+1) 1	1	—	—
氦	2	(+2) 2	2	—	—
锂	3	(+3) 2 1	2	1	—
钠	11	(+11) 2 8 1	2	8	1

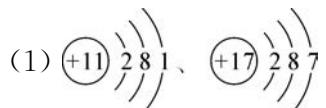
续 表

原子种类	核电荷数	原子结构示意图	第一电子层的电子数	第二电子层的电子数	第三电子层的电子数
氯	17		2	8	7
氩	18		2	8	8

4. D 5. B

【观念与思维】

1. B 2. 氧气、氮气 金刚石、氩气 氯化钠、碳酸钠

【课题与研究】(1)  (2) 得到 (3) 核电荷数和质子数相同,最外层电子数和电子层数

不同

如何计量原子的质量1. $\frac{1}{12}$ 相对原子质量 没有 2. 总和 18 71 3. 23 4. B**【生活与社会】**

1. B 2. C 3. (1) 38 (2) 88

课题 2 组成物质的元素**什么是元素**1. 质子数(或核电荷数) 氧元素 2. 原子 分子 3. 单质 化合物 4. C H 2H 3Fe
 Al^{3+} O^{2-} **【生活与社会】**

1. (1) 四 化合物 (2) 化合物 16 1:4 2. (1) 单质 分子间距离 (2) ① 错误。物理变化中分子不发生改变(合理即可) ② 正确

【观念与思维】

(1) 原子总数不同、原子种类不同、分子结构不同等 (2) 分子中都含有氧原子 (3) 在化学变

化中,分子可以分成原子,原子也可以重新组合成新的分子(或在化学变化的前后原子的种类和个数没有改变等,合理即可)

如何对元素进行编排

1. 原子序数 2. 原子序数 相对原子质量 非金属

【观念与思维】

1. D 2. A 3. (1) 门捷列夫(合理即可) (2) 原子序数 (3) S 非金属 (4) A (5) 原子序数与元素原子的核电荷数在数值上相等;金属元素集中在元素周期表的左边,非金属元素主要集中在元素周期表的右上部(合理即可)

如何使用化学符号表示物质的组成

1. (1) 表示铜元素(或表示一个铜原子,或表示铜单质) (2) 表示一个氯分子(或表示一个氯分子由两个氯原子构成,或表示氯气由氯元素组成) (3) 表示二氧化碳气体(或表示一个二氧化碳分子,或表示二氧化碳由碳元素和氧元素组成,或表示一个二氧化碳分子由一个碳原子和两个氧原子构成) 2. (1) 水这种物质 (2) 一个水分子 (3) 水由氢元素、氧元素组成 (4) 一个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成 3. 数目 0 0

元素名称	元素符号	主要化合价	原子团名称	原子团符号	主要化合价
氧	O	-2	氢氧根	OH ⁻	-1
钠	Na	+1	碳酸根	CO ₃ ²⁻	-2
铁	Fe	+2、+3	硝酸根	NO ₃ ⁻	-1
氯	Cl	-1	硫酸根	SO ₄ ²⁻	-2
硫	S	-2	铵根	NH ₄ ⁺	+1

4. N₂ CO₂ O₂ C Fe NaCl MgO CaCO₃

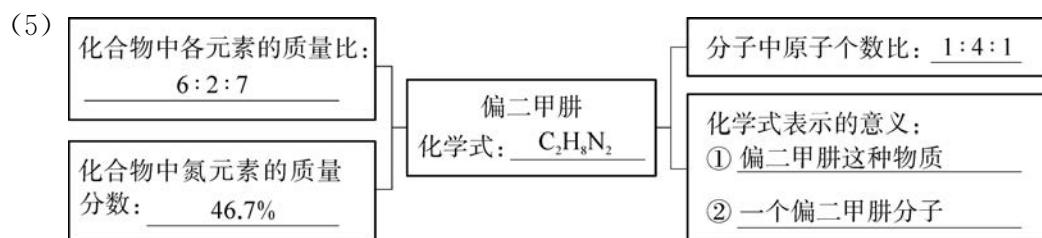
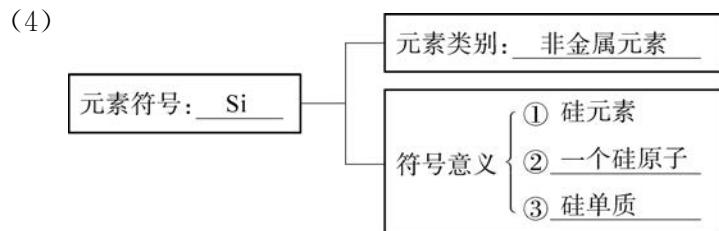
常见物质	化学式	常见物质	化学式
氮气	N ₂	氧化亚铁	FeO
五氧化二磷	P ₂ O ₅	四氧化三铁	Fe ₃ O ₄
氯化铵	NH ₄ Cl	碳酸钠	Na ₂ CO ₃
氯化亚铁	FeCl ₂	硫酸钙	CaSO ₄

6. (1) 一个氢分子中含有两个氢原子 (2) 两个氢原子 (3) 前“2”表示两个氢分子,后“2”表示一个氢分子中含有两个氢原子 (4) 两个钙原子 (5) 两个钠离子 (6) 两个氢氧根离子 7. 46

2 : 6 : 1 24 : 6 : 16 0.13

元素名称	碳	氢	氮	镁	铝	硅	氧
元素符号	C	H	N	Mg	Al	Si	O
主要化合价	+2、+4	+1	-3、+5	+2	+3	+4	-2

(2) -2 0 (3) SiO_2



【生活与社会】

1. C 2. B

【观念与思维】

物质	氧气	二氧化碳
宏观: 组成的元素	氧元素	氧元素和碳元素
微观: 构成的微观粒子	氧分子	二氧化碳分子

2. N_2O_5 五氧化二氮 NO 一氧化氮 3. B C D

元素	原子结构示意图	主要化合价
钠		+1
氯		-1、+7

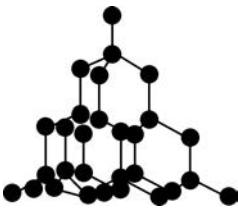
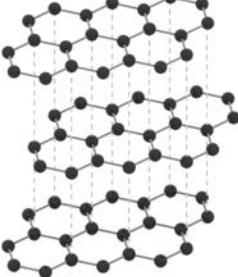
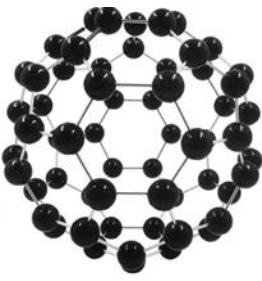
正 最外层电子数

【课题与研究】

略

课题 3 结构多样的碳单质

碳元素何以组成多样的碳单质

1. 结构模型图	名称	物理性质	用途
	金刚石	透明、硬度大的固体	用来制作钻头,用于切割玻璃、削磨金属
	石墨	细鳞片状固体,质软,具有良好的导电性、导热性、润滑性	用作导电材料、耐高温材料、润滑剂
	足球烯	粉末状固体,有很高的机械强度、优异的电学特性	用作新型材料,用于新型电池等
碳元素能组成多种碳单质的原因	碳原子的空间排列组合不同		

2. (1) 硬度大 (2) 稳定 3. 木炭 活性炭 焦炭 混合物 用作吸附剂 4. B 5. A

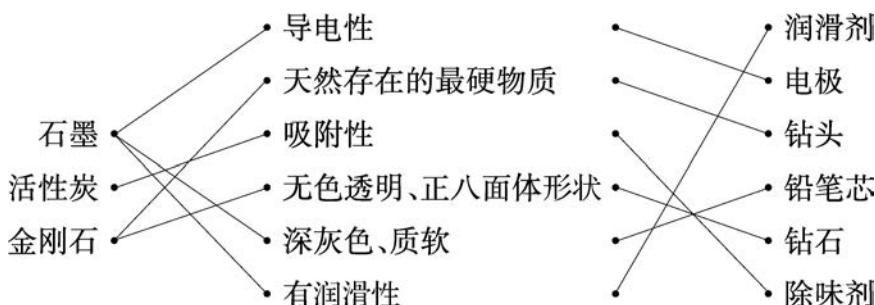
【观念与思维】

1. A 2. B

【生活与社会】

1. 耐高温 能导电 石墨

2.



【实践与制作】

活性炭悬浮于液体中,干扰对液体颜色的观察 实验方案略

【课题与研究】

略

碳有哪些重要的化学性质

1. 性质稳定 能与氧气反应,氧气充足时生成二氧化碳,氧气不足时生成一氧化碳 能与氧化铜反应,生成铜和二氧化碳;能与二氧化碳反应生成一氧化碳 2. 碳+二氧化碳 $\xrightarrow{\text{高温}}$ 一氧化碳 减少污染、方便运输(合理即可) 3. (1) 无 (2) 红 变浑浊 碳+氧化铜 $\xrightarrow{\text{高温}}$ 铜+二氧化碳 (3) 防止石灰水倒吸导致试管破裂,同时也防止外界空气进入使铜氧化

【生活与社会】

木炭在氧气充足的情况下反应生成二氧化碳,在氧气不充足的情况下反应生成一氧化碳,一氧化碳有毒

【观念与思维】

1. A 2. B 3. (1) CuO C Cu CO₂ (2) 碳+二氧化碳 $\xrightarrow{\text{高温}}$ 一氧化碳 (3) 氧气充足
碳+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化碳

专题复习

一、1. A 2. B 3. B 4. D 5. A 6. B 7. B 8. A,D 9. D 10. A,B

二、11. (1) 2O Na⁺ CaO Na₂CO₃ (2) 3 +5 23 : 48 106.5 12.6 12.01 6 6

13. (1) CH₄ O₂ (2) 甲烷+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 水+二氧化碳 14. (1) 防止冷凝水倒流导致试管底部破裂 (2) 灼热的木炭与反应过程中产生的二氧化碳反应生成一氧化碳

专题 6 化学变化及其表示

课题 1 化学反应中各物质间的定量关系

化学反应中物质的质量发生变化吗

1. (2) 试管中出现蓝色沉淀 (3) 参加反应的硫酸铜和氢氧化钠的质量总和等于生成的氢氧化铜和硫酸钠的质量总和 2. 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 3. (1) 错误。质量守恒定律针对的是化学反应,蔗糖与水混合是物理变化 (2) 错误。实验中没有考虑参加反应的氧气的质量,实验遵循质量守恒定律 (3) 错误。实验中木炭和氧气反应,生成了二氧化碳气体,尽管反应后固体的质量减少,但是实验遵循质量守恒定律

如何从微观视角认识质量守恒定律

1.	参加反应的微观粒子		反应后生成的微观粒子	
	名称	数目	名称	数目
	氧分子	1个	二氧化碳分子	2个
	一氧化碳分子	2个		

2. B 3. D 4. C 5. 质量 种类 数目 质量

【生活与社会】

略

【课题与研究】

(1)	年代	科学家	实验过程	实验结论
	1673	波义耳	将汞置于密闭容器内加热, 加热后打开容器盖, 称量固体	固体质量较反应前增加
	1756	罗蒙诺索夫	在密闭容器中煅烧金属	某一物质减少了多少, 另一种物质就会补充上多少
	1774	拉瓦锡	将铜放在密闭容器中加热, 冷却后称量容器及药品的质量	化学反应前后, 物质的总质量不会变化

(2) 波义耳在实验中打开容器盖后,外界的空气进入,使得汞与空气中的氧气反应,导致了固体质量的增加,因此没有得出质量守恒定律

【实践与制作】

略

课题2 化学反应的表示及基本类型

如何表示化学反应

1. (1) 错误。因为化学方程式还需表明该反应在点燃的条件下进行,并且体现出反应前后铁原子和氧原子的数目相等 (2) 错误。因为该式中磷原子的个数不守恒 2. (1) 错误。应读作:碳与氧气在点燃条件下反应生成二氧化碳 (2) 错误。应为:每1个碳原子和1个氧分子,在点燃条件下生成1个二氧化碳分子 (3) 错误。化学反应前后各原子的数目是保持不变的

3. 反应前: 反应后:

如何书写化学方程式

1. 书写步骤	书写要求	书写过程
第一步	根据反应事实,在式子的左、右两边分别写出反应物和生成物的化学式,中间用短线连接	$H_2O \longrightarrow H_2 + O_2$
第二步	配平化学方程式,并检查式子左右两边各元素的种类和数目,把短线改为等号	$2H_2O = 2H_2 + O_2$
第三步	标明化学反应所需要的条件和部分生成物的状态符号	$2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$

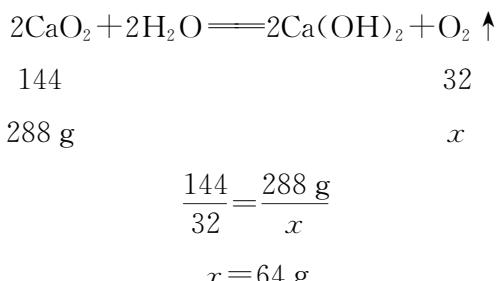
2. (1) 错误。生成物应为水和氧气 (2) 错误。氢氧化铜是沉淀,需标注“ \downarrow ” (3) 错误。反应物中有气体,生成的气体无须标注“ \uparrow ” (4) 正确 3. (1) $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$

(2) $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 \downarrow + H_2O$ 4. (1) $2Mg + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2MgO$ (2) KCl, O_2 $2NaClO_3 \xrightarrow[\triangle]{\text{催化剂}}$

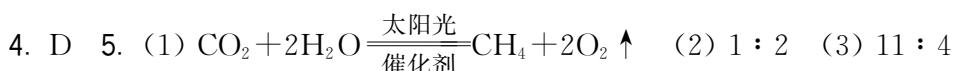
$2NaCl + 3O_2 \uparrow$ 5. (1) 1 2 1 1 (2) $C + 2CuO \xrightarrow{\triangle} 2Cu + CO_2 \uparrow$

化学方程式中蕴含着哪些信息

1. (1) $2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2H_2O$ (2) 反应只生成了水 (3) 18 2. (1) 1 : 3 (2) 88
3. 解: 设最多可以产生氧气的质量为 x , 则

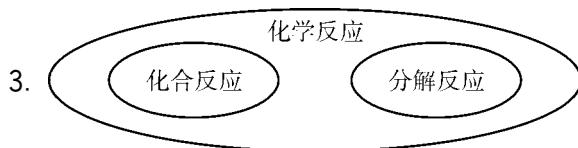


答：最多可以产生 64 g 氧气。



有哪些化学反应的基本类型

1. 石灰石与稀盐酸混合
 高温煅烧石灰石
 一氧化碳燃烧
 木炭与氧化铜加热
- 化合反应
 • 分解反应
 • 置换反应
 • 复分解反应
2. 不同。尽管产物相同，但是反应物中碳是单质，碳与氧化铁的反应属于置换反应；而一氧化碳与氧化铁的反应，是化合物与化合物的反应，不属于置换反应



【观念与思维】

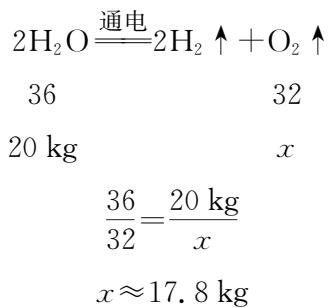
变化	物质	反应物： H_2CO_3 生成物： $\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2$
	反应条件	常温
	反应类型	分解反应
守恒	宏观	每 62 g 碳酸能分解成 18 g 水和 44 g 二氧化碳
	微观	1 个碳酸分子反应生成 1 个水分子和 1 个二氧化碳分子

专题复习

一、1. B 2. A 3. D 4. C 5. D 6. B 7. A 8. C,D 9. A,D

二、10. (1) $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$ (2) 不能。因为第一次称量时没有考虑氧气，反应物的质量不准确；第二次称量时没有考虑飘散的白烟，生成物的质量也不准确 11. (1) 3 1 1 1 3 (2) 小于 12. (1) 8 : 1 (2) 1 200 13. (1) 40 (2) $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ (3) 2 : 1 : 2

(4) C、H 14. (1) 氢、氧原子的种类和个数 分子的种类 (2) 解：设最多可以产生氧气的质量为 x ，则：



答：最多可以产生约 17.8 kg 氧气。

(3) 可以吸收空间站中产生的二氧化碳，生成的水经过净化，又可以继续供航天员使用

后记

本书根据教育部颁布的《义务教育化学课程标准(2022年版)》和《义务教育教科书(五·四学制) 化学 八年级 全一册》编写。编写过程中,许多专家和社会各界朋友十分关心并提出很多意见和建议。在此一并表示诚挚的敬意!

按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定,我们已尽量寻找著作权人支付报酬。著作权人若有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

欢迎广大师生和其他读者来电来函指出书中的差错和不足,提出宝贵意见,我们将不断修订,使本书趋于完善。

联系方式:

电话: 021-64848025

邮箱: jc@sstp.cn

本书图片提供信息：

本书中的图片由视觉中国等提供。

经上海市教材审查和评价委员会审查
准予使用 准用号 SD-CJ-2024031

YIWU JIAOYU JIAOKESHU
HUAXUE JIAOXUE CANKAO ZILIAO



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5478-6988-8

9 787547 869888 >

定价：41.00 元