

普通高中  
化学课程标准

日常修订版

(2017年版2025年修订)

# 目 录

一、课程性质 .....	1
二、课程理念 .....	2
三、课程目标 .....	4
(一) 学科核心素养内涵 .....	4
(二) 目标要求 .....	6
四、课程结构 .....	8
(一) 设计依据 .....	8
(二) 结构 .....	9
(三) 学分与选课 .....	10
五、课程内容 .....	11
(一) 必修课程 .....	11

(二) 选择性必修课程 .....	27
(三) 选修课程 .....	51
<b>六、学业质量 .....</b>	<b>62</b>
(一) 学业质量内涵 .....	62
(二) 学业质量描述 .....	62
(三) 学业质量标准的应用 .....	66
<b>七、实施建议 .....</b>	<b>67</b>
(一) 教学与评价建议 .....	67
(二) 学业水平考试建议 .....	77
(三) 教材编写建议 .....	82
(四) 地方和学校实施本课程的建议 .....	85
<b>附录 .....</b>	<b>89</b>
附录1 化学学科核心素养的水平划分 .....	89
附录2 教学与评价案例 .....	93
附录3 学生必做实验索引 .....	104

# 一、课程性质

化学是研究物质的组成、结构、性质、转化及应用的一门基础学科，其特征是在原子、分子水平上认识物质，通过化学变化创造物质。化学是自然科学的重要组成部分，与物理学共同构成物质科学的基础，是揭示元素到生命奥秘的核心力量，是材料科学、环境科学、能源科学、信息科学和航空航天工程等现代科学技术的重要基础。化学在应对能源危机、环境污染、突发公共卫生事件等人类面临的重大挑战，以及推动人类社会的可持续发展中发挥着不可替代的作用。

普通高中化学课程作为一门自然科学课程，与义务教育化学或科学课程相衔接，具有基础性和实践性，对落实立德树人根本任务、促进学生德智体美劳全面发展具有重要价值。普通高中化学课程为学生的终身学习和发展奠定重要基础，对于弘扬科学精神、传承科学文化和培养高素质、创新型人才具有重要作用。

## 二、课程理念

### 1. 以发展化学学科核心素养为主旨

立足于学生适应现代生活和未来发展的需要，充分发挥化学课程的育人功能，提出五个方面的化学学科核心素养，构建促进学生全面发展的高中化学课程目标体系。

### 2. 构建满足学生多元发展需求的课程结构

设置有层次、多样化、可选择的化学课程，拓展学生的学习空间，在保证学生共同基础的前提下，进一步为学生提供更多样的化学课程，以更好地适应学生未来发展的不同需求。

### 3. 选择体现基础性和时代性的课程内容

基于人类探索物质及其变化的历史与化学科学发展的趋势，引导学生进一步学习化学的原理和方法，形成化学学科的基本观念；结合学生已有的经验和将要经历的社会生活实际，以及化学研究的重要成果，引导学生关注与化学有关的社会问题及科技创新发展面临的重大挑战，形成人与自然和谐共生的理念，培养学生的社会责任感、参与意识和决策能力。

#### **4. 重视开展“核心素养导向”的教学**

倡导真实问题情境的创设，开展以化学实验为主的多种探究实践活动，重视教学内容的结构化设计，激发学生学习化学的兴趣，促进学生学习方式的转变，培养学生的创新精神和实践能力。

#### **5. 倡导基于化学学科核心素养的评价**

依据化学学业质量标准和学业要求，评价学生在不同学习阶段化学学科核心素养的达成情况，积极倡导“教—学—评”一体化，使每个学生化学学科核心素养得到充分的发展。

## 三、课程目标

根据普通高中教育培养目标、化学课程性质和理念，提出本课程应着力培养的学科核心素养，确立了课程目标。

### （一）学科核心素养内涵

学科核心素养是学科育人价值的集中体现，是学生通过学科学习逐步形成的正确价值观、必备品格和关键能力。高中化学学科核心素养是高中学生发展核心素养的重要组成部分，是学生综合素质的具体体现，反映了社会主义核心价值观引领下化学学科育人的基本要求，全面展现了化学课程学习对学生未来发展的重要价值。

化学学科核心素养包括“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”五个方面。

#### 1. 宏观辨识与微观探析

从不同层次认识物质的多样性，并对物质进行分类；从元素视角和原子、分子水平认识物质的组成、结构、性质和变化，形成“结构决定性质”的观念。从宏观和微观相结合的视角分析与解决实际问题。

## 2. 变化观念与平衡思想

认识物质是运动和变化的，知道化学变化需要一定的条件，并遵循一定的规律；认识化学变化的本质特征是有新物质生成，并伴有能量转化；认识化学变化有一定限度、速率，是可以调控的。多角度、动态地分析化学变化，运用化学反应原理解决实际问题。

## 3. 证据推理与模型认知

具有证据意识，基于证据对物质组成、结构及其变化提出可能的假设，通过分析推理加以证实或证伪；建立观点、结论和证据之间的逻辑关系。通过分析、推理等方法认识研究对象的本质特征、构成要素及其相互关系，建立模型，运用模型解释化学现象，解决化学问题。

## 4. 科学探究与创新意识

认识科学探究是进行科学发现和解释、应用和创新的科学实践活动；发现和提出有探究价值的问题；从问题和假设出发，依据探究目的，设计探究方案，运用化学实验、调查等方法进行科学探究；勤于实践，善于合作，敢于质疑，勇于创新。

## 5. 科学态度与社会责任

具有严谨求实、崇尚真理的科学态度，牢固树立安全意识；深刻认识化学对创造更多物质财富和精神财富、满足人民日益增长的美好生活需要的重大贡献；具有节约资源、保护环境的可持续发展意识，养成简约适度、绿色低碳的生活方式；积极参与有关化学问题的社会实践活动。

上述五个方面贯穿高中学生的化学学习过程，各有侧重，相辅相成。“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”要求学生形成化学学科的思想和方法；“科学探究与创新意识”从实践层面激励学生勇于创新；“科学态度与社会责任”进一步揭示了化学学习更高层次的价值追求。

上述化学学科核心素养将化学知识与技能的学习、化学基本观念的建构、科学探究与问题解决能力的发展、创新意识和社会责任感的形成等多方面的要求融为一体，体现了化学课程在帮助学生形成未来发展需要的正确价值观、必备品格和关键能力中所发挥的重要作用。

## （二）目标要求

根据化学学科核心素养的具体要求，结合高中化学课程内容和学生实际，提出高中化学的课程目标。

1. 通过观察能辨识一定条件下物质的形态及变化的宏观现象，初步掌握物质及其变化的分类方法，能运用符号表征物质及其变化；能从物质的微观层面理解其组成、结构和性质的联系，形成“结构决定性质，性质决定应用”的观念；能根据物质的微观结构预测物质在特定条件下可能具有的性质和发生的变化，并能解释其原因。

2. 认识物质是在不断运动的，物质的变化是有条件的；能从内因与外因、量变与质变等方面较全面地分析物质的化学变化，关注化学变化中的能量转化；能从不同视角对纷繁复杂的化学变化进行分类研究，逐步揭示各类变化的特征和规律；能用对立统一、联系发展和动态平衡的观点考察化学反应，预测在一定条件下某种物质可能发生的化学变化。

3. 初步学会收集各种证据，对物质的性质及其变化提出可能的假设；基于证据进行分析推理，证实或证伪假设；能解释观点、结论与证据之间的关系，确定形成科学结论所需要的证据和寻找证据的途径；能认识化学现象与模型之间的联系，能运用多种模型来描述和解释物质的结构、性质和变化，预测物质及其变化的可能结果；能依据物质及其变化的信息建构模型，建立解决复杂化学问题的思维框架。

4. 能发现和提出有探究价值的化学问题，能依据探究目的设计并优化实验方案，完成实验操作，能对观察记录的实验信息进行分析推理

并获得结论；能和同学交流实验探究的成果，提出进一步探究或改进的设想；能尊重事实和证据，破除迷信，崇尚真理，反对伪科学；养成独立思考、敢于质疑和勇于创新的精神。

5. 具有严谨求实的科学态度和安全意识；形成真理面前人人平等的意识；增强探究物质性质和变化的兴趣，关注与化学有关的社会热点问题，认识环境保护和资源合理开发的重要性，具有“绿色化学”观念和可持续发展意识；能较深刻地理解化学、技术、社会和环境之间的相互关系，认识化学对社会发展的重大贡献，能运用已有知识和方法理性分析化学变化对自然和社会可能带来的各种影响，强化社会责任意识，积极参与有关化学的社会性科学议题的讨论和决策。

## 四、课程结构

### （一）设计依据

#### 1. 依据普通高中课程方案，满足学生发展的多元需求，设置必修、选择性必修和选修课程

依据普通高中课程方案，在义务教育化学或科学课程的基础上，为学生提供基础性、多样化和可选择的课程。必修课程为全体学生奠定共同基础；选择性必修课程根据学生个性发展和升学考试的需要设置；选修课程满足不同学生的学习兴趣与个人需求，赋予学生和学校更大的选择权和自主权。

#### 2. 借鉴国内外课程研究成果、反映课程实施的现实需要，设计课程组织形式

在对基础教育阶段化学课程的国际比较研究及国内课程实施经验和问题调研的基础上，优化设计课程组织形式。基于全体学生共同学习的特点，必修课程内容依据主题组织，提高课程实施的整体性。基于课程的定位和学生的升学需求，选择性必修课程采用模块结构，以体现化学学科不同内容领域的特点及其与高等教育化学课程的关联性，体现课程的阶段性和系统性。选修课程采用系列模式，利于学生的自主选修和

学校的自主开设，以提高课程的兼容性和灵活性。

### 3. 基于化学学科特点及核心素养内涵，确定课程内容体系

普通高中化学课程以全面发展学生化学学科核心素养为主旨，确定课程的主题、模块和系列。在必修课程阶段，突出化学基本观念的统领作用，设置5个主题，努力体现化学基本观念与学科发展趋势，促进全体学生化学学科核心素养的发展，以适应未来社会发展需求。在选择性必修课程中，依据化学学科的基础性研究领域，设置3个模块，引导学生更深入地认识化学科学，了解化学研究的内容与方法，提升学生化学学科核心素养水平，促进学生树立进一步探索化学的志向。在选修课程中，综合体现化学学科的特点、社会发展价值和时代性，以及化学学科核心素养的多样性内涵，设置3个系列，拓展学生的化学视野，深化对化学科学及其价值的认识，既利于激发学生的学习兴趣 and 求知欲，又利于校本化的课程开设和管理。

## （二）结构

普通高中化学课程由必修、选择性必修和选修三类课程构成（如图1所示）。

必修课程是全体学生必须修习的课程，是普通高中学生发展的共同基础。包括“化学科学与实验探究”“常见的无机物及其应用”“物质结构基础与化学反应规律”“简单的有机化合物及其应用”“化学与社会发展”5个主题。

选择性必修课程是学生根据个人需求与升学考试要求选择修习的课程。设置“化学反应原理”“物质结构与性质”“有机化学基础”3个模块。

选修课程是学生自主选择修习的课程，面向对化学学科有不同需求的学生，设置“实验化学”“化学与社会”“发展中的化学科学”3个系列。

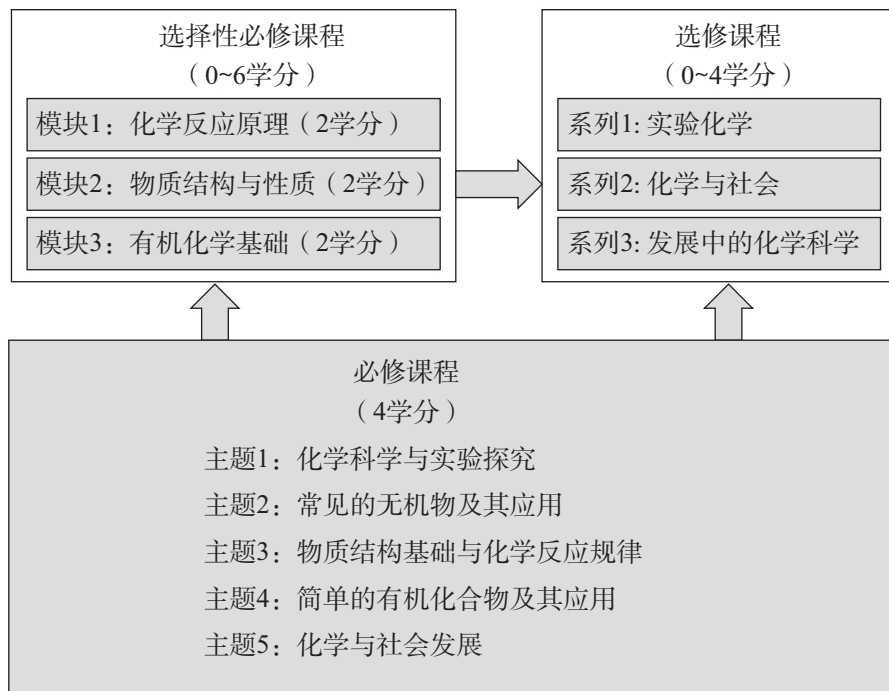


图1 课程结构示意图（注：箭头表示建议的学习路径）

### （三）学分与选课

#### 1. 学分设置

必修课程共4学分。选择性必修课程包括3个模块，每个模块2学分，共6学分。选修课程包括3个系列，每修习完成9学时且达到相关要求可获得0.5学分，最高可获得4学分。

#### 2. 选课要求

全体高中学生必须修习4学分的必修课程。

选择化学作为学业水平等级考试科目的学生，需要修习选择性必修课程全部3个模块的内容，获得6学分。其他学生也可选择修习选择性必修课程的部分模块，获得相应的学分。

选修课程供学生自由选择修习。

## 五、课程内容

### (一) 必修课程

必修课程设置5个主题，旨在促进全体学生在“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”化学学科核心素养的各个方面都有一定的发展。

#### 主题1：化学科学与实验探究

##### 【内容要求】

##### 1.1 化学科学的主要特征

认识化学是研究物质的组成、结构、性质、转化及应用的一门基础学科，其特征是在原子、分子水平上认识物质，通过化学变化创造物质；了解化学科学的发展历程及其趋势。

认识化学科学研究需要实证与推理，注重宏观与微观的联系；了解实验、假说、模型、比较、分类等方法在化学科学研究中的运用。

了解物质的量及其相关物理量的含义和应用，体会定量研究对化学科学的重要作用。

## 1.2 科学探究过程

认识科学探究是进行科学解释和发现、创造和应用的科学实践活动。

认识科学探究过程包括提出问题、形成假设、设计并实施方案、获取证据、分析解释数据、建构模型、得出结论、反思评价和表达交流等要素。

理解从问题和假设出发确定研究目的、依据研究目的设计方案，以及基于证据进行分析、推理、论证和模型建构等对于科学探究的重要性，体会合作与交流在科学探究中的重要作用。

## 1.3 化学实验

认识化学实验是研究和学习物质及其变化的基本方法，是科学探究的一种重要途径。

初步学会物质检验、分离、提纯和溶液配制等化学实验基础知识和基本技能。

学习研究物质性质，探究反应规律，进行物质分离、检验和制备等不同类型化学实验及探究活动的核心思路与基本方法。体会条件控制对完成科学实验及探究活动的作用，学会变量控制及对比实验设计的方法。

## 1.4 科学态度与安全意识

发展对化学实验探究活动的好奇心和兴趣，养成注重实证、严谨求实的科学态度，增强合作探究意识，培育敢于质疑和勇于创新的精神。

树立安全意识和环保意识。了解化学实验室安全规则和实验操作规范，熟悉化学品安全使用标识，知道常见废弃物的处理方法，知道实验室突发事件的应对措施，形成良好的实验工作习惯。

## 1.5 学生必做实验

- 配制一定物质的量浓度的溶液。
- 完成各主题的必做实验（见各个主题）。

## 【教学提示】

### 1. 教学策略

- 整体规划实验及探究教学，发挥典型实验探究活动的作用。
- 选取真实的、有意义的、引发学生兴趣的探究问题。
- 在实验中注重动手操作，重视动脑思考，强调高阶思维。

### 2. 学习活动建议

• 实验及探究活动：常见气体的实验室制取（如氨气、氯气）；硫酸亚铁的制备；化工生产模拟实验（如制硫酸、制硝酸）；物质成分的检验（如补铁剂中的铁元素）。

• 调查与交流讨论：查阅化学发展中重大事件的有关资料，突出我国化学家心系祖国和人民、勇攀高峰、无私奉献的感人事迹，撰写学习心得并交流讨论；举办小小化学家论坛，分享青少年科技创新成果；结合实例讨论遵守实验安全规则的重要性，讨论和演练实验室里突发安全事件的应对措施。

### 3. 情境素材建议

• 有关化学发现与发明的故事：氯气的发现、原电池的发明、人工合成尿素、电离理论的建立、工业合成氨、青蒿素的提取。

• 有关理论、模型不断发展的史实：氧化还原反应理论、原子结构模型、苯分子结构、元素周期表的发展等。

• 化学研究技术及应用：波谱、色谱、晶体X射线衍射、飞秒化学、原子示踪技术等；汽车尾气中氮氧化物等污染物的测定、食物中亚硝酸盐含量的测定等。

• 改革开放以来我国化学科学研究的重要成果，化学科学与技术在建设创新型国家方面作出贡献的事例。

### 【学业要求】

1. 能列举化学科学发展的重要事件，说明其对推动社会发展的贡献，能说出其中的创新点。

2. 具有较强的问题意识，能提出化学探究问题，能作出预测和假设；能依据探究目的和假设设计解决简单问题的探究方案，能对探究方案进行评价；能运用实验基本操作实施实验方案，具有安全意识和环保意识；能基于实验事实进行分析和推理，得出合理的结论；能与同学合作交流，对实验过程和结果进行反思，说明假设、证据和结论之间的关系，用恰当形式表达和展示实验成果。

3. 能依据实验方案正确选取实验试剂和仪器，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。

4. 能根据不同类型实验的特点，设计并实施实验；能预测物质的某些性质，并进行实验验证；能运用变量控制的方法初步探究反应规律；能根据物质性质的差异选择物质分离的实验方法；能根据物质的特征反应和干扰因素选取适当的检验试剂；能根据反应原理选取实验装置制取物质。

5. 能基于物质的量认识物质组成及其化学变化，运用物质的量、摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度之间的相互关系进行简单计算。

## 主题2：常见的无机物及其应用

### 【内容要求】

#### 2.1 元素与物质

认识元素可以组成不同种类的物质，根据物质的组成和性质可以对物质进行分类，同类物质具有相似的性质，一定条件下各类物质可以相互转化；认识元素在物质中可以具有不同价态，可通过氧化还原反应实

现含有同种元素不同价态的物质的相互转化。认识胶体是一种常见的分散系。

## 2.2 氧化还原反应

认识有化合价变化的反应是氧化还原反应，了解氧化还原反应的本质是电子的转移，知道常见的氧化剂和还原剂。

## 2.3 电离与离子反应

认识酸、碱、盐等电解质在水溶液中或熔融状态下能发生电离。通过实验事实认识离子反应及其发生的条件，了解常见离子的检验方法。

## 2.4 金属及其化合物

结合真实情境中的应用实例或通过实验探究，了解钠、铁及其重要化合物的主要性质，了解这些物质在生产生活中的应用。

## 2.5 非金属及其化合物

结合真实情境中的应用实例或通过实验探究，了解氯、氮、硫及其重要化合物的主要性质，认识这些物质在生产生活中的应用和对生态环境的影响。

## 2.6 物质性质及物质转化的价值

结合实例认识金属、非金属及其化合物的多样性，了解通过化学反应可以探索物质性质、实现物质转化，认识物质及其转化在促进社会文明进步、自然资源综合利用和环境保护中的重要价值。

## 2.7 学生必做实验

- 铁及其化合物的性质。
- 不同价态含硫物质的转化。

- 用化学沉淀法去除粗盐中的杂质离子。

## 【教学提示】

### 1. 教学策略

- 发挥核心概念对元素化合物学习的指导作用。
- 重视开展高水平的实验探究活动。
- 紧密联系生产生活实际，创设丰富多样的真实问题情境。
- 采用多样化的教学方式和学习路径。

### 2. 学习活动建议

• 实验及探究活动：胶体丁达尔效应的实验；电解质的电离；探究溶液中离子反应的实质及发生条件（测定电流或溶液电导率的变化）；氧化还原反应本质的探究；过氧化氢的氧化性、还原性的探究；金属钠的性质；碳酸钠与碳酸氢钠性质的比较；氢氧化亚铁的制备；补铁剂中铁元素价态的检验；氯气的制备及性质；氯水的性质及成分探究；氨气的制备及性质；铵盐的性质；浓、稀硝酸的性质；氮氧化物的性质与转化；某些含硫物质（如硫、二氧化硫、浓硫酸等）的性质；溶液中 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  等离子的检验。

• 调查与交流讨论：从含硫、氮物质的性质及转化的视角分析酸雨和雾霾的成因、危害与防治；调查水体重金属污染及富营养化的危害与防治，了解与水体保护有关的法律法规；讨论日常生活中含氯化合物的保存与使用。

### 3. 情境素材建议

• 金属及其化合物的性质与应用：铁元素的食补与药补；实验室中硫酸亚铁的保存与使用；印刷电路板的制作；铁的某些氧化物在打印机（或复印机）墨粉中的应用；菠菜中铁元素的检验；钠着火的扑救；钠用作强除水剂。

- 非金属及其化合物的性质与应用：火山喷发中含硫物质的转化；“雷雨发庄稼”；氮的循环与氮的固定；工业合成氨、工业制硫酸（或硝酸）；氮肥的生产与合理使用；食品中适量添加二氧化硫的作用；含氯消毒剂及其合理使用；氯气、氨气等泄漏的处理；酸雨的成因与防治；汽车尾气的处理。

- 氧化还原反应和离子反应：电离理论建立的化学史料；氧化还原理论建立的史料；日常生活中的氧化还原反应。

### 【学业要求】

1. 能依据物质类别和元素价态列举某种元素的典型代表物。能利用电离、离子反应、氧化还原反应等概念对常见的反应进行分析说明。能用电离方程式表示某些酸、碱、盐的电离。能举例说明胶体的典型特征。

2. 能列举、描述、辨识典型物质重要的物理性质和化学性质及实验现象。能用化学方程式、离子方程式正确表示典型物质的主要化学性质。

3. 能从物质类别、元素价态的角度，依据复分解反应和氧化还原反应原理，预测物质的化学性质和变化，设计实验进行初步验证，并能分析、解释有关实验现象。

4. 能利用典型代表物的性质和反应，设计常见物质制备、分离、提纯、检验等简单任务的方案。能从物质类别和元素价态变化的视角说明物质的转化路径。

5. 能根据物质的性质分析实验室、生产生活及环境中的某些常见问题，说明妥善保存、合理使用化学品的常见方法。

6. 能举例说明常见元素及其化合物的应用对社会发展的价值、对环境的影响。能有意识运用所学知识或寻求相关证据参与社会性科学议题的讨论（如酸雨和雾霾防治、水体保护、食品安全等），在解决实际问题中能体现人与自然和谐共生的理念。

## 主题3：物质结构基础与化学反应规律

### 【内容要求】

#### 3.1 原子结构与元素周期律

认识原子结构、元素性质与元素在元素周期表中位置的关系。知道元素、核素的含义，了解原子核外电子的排布。结合有关数据和实验事实认识原子结构、元素性质呈周期性变化的规律，建构元素周期律。知道元素周期表的结构，以第三周期的钠、镁、铝、硅、硫、氯，以及碱金属和卤族元素为例，了解同周期、同主族元素性质的递变规律。体会元素周期律（表）在学习元素化合物知识与科学研究中的重要作用。

#### 3.2 化学键

结合典型实例认识离子键和共价键的形成，建立化学键概念。知道分子存在一定的空间结构。认识化学键的断裂和形成是化学反应中物质变化的实质及能量变化的主要原因。

#### 3.3 化学反应的限度和快慢

体会从限度和快慢两个方面去认识和调控化学反应的重要性。了解可逆反应的含义，知道可逆反应在一定条件下能达到化学平衡。知道化学反应速率的表示方法，通过实验探究影响化学反应速率的因素。认识化学变化是有条件的，学习运用变量控制方法研究化学反应，了解控制反应条件在生产和科学研究中的作用。

#### 3.4 化学反应与能量转化

认识物质具有能量，认识吸热反应与放热反应，了解化学反应体系能量改变与化学键的断裂和形成有关。知道化学反应可以实现化学能与其他能量形式的转化，以原电池为例认识化学能可以转化为电能，从氧化还原反应的角度初步认识原电池的工作原理。体会提高燃料的燃烧效

率、开发高能清洁燃料和研制新型电池对推进社会可持续发展的重要意义。

### 3.5 学生必做实验

- 同周期、同主族元素性质的递变。
- 化学反应速率的影响因素。
- 化学能转化成电能。

#### 【教学提示】

##### 1. 教学策略

- 注重运用实验事实、数据等证据素材，帮助学生转变偏差认识。
- 注重组织学生开展概括关联、比较说明、推论预测、设计论证等活动。
- 发挥重要知识的功能价值，帮助学生发展认识化学反应的基本角度，形成基本观念。

##### 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：自主设计并制作元素周期表；焰色试验；探究反应的可逆性；几个常见反应（如镁、铝与盐酸反应；碳酸氢铵或碳酸氢钠与醋酸或柠檬酸反应）的热效应；设计制作简易即热饭盒；用生活中的材料制作简易电池，探究干电池的构成。
- 调查与交流讨论：讨论第三周期元素金属性、非金属性的递变，讨论碱金属元素、卤族元素性质的递变，借助元素周期律（表）预测硅、硒、锗、镓等元素的性质；查阅元素周期律（表）对发现新元素、制造新物质、开发新材料的指导作用，查阅放射性同位素在能源、农业、医疗、考古等方面的应用；讨论化学反应热效应的本质；讨论原电池的工作原理，查阅不同类型电池的特点、性能、用途与安全使用注意事项，调查新型能源的种类、来源与应用。

### 3. 情境素材建议

- 原子结构与元素周期律：元素周期律（表）发展的史料；稀土资源、核能的开发与利用。

- 化学键：化学键存在的证据，如水的三态变化与水分解过程中能量变化的比较；利用化学键讨论化学反应能量变化的本质，如氢气与氯气反应、甲烷燃烧等反应中能量的变化。

- 反应的限度和快慢：化学反应存在限度的证据，如高炉炼铁、合成氨、氯化铁与碘化钾的反应、氯气与水的反应等；汽车安全气囊的膨胀、食物腐败等生活中与化学反应速率有关的现象；催化剂在调控化学反应速率中的作用，如燃料电池、工业制硝酸（或硫酸）、合成氨、汽车尾气处理等反应中催化剂的作用。

- 化学反应与能量转化：能源的合理利用，如天然气、燃油、煤、氢气等燃料的选择与使用，生物质能的获取（如制取沼气等）与使用；化学反应热效应在生产生活中的应用，如热敷袋与冷敷袋等；电池的历史沿革和发展，如伏打电池的发现、干电池的改进和燃料电池的应用。

#### 【学业要求】

1. 能画出1~20号元素的原子结构示意图，能用原子结构解释元素性质及其递变规律，并能结合实验及事实进行说明。

2. 能利用元素在元素周期表中的位置和原子结构，分析、预测、比较元素及其化合物的性质。

3. 能判断简单离子化合物和共价化合物中的化学键类型，能基于化学键解释某些化学反应的热效应。

4. 能从化学反应限度和快慢的角度解释生产生活中简单的化学现象。能描述化学平衡状态，判断化学反应是否达到平衡。能运用变量控制的方法探究影响化学反应速率的因素，能初步解释化学实验和化工生产中反应条件的选择问题。

5. 能举出化学能转化为电能的实例，能辨识简单原电池的构成要素，并能分析简单原电池的工作原理。

6. 能结合有关资料说明元素周期律（表）对合成新物质、制造新材料的指导作用。能从物质及能量变化的角度评价燃料的使用价值。能举例说明化学电源对提高生活质量的重要意义。

## 主题4：简单的有机化合物及其应用

### 【内容要求】

#### 4.1 有机化合物的结构特点

知道有机化合物分子是有空间结构的，以甲烷、乙烯、乙炔、苯为例认识碳原子的成键特点，以乙烯、乙醇、乙酸、乙酸乙酯为例认识有机化合物中的官能团。知道有机化合物存在同分异构现象。

#### 4.2 典型有机化合物的性质

认识乙烯、乙醇、乙酸的结构及其主要性质与应用；结合典型实例认识官能团与性质的关系，知道氧化、加成、取代、聚合等有机反应类型。知道有机化合物之间在一定条件下是可以转化的。

#### 4.3 有机化学研究的价值

知道合成新物质是有机化学研究价值的重要体现。结合实例认识合成高分子、油脂、糖类、蛋白质等有机化合物在生产生活中的重要应用。

#### 4.4 学生必做实验

- 搭建球棍模型认识有机化合物分子结构的特点。
- 乙醇、乙酸的主要性质。

## 【教学提示】

### 1. 教学策略

- 以典型简单有机化合物为例，引导学生初步认识官能团与有机化合物类别及性质的关系。
- 通过模型拼插等活动引导学生初步认识有机化合物中碳原子的成键特点、共价键类型及简单分子的空间结构。
- 提倡采用观察实验现象、联系生产生活实际和归纳总结等策略对典型的有机化合物的结构、性质及应用进行教学。

### 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：乙烯的化学性质；乙醇中碳、氢元素的检测；固体酒精的制备；乙酸乙酯的制备；淀粉水解产物中葡萄糖的检验；蛋白质的变性实验；吸水性高分子材料与常规材料吸水能力的比较；不同塑料遇热软化的难易程度的比较。
- 调查与交流讨论：查阅我国乙烯工业的发展历程；讨论石油化工中的物质转化与应用、石油的能源和资源价值；查阅可燃冰、页岩气等资源的开发利用；调查乙醇汽油的应用现状与发展前景；查阅高分子材料在载人航天、探月探火、深海深地探测等我国重大科技成果中的应用与发展；调查塑料垃圾的产生、分类与处理。

### 3. 情境素材建议

- 原油的分馏、裂化及裂解产品和用途，常见燃油标号的含义；乙烯工业，用于水果催熟的乙烯制剂。
- 我国酿造技术；不同饮用酒中酒精的浓度，乙醇在人体内的转化，酒后驾车人员呼出气体中酒精含量的检测；固体酒精、乙醇汽油、工业酒精；乙醇钠在药物合成中的应用。
- 食物中的糖类、油脂、蛋白质在人体内的转化，常见体检指标中的有机化合物；有机合成高分子材料的性能和用途，塑料的分类和合理

使用，水立方的外立面膜结构材料——ETFE膜（乙烯-四氟乙烯共聚物）、塑胶跑道的材料、手机贴膜等。

### 【学业要求】

1. 能辨识常见有机化合物分子中的碳骨架和官能团。能概括常见有机化合物中碳原子的成键类型。能描述甲烷、乙烯、乙炔的分子结构特征，并能搭建甲烷和乙烷的结构模型。能写出丁烷和戊烷的同分异构体。

2. 能描述乙烯、乙醇、乙酸的主要化学性质及相应性质实验的现象，能书写相关的反应式，能利用这些物质的主要性质进行鉴别。

3. 能列举合成高分子、油脂、糖类、蛋白质等有机化合物在生产生活中的重要应用，并结合这些物质的主要性质进行简单说明。

4. 能从有机化合物及其性质的角度对有关能源、材料、饮食、健康、环境等实际问题进行分析、讨论和评价，能说出合成新物质对推动社会发展与提升人类生活质量的重要意义，具有保护环境、健康生活的意识。

5. 能妥善保存、合理使用常见有机化学品，具有安全意识。

## 主题5：化学与社会发展

### 【内容要求】

#### 5.1 化学促进可持续发展

认识到化学科学与技术对我国走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路发挥的重要作用，形成人与自然和谐共生理念，树立建设美丽中国、为全球生态安全作出贡献的信念。

结合实例认识化学科学与技术合理使用的重要性。认识化学科学与技术的不创新和发展是解决人类社会发展中的问题、实现可持续发展的有效途径。结合实例认识化学原理、化工技术对于节能环保、清洁生产、清洁能源等产业发展的重要性。树立“绿色发展”的观念，形

成资源全面节约、物能循环利用的意识。

### **5.2 化学科学在材料科学、人类健康等方面的重要作用**

知道金属材料、无机非金属材料、高分子材料等常见材料类型，结合实例认识材料组成、性能与应用的联系。体会化学科学发展对于传染病防控、疾病诊疗、药物合成乃至整个国家公共卫生体系建设的重要意义，初步建立依据物质性质分析健康问题的意识。

### **5.3 化学在自然资源和能源综合利用方面的重要价值**

结合工业合成氨、工业制硫酸、石油化工等实例了解化学在生产中的具体应用，认识化学工业在国民经济发展中的重要地位。以海水资源、金属矿物、煤、石油等的开发利用为例，了解依据物质性质及其变化综合利用资源和能源的方法。认识资源的节约集约利用和废弃物循环利用的价值，认识化学对于构建清洁低碳、安全高效的能源体系，以及推动碳达峰碳中和所能发挥的作用，体会化学对促进人与自然和谐相处的意义。

### **5.4 化学在环境保护中的作用**

认识物质及其变化对环境的影响，依据物质的性质及其变化认识环境污染的成因、主要危害及其防治措施，以大气污染的防治和废水处理为例体会化学对环境保护的作用。了解关于污染防治、环境治理的相关国策、法规，强化公众共同参与环境治理的责任。

### **5.5 化学应用的安全与规则意识**

认识经济发展与环境保护等的关系。树立自觉遵守国家关于化学品应用、化工生产、环境保护、食品与药品安全等方面的法律法规的意识。了解总体国家安全观中科技安全、生态安全、资源安全等相关内容与意义，增强自觉维护国家安全的使命感。

## 【教学提示】

### 1. 教学策略

- 精选教学素材和应用案例，促进学生体会和赞赏化学科学对人类文明和社会发展的重要贡献。
- 加强物质组成、结构、性质等化学知识与真实情境素材之间的联系，引导学生从化学的视角看待和解决实际问题。
- 通过讨论与化学相关的社会性科学议题，促进学生辩证地看待问题，培养学生参与社会决策的意识。
- 开展参观工厂、专家讲座等多样化的实践活动，促进学生实现“知、情、意、行”的统一。

### 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：实验室模拟海水提溴、提镁，海带提碘；实验室模拟金属的冶炼；测定空气中二氧化硫等污染物的含量；补铁剂、抗酸性胃药中有效成分的检验；不同水果中维生素C含量的比较。
- 调查与交流讨论：讨论合成氨、药物合成、合成材料、环境保护等对提高人类生活质量的价值和意义；查阅北京冬奥场馆、港珠澳大桥等我国重点工程中应用的新型材料的相关资料；查阅国家关于安全生产、环境保护、食品安全、药物研发等方面的法律法规，讨论与之相关的典型案例；查阅海水资源及其利用的相关资料；查阅空气污染物的来源以及处理方案；收集有关水处理技术发展的资料；查阅国家在实施大气污染和水污染防治、土壤污染管控和修复行动中的重要举措；查阅我国经济社会发展绿色转型、生态环境治理进程中与化学化工有关的典型案例；讨论食品添加剂的使用，评论与食品安全有关的重大社会事件；结合本主题的学习，制作相关内容的展板，或举办一次专题报告会。

### 3. 情境素材建议

- 与化学有关的职业及其与化学科学领域的关系。

- 我国化学科学技术及其应用成果：陶瓷、冶金、火药、造纸、侯氏制碱法、人工合成结晶牛胰岛素、青蒿素提取等。

- 化学与材料开发：陶瓷、水泥、玻璃、光导纤维和单晶硅等无机非金属材料；功能高分子材料在医疗、航空航天等领域的应用；保水材料在沙漠治理中的应用；碳材料和纳米材料的应用。

- 资源开发与能源利用：金属矿物、煤等资源与能源的开发利用；海水淡化；太阳能光催化分解水制氢气；燃料电池；化学在光伏产业中的应用；“循环经济”与“工业生态”的实施方案。

- 环境问题与处理：雾霾的主要成分与来源，汽车尾气与雾霾的关系；大气中的VOCs(挥发性有机化合物)的成分与来源；煤和石油的脱硝脱硫，烟囱排放中污染物的吸收；采矿和金属提炼的环境代价；水体富营养化、COD(化学需氧量)或BOD(生化需氧量)的测定；垃圾及废弃物的分类、回收处理与循环利用；可降解塑料(如聚乳酸)。

### 【 学业要求 】

1. 能列举事实说明化学科学在生产生活中的应用价值，以及对人类文明的伟大贡献。能列举我国化学科学与技术应用的重要成果。能举例说明与化学有关的职业，简单分析这些职业与化学科学的关系。

2. 能从材料组成的角度对生活中常见的材料进行分类，能根据使用需求选择适当的材料，能解释使用注意事项，并能科学合理使用，具有依据物质性质分析健康问题的意识。

3. 能举例说明重要资源和能源的主要类型、成分和用途；能从化学的角度分析从资源到产品的转化途径，能对资源的开发利用和能源的使用方案进行评价；辩证地看待资源和能源使用的利弊及其对环境和社会的影响。

4. 能列举常见的大气、水体和土壤的污染物及其危害，能说明常见污染的成因和防治措施的化学原理，能结合具体的污染问题设计简单的防治方案。能举例说明化学对环境保护的作用。

5. 能主动运用所学的化学知识和方法解决生产生活中简单的化学问题。在应用化学成果时能主动考虑其对自然和社会带来的可能影响, 权衡化学成果在生产生活中应用的利弊。能运用“绿色化学”思想分析和讨论化工生产的相关问题。

6. 具有节约资源、保护环境、人与自然和谐共生的可持续发展意识。从自身做起, 形成简约适度、绿色低碳的生活方式, 合理处置生活废弃物。

7. 能依据国家关于安全生产、环境保护、食品安全、药物开发等方面的法律法规分析与化学有关的社会热点问题。

## (二) 选择性必修课程

### 模块1 化学反应原理

本课程模块设置了化学反应与能量, 化学反应的方向、限度和速率, 以及水溶液中的离子反应与平衡3个主题, 探索化学反应的规律及其应用。通过本课程模块的学习, 引导学生进一步认识化学变化所遵循的基本原理, 发展关于物质变化的化学基本观念。了解化学反应中能量转化所遵循的规律, 感悟化学反应原理对促进科学技术和人类社会文明进步所起的重要作用, 发展化学学科核心素养。

### 主题1：化学反应与能量

#### 【内容要求】

#### 1.1 体系与能量

认识化学能可以与热能、电能等其他形式能量之间相互转化, 能量的转化遵循能量守恒定律。知道内能是体系内物质的各种能量的总和, 受温度、压强、物质的聚集状态的影响。

## 1.2 化学反应与热能

认识化学能与热能的相互转化，恒温恒压条件下化学反应的反应热可以用焓变表示，了解盖斯定律及其简单应用。

## 1.3 化学反应与电能

认识化学能与电能相互转化的实际意义及其重要应用。了解原电池及常见化学电源的工作原理。了解电解池的工作原理，认识电解在实现物质转化和能量储存中的具体应用。了解金属发生电化学腐蚀的本质，知道金属腐蚀的危害，了解防止金属腐蚀的措施。

## 1.4 学生必做实验

- 简单的电镀实验。
- 制作简单的燃料电池。

### 【教学提示】

#### 1. 教学策略

结合具体实例（如氢气与氧气反应生成气态水和液态水释放能量不同）激发学生认知冲突，发展学生基于内能及内能的变化认识物质所具有的能量和化学反应中能量变化的本质，体会引入焓变概念的价值，理解热化学方程式的书写规则。

利用锌铜双液原电池、铅酸蓄电池、氢氧燃料电池、电解熔融氯化钠和电解饱和食盐水等案例素材，组织学生开展分析解释、推论预测、设计评价等学习活动，发展学生对原电池和电解池工作原理的认识，促使学生认识到电极反应、电极材料、离子导体、电子导体是电化学体系的基本要素，建立对电化学过程的系统分析思路，提高学生对电化学本质的认识。

教学中应创设真实情境（如不同应用情境中燃料的选择，化工生产路线的选择），组织学生开展基于能量利用需求选择反应、设计能量转

化路径和装置等活动，形成合理利用化学反应中的能量变化的意识和思路，提升“科学探究与创新意识”和“科学态度与社会责任”的化学学科核心素养。

## 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：双液电池的构成及其工作原理；锌锰干电池的探究；电解氯化铜溶液；电解饱和食盐水；吸氧腐蚀；暖贴的设计。

- 调查与交流讨论：调查煤、液化石油气、煤气、天然气等在不同工艺条件下的热能利用效率，提出提高能源利用率的合理化建议；查阅资料，了解人类社会所面临的能源危机及未来新型能源；讨论选择燃料的依据；调查市场常见化学电池的种类，讨论这些电池的工作原理和回收价值；讨论防止钢铁腐蚀的方法；查阅资料，了解电解在化工生产中的应用；讨论电镀工业对社会发展的贡献及对环境造成的影响。

## 3. 情境素材建议

- 氢气与氯气反应生成氯化氢的能量变化；氢气与氧气反应生成液态水或气态水的能量变化；不同燃料的燃烧热。

- 工业生产硝酸反应路线的选择；火箭推进剂燃料的选择，我国航空航天领域用到的燃料；煤炭的综合利用，我国在煤炭清洁高效利用方面的进展。

- 铅酸蓄电池、锂离子电池等生活中常用的电池；氢氧燃料电池与电解水；化学电池的发展历史与新型电池的开发；电冶金，如电解熔融氯化钠或氧化铝、电解精炼铜；电解在污水处理、煤炭脱硫等领域的应用。

### 【 学业要求 】

1. 能辨识化学反应中的能量转化形式，能解释化学反应中能量变化的本质。

2. 能进行反应焓变的简单计算，能用热化学方程式表示反应中的能量变化，能运用反应焓变合理选择和利用化学反应。

3. 能分析、解释原电池和电解池的工作原理，能设计简单的原电池和电解池。

4. 能列举常见的化学电源，并能利用相关信息分析化学电源的工作原理。能利用电化学原理解释金属腐蚀现象，选择并设计防腐措施。

5. 能举例说明化学在解决能源危机中的重要作用，能分析能源的利用对自然环境和社会发展的影响，形成节约资源、保护环境意识。能从物质变化、能量变化等视角综合分析、解决关于化学反应应用的实际问题。

## 主题2：化学反应的方向、限度和速率

### 【内容要求】

#### 2.1 化学反应的方向与限度

知道化学反应是有方向的，知道化学反应的方向与反应的焓变和熵变有关。认识化学平衡常数是表征反应限度的物理量，知道化学平衡常数的含义。了解浓度商和化学平衡常数的相对大小与反应方向间的联系。通过实验探究，了解浓度、压强、温度对化学平衡状态的影响。

#### 2.2 化学反应速率

知道化学反应速率的表示方法，了解测定化学反应速率的简单方法。通过实验探究，了解温度、浓度、压强和催化剂对化学反应速率的影响。知道化学反应是有历程的，认识基元反应活化能对化学反应速率的影响。

#### 2.3 化学反应的调控

认识化学反应速率和化学平衡的综合调控在生产生活和科学研究中

的重要作用。知道催化剂可以改变反应历程，对调控化学反应速率具有重要意义。

## 2.4 学生必做实验

探究影响化学平衡移动的因素。

### 【教学提示】

#### 1. 教学策略

引导学生经历化学平衡常数模型建构的过程，结合具体实例，促使学生体会化学平衡常数在判断平衡状态、反应方向，分析预测平衡移动方向等方面的功能价值；通过交流讨论活动，帮助学生形成基于浓度商和化学平衡常数的比较分析等温条件下平衡移动问题的基本思路。

结合具体实例，使学生认识到化学反应是有历程的；结合具体数据，使学生认识到活化能对化学反应速率的影响；通过组织学生讨论外部条件对化学反应速率影响的原因，引导学生体会理论模型建构的过程。

组织学生开展“化学反应速率测定”“外界条件对化学反应速率影响”等实验活动，发展变量控制的思想；在开展“外界条件对化学平衡影响”的实验探究活动中，发展学生基于演绎推理作出预测并进行实验设计的能力。

结合生产实例，组织学生开展关于反应条件的选择与优化的讨论，促使学生形成从限度、速率等多角度综合调控化学反应的基本思路，发展学生的变化观念和系统思维。

#### 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：浓度对氯化铁与硫氰化钾反应平衡的影响；温度对二氧化氮-四氧化二氮平衡的影响；测定某化学反应的速率；浓度、温度对硫代硫酸钠溶液与稀硫酸反应速率的影响；探究影响草

酸溶液与酸性高锰酸钾溶液反应速率的因素；温度对加酶洗衣粉的洗涤效果的影响。

- 调查与交流讨论：查阅工业催化剂的用途、工业生产条件优化依据的相关资料；讨论影响化学反应速率因素的理论解释；基于数据讨论对化学反应速率、化学平衡影响因素的新认识；讨论合成氨反应条件的选择。

### 3. 情境素材建议

- 有应用价值的可逆反应体系，如工业合成氨、高炉炼铁、水煤气的生产、高压氧舱治疗一氧化碳中毒等；化学平衡影响因素的证据素材，如酸碱指示剂的变色等。

- 不同催化剂对淀粉水解速率的影响，氨氧化制一氧化氮反应中的催化剂的选择性作用，中国石油化工领域自主研发的催化剂；温度改变和活化能改变对化学反应速率的影响数据。

- 调控化学反应的成功案例，如与工业合成氨相关的诺贝尔奖、汽车尾气处理，以及塑料的工业合成等。

### 【学业要求】

1. 能书写平衡常数表达式，能进行平衡常数、平衡转化率的简单计算，能利用平衡常数和浓度商的关系判断化学反应是否达到平衡及化学反应的方向。

2. 能运用浓度、压强、温度对化学平衡的影响规律，推测平衡移动方向及浓度、平衡转化率等相关物理量的变化，能讨论化学反应条件选择和优化的依据。

3. 能进行化学反应速率的简单计算，能通过实验探究分析不同组分浓度改变对化学反应速率的影响，能用一定的理论模型说明外界条件改变对化学反应速率的影响。

4. 能运用温度、浓度、压强和催化剂对化学反应速率的影响规律

解释生产生活、化学实验中的实际问题，能讨论化学反应条件的选择和优化。

5. 能举例说明反应调控在生产生活和科学研究中的重要作用。针对典型的实际案例，能从化学反应限度、速率等角度对化学反应条件进行综合分析，从节能、环保、资源综合利用等多角度进行评价。

### 主题3：水溶液中的离子反应与平衡

#### 【内容要求】

#### 3.1 电解质在水溶液中的行为

从电离、离子反应、化学平衡的角度认识电解质水溶液的组成、性质和反应。

#### 3.2 电离平衡

认识弱电解质在水溶液中存在电离平衡，了解电离平衡常数的含义。认识水的电离，了解水的离子积常数，认识溶液的酸碱性及pH，学会测定溶液pH的方法。

#### 3.3 水解平衡

认识盐类水解的原理和影响盐类水解的主要因素。

#### 3.4 沉淀溶解平衡

认识难溶电解质在水溶液中存在沉淀溶解平衡，了解沉淀的生成、溶解与转化。

#### 3.5 离子反应与平衡的应用

了解水溶液中的离子反应与平衡在物质检测、化学反应规律研究、物质转化中的应用。了解溶液pH的调控在工农业生产和科学研究中的应用。

### 3.6 学生必做实验

- 强酸与强碱的中和滴定。
- 盐类水解的应用。

#### 【教学提示】

##### 1. 教学策略

通过论证电离平衡、水解平衡、沉淀溶解平衡等的存在，以及对平衡移动的分析，发展学生的“变化观念与平衡思想”；关注水溶液体系的特点，结合实验现象、数据等证据素材，引导学生形成认识水溶液中离子反应与平衡的基本思路。

通过让学生画微观图示、解释宏观现象等具体任务，探查学生对水溶液体系认识的障碍点，以进一步改进教学。在组织学生开展实验探究活动时，注意实验前的预测和对实验现象的分析解释，对假设预测、实验方案、实验结论进行完整论证，培养学生的系统思维能力。

结合自然现象和生产生活实际问题组织学生开展分析解释、方案设计等活动，促进学生认识水溶液中的离子反应与平衡对生产生活和社会发展的作用。

##### 2. 学习活动建议

• 实验及探究活动：测定溶液 pH；探究促进或抑制氯化铁水解的因素；沉淀的转化。

• 调查与交流讨论：讨论  $K_w$  的定义和应用；讨论盐溶液呈酸性、中性或碱性的原因；查阅资料并讨论含氟牙膏预防龋齿的化学原理，提出牙膏加氟需要注意的问题；查阅资料并讨论水溶液中的离子平衡在化工生产中的应用，如“侯氏制碱法”的基本原理等。

##### 3. 情境素材建议

- 同浓度盐酸、醋酸的 pH；不同盐溶液的酸碱性；泡沫灭火器；

氯化银与碘化银、硫化锌与硫化银、氢氧化镁与氢氧化铁沉淀的转化；钡盐中毒与解毒。

• 水溶液中离子平衡的应用实例，如弱酸的制备、铝盐和铁盐的净水作用、石灰岩溶洞的形成，以及可溶性钡盐的工业生产等。

### 【学业要求】

1. 能用化学用语正确表示水溶液中的离子反应与平衡，能通过实验证明水溶液中存在的离子平衡，能举例说明离子反应与平衡在生产生活中的应用。

2. 能从电离、离子反应与平衡的角度分析溶液的酸碱性、导电性等性质，以及有关物质转化的问题。

3. 能进行溶液 pH 的简单计算，能正确测定溶液 pH，能调控溶液的酸碱性。能选择实例说明溶液 pH 的调控在工农业生产和科学研究中的重要作用。

4. 能综合运用离子反应、化学平衡原理，分析和解决生产生活中有关溶液的实际问题，并说明化学原理的应用价值。

## ..... 模块2 物质结构与性质 .....

本课程模块设置了原子结构与元素的性质、微粒间的相互作用与物质的性质、研究物质结构的方法与价值3个主题。通过本课程模块的学习，引导学生在原子、分子水平上认识物质的结构，从化学键、分子间作用力等视角研究物质的结构与性质之间的关系；帮助学生了解人类探索物质结构的过程和方法，提升对科学本质的认识，发展化学学科核心素养。

.....

## 主题 1：原子结构与元素的性质

### 【内容要求】

#### 1.1 原子核外电子的运动状态

了解有关原子结构模型的历史发展过程，认识核外电子的运动特点。知道电子运动的能量状态具有量子化的特征（能量不连续），电子可以处于不同的能级，在一定条件下会发生激发与跃迁。知道电子的运动状态（空间分布及能量）可通过原子轨道和电子云模型来描述。

#### 1.2 核外电子排布规律

知道原子核外电子的能级高低顺序，了解原子核外电子排布的构造原理，认识基态原子中核外电子的排布遵循能量最低原理、泡利不相容原理和洪特规则等。知道 1~36 号元素基态原子核外电子的排布。

#### 1.3 核外电子排布与元素周期律（表）

认识原子半径、第一电离能、电负性等元素性质的周期性变化，知道原子核外电子排布呈现周期性变化是导致元素性质周期性变化的原因。知道元素周期表中区、周期和族的元素原子核外电子排布特征，了解元素周期律（表）的应用价值。

### 【教学提示】

#### 1. 教学策略

关注学生在必修阶段对原子结构、元素性质和元素周期律（表）的已有认识，利用氢原子和多电子原子光谱所产生的复杂现象，引导学生反思已有理论模型的局限，建立新的原子结构模型。借助科学史相关素材多角度展示人类对原子结构的认识过程，促进学生对科学本质的理解。

向学生提供原子半径、第一电离能、电负性等数据，引导学生讨论

原子序数与核外电子排布的关系，让学生自主发现变化规律，建构元素周期律（表）模型，并利用模型分析和解释一些常见元素的性质。

注重帮助学生建立基于“位—构—性”关系的系统思维框架，提高学生分析和解决问题的能力。

## 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：利用自制分光镜或者光谱仪查看不同元素的原子光谱；利用计算机作图，描述原子序数与原子半径、第一电离能、电负性等数据的关系，认识原子结构与元素性质变化的关系；根据原子结构和元素性质的变化规律自主设计、绘制元素周期表。

- 调查与交流讨论：交流讨论元素周期表中区、周期、族的划分与元素原子核外电子排布的关系；从核外电子排布的角度解释主族元素原子半径、电离能、电负性等元素性质变化规律的原因；利用电离能、电负性的数据，讨论元素及其化合物性质的变化规律；查阅有关元素的电负性资料，解释元素的“对角线”规则，列举实例予以说明。

## 3. 情境素材建议

- 焰火、霓虹灯的颜色与原子结构的联系；激光与电子跃迁；原子吸收和发射光谱在元素分析中的应用，几种金属的焰色与发射光谱；氢原子、钠原子的线状光谱与玻尔模型的建立和发展；微观粒子的波粒二象性。

- 多样化的周期表排布方式；原子半径、电离能的测定方法，近似能级图和电负性概念的发展；原子轨道能级顺序徐光宪 $n+0.7l$ 规则；第一个稀有气体化合物（XePtF<sub>6</sub>）的发现。

### 【学业要求】

1. 能说明微观粒子的运动状态与宏观物体运动特点的差异。
2. 能结合能量最低原理、泡利不相容原理、洪特规则书写1~36号

元素基态原子的核外电子排布式和轨道表示式，并说明含义。

3. 能说出元素电离能、电负性的含义，能描述主族元素第一电离能、电负性变化的一般规律，能从电子排布的角度对这一规律进行解释。能说明电负性大小与原子在化合物中吸引电子能力的关系，能利用电负性判断元素的金属性与非金属性的强弱，推测化学键的极性。

4. 能从原子价电子数目和价电子排布的角度解释元素周期表的区、周期和族的划分。能列举元素周期律（表）的应用。

5. 能说明建构思维模型在人类认识原子结构过程中的重要作用，能论证证据与模型建立及其发展之间的关系。能简要说明原子核外电子运动规律的理论探究对研究元素性质及其变化规律的意义。

## 主题 2：微粒间的相互作用与物质的性质

### 【内容要求】

#### 2.1 微粒间的相互作用

认识物质是由原子、离子、分子等微观粒子（简称微粒）构成的，微粒之间存在不同类型的相互作用。根据微粒的种类及微粒之间的相互作用，认识物质的性质与微观结构的关系。

认识离子键、共价键的本质。结合常见的离子化合物和共价分子的实例，认识物质的构成微粒、微粒间相互作用与物质性质的关系。知道配位键的特点，认识简单的配位化合物的成键特征，了解配位化合物的存在与应用。知道金属键的特点与金属某些性质的关系。

认识分子间存在相互作用，认识范德华力和氢键的特点，了解分子内氢键和分子间氢键在自然界中的广泛存在及重要作用。

#### 2.2 共价键的本质和特征

认识原子间通过原子轨道重叠形成共价键，了解共价键具有饱和性和方向性。知道根据原子轨道的重叠方式，共价键可分为  $\sigma$  键和  $\pi$  键等类型；知道共价键可分为极性共价键和非极性共价键，了解共价键的

键能、键长和键角在表征键的强弱和分子空间结构中的作用。

### 2.3 分子的空间结构

结合实例了解共价分子具有特定的空间结构，并可运用相关理论和模型进行解释和预测。知道分子的结构可以通过波谱、晶体X射线衍射等技术进行测定。

知道分子可以分为极性分子和非极性分子，知道分子的极性与分子中键的极性、分子的空间结构密切相关。结合实例初步认识分子的手性对其性质的影响。

### 2.4 晶体和聚集状态

了解晶体中微粒的空间排布存在周期性，认识简单的晶胞。借助分子晶体、共价晶体、离子晶体、金属晶体等模型认识晶体的结构特点。知道过渡晶体及混合型晶体是普遍存在的。

知道在一定条件下，物质的聚集状态随构成物质的微粒种类、微粒间的相互作用、微粒聚集程度的不同而有所不同。知道物质的聚集状态会影响物质的性质，通过改变物质的聚集状态可能获得特殊的材料。

### 2.5 学生必做实验

简单配合物的制备。

#### 【教学提示】

##### 1. 教学策略

关注不同类型微粒间相互作用概念的形成和发展思路，充分利用建立这些概念所使用的关键证据，通过实验事实和数据的对比，引发学生的认知冲突，引导学生进行解释，促使学生反思原有的概念模型的局限性，深化对微粒间相互作用模型的认识，发展学生“证据推理与模型认知”核心素养。

指导学生搭建分子结构、晶体结构模型，借助计算机软件模拟或生成式人工智能、视频等多种直观手段进行展示，降低教学内容的抽象性，促进学生对相关内容的理解和认识。

选用学生熟悉的生活现象、实验事实，以及科学研究和工业生产中的相关案例作为素材，激发学生的学习兴趣，帮助学生建立结构与性质之间的联系，发展“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”等化学学科核心素养。

## 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：“相似相溶”规则的实际应用；比较水、四氯化碳等分子的极性；简单配合物的制备，如银、铜、铁等金属离子所形成的配合物的制取与性质；制作典型物质的晶体结构模型。

- 调查与交流讨论：分析金刚石晶体与石墨晶体的结构特点，比较两者性质的差异；交流讨论卤素单质和卤化氢熔、沸点变化的规律；分析邻羟基苯甲酸、对羟基苯甲酸的沸点和溶解度差异的原因；解释氢键对水的物理性质的影响；分析金属晶体具有良好的导电性、导热性和延展性的原因；查阅资料分析氯化钠、硫酸铵离子晶体的结构特征；查阅“手性分子”的合成及应用；查阅我国化学家在配位化学领域的重要成果。

## 3. 情境素材建议

- 价键理论发展的史实；紫外线杀菌消毒的原理。
- 配位化合物在生命科学、医药科学和材料化学等领域的应用，如氧气与血红蛋白中的 $\text{Fe}^{2+}$ 的作用，生命体中碳酸酐酶的作用，抗癌药物等。

- 氢键与生命的密切关系，如DNA和蛋白质结构中的氢键。
- 手性分子对药物研究的重要性。
- 氧族元素氢化物的沸点；范德华力概念的提出。

- 晶体缺陷及其应用；合金的性能；混合型晶体。

### 【学业要求】

1. 能说出微粒间作用（离子键、共价键、配位键和分子间作用力等）的主要类型、特征和实质；能比较不同类型的微粒间作用的联系与区别；能说明典型物质的成键类型。

2. 能利用电负性判断共价键的极性，能根据共价分子的结构特点说明简单分子的某些性质；能运用离子键、配位键、金属键等模型，解释离子化合物、配合物、金属等物质的某些典型性质；能说明氢键、范德华力对物质熔、沸点等性质的影响，能列举含有氢键的物质及其性质特点。

3. 能根据给定的信息分析常见简单分子的空间结构，能利用相关理论解释简单的共价分子的空间结构；能根据分子结构特点和键的极性来判断分子的极性，并据此对分子的一些典型性质及其应用作出解释。

4. 能说出晶体与非晶体的区别；能结合实例描述晶体中微粒排列的周期性规律；能借助分子晶体、共价晶体、离子晶体、金属晶体等模型说明晶体中的微粒及其微粒间的相互作用。

5. 能从微粒的空间排布及其相互作用的角度对生产生活、科学研究中的简单案例进行分析，举例说明物质结构研究的应用价值，例如，配合物在生物、化学等领域的广泛应用，氢键对于生命的重大意义。

## 主题3：研究物质结构的方法与价值

### 【内容要求】

#### 3.1 物质结构的探索是无止境的

了解人类探索物质结构的过程，认同“物质结构的探索是无止境的”观点。了解从原子、分子、超分子等不同尺度认识物质结构的意义。

#### 3.2 研究物质结构的方法

认识物质的空间结构可以借助某些实验手段来测定，通过这些手段

所获得的信息为建立物质结构模型或进行相关理论解释提供支撑。知道原子光谱、分子光谱、晶体X射线衍射等是测定物质结构的基本方法和实验手段。

### 3.3 研究物质结构的价值

认识物质的结构与性质之间的关系，知道物质结构的研究为发现具有预期性质的新物质，以及设计与合成这些新物质提供理论基础。认识研究物质结构有助于了解材料的结构与性能的关系，对优化物质结构、改善材料性能具有重要意义。了解生命科学中许多重大问题的解决均需要物质结构理论与分析测试技术的支持。

#### 【教学提示】

##### 1. 教学策略

有效利用化学史的素材，帮助学生认识科学理论会随着技术手段的进步和实验证据的丰富而发展，通过设计角色扮演等活动引导学生理解科学理论发展过程中的争论，从而增进对科学本质的理解。

选取与现实生活、科学前沿密切相关的案例，促使学生认识研究物质结构的价值。通过查阅文献、听专家讲座、观看化学影视资料等多种途径开展教学，开阔学生的视野，激发学生探索物质结构奥秘的热情。

##### 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：模拟利用晶体X射线衍射研究物质微观结构的方法，体验科学家借助原子坐标数据建立分子结构模型的过程；借助物质熔、沸点与氢键、范德华力的关系探究影响氢键、范德华力的因素；探究分子的价电子数目与空间结构的关系。

- 调查与交流讨论：交流讨论模型在探索物质结构中的作用；收集20世纪科学家在物质结构探索方面的有关资料；查阅资料讨论氢键和建立氢键理论模型的过程，讨论氢键对物质性质的影响；查阅利用物质

结构进行药物设计和材料优化的案例；走访科研机构，了解物质结构研究的现代技术和先进成果。

### 3. 情境素材建议

- 科学家建立原子结构、分子结构等模型的历史。
- 配合物与抗癌药物的设计，手性药物设计；碳的同素异形体及其应用；金属材料性能的优化；功能高分子材料的研制；元素周期表与超导材料；光伏材料、催化材料、纳米材料等新型材料。
- 晶体X射线衍射、原子光谱、分子光谱等结构分析技术。

#### 【学业要求】

1. 能举例说明人类对物质结构的认识是不断发展的，并简单说明促进这些发展的原因。
2. 能说明原子光谱、分子光谱、晶体X射线衍射等实验手段在物质结构研究中的作用。
3. 能举例说明物质在原子、分子、超分子、聚集态等不同尺度上的结构特点对物质性质的影响，能举例说明结构研究对于发现、制备新物质的作用。
4. 能认识到化学已经发展成为实验和理论并重的学科，能欣赏物质结构的研究及其理论发展对化学学科发展的贡献。

### 模块3 有机化学基础

本课程模块设置了有机化合物的组成与结构、烃及其衍生物的性质与应用、生物大分子及合成高分子3个主题。通过本课程模块的学习，引导学生建立“结构决定性质”的化学基本观念，形成基于官能团、化学键与反应类型认识有机化合物的一般思路，了解有机化合物的结构测定、性质探究、合成路线设计等相关知识，发展化学学科核心素养。

## 主题1：有机化合物的组成与结构

### 【内容要求】

#### 1.1 有机化合物的分子结构

认识有机化合物的分子结构决定于原子间的连接顺序、成键方式和空间排布，认识有机化合物存在构造异构和立体异构等同分异构现象。知道红外光谱、核磁共振等现代仪器分析方法在有机化合物分子结构测定中的应用。

#### 1.2 有机化合物中的官能团

认识官能团的种类（碳碳双键、碳碳三键、羟基、氨基、碳卤键、醛基、酮羰基、羧基、酯基和酰胺基），从官能团的视角认识有机化合物的分类，知道简单有机化合物的命名。认识官能团与有机化合物特征性质的关系，认识同一分子中官能团之间存在相互影响，认识在一定条件下官能团可以相互转化。知道常见官能团的鉴别方法。

#### 1.3 有机化合物中的化学键

认识有机化合物分子中共价键的类型、极性，知道有机化合物分子中基团之间的相互影响会导致键的极性发生改变。从化学键的角度认识有机化合物的性质及官能团之间的转化。

### 【教学提示】

#### 1. 教学策略

通过模型拼插或动画模拟建立对有机化合物分子结构的直观认识，利用物质结构的有关理论帮助学生理解有机化合物分子结构的特点，体会碳原子结构特征对其成键特征和分子空间结构的决定作用。

将性质作为有机化合物结构教学的切入点和落脚点，关注结构与性质的关联。通过对有机化合物化学性质的分析解释活动，引导学生体会

官能团、碳原子的饱和性和化学键的极性对有机化合物性质的决定作用；结合典型实例认识有机化合物分子中基团间存在相互影响，并适当开展基于结构分析预测性质和反应的学习活动。

关注结构测定的方法与证据的获取，选择典型有机化合物的图谱信息帮助学生了解现代仪器分析方法在确定有机化合物分子结构中的作用。

## 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：用球棍模型搭建常见有机化合物的分子结构；多媒体软件展示有机化合物分子的空间结构和异构现象；以苯酚、苯和乙醇化学性质的比较为例，实验探究有机化合物分子中的基团与化学性质的关系，以及基团之间存在相互影响。

- 调查与交流讨论：查阅资料或观看影像资料，了解质谱仪、红外光谱仪、核磁共振仪在有机化合物组成分析中的运用；观察典型有机化合物的质谱、红外光谱和核磁共振图谱，并讨论推测有机化合物的结构。

## 3. 情境素材建议

- 李比希法分析碳氢元素含量的仪器装置与原理；现代仪器分析设备的相关资料，典型有机化合物的质谱、红外光谱和核磁共振图谱信息。

- 体现结构与性质关系的典型例证。例如，乙烯、乙醇、乙酸的典型性质及其与分子结构的关系，正丁醇与叔丁醇性质的差异，硬脂酸钠、烷基磺酸钠的结构特点及其乳化作用，反式脂肪酸的结构特征及其对人体健康的影响，构成生命体的氨基酸的手性特征，手性药物“反应停”（沙利度胺）中的对映异构体。

- 有重要应用的、结构复杂的有机化合物分子结构图。例如，青蒿素、维生素B<sub>12</sub>、牛胰岛素、海葵毒素等。

### 【学业要求】

1. 能辨识有机化合物分子中的官能团，判断有机化合物分子中碳原子的饱和程度、键的类型，分析键的极性；能依据有机化合物分子的结构特征分析简单有机化合物的某些化学性质。

2. 能辨识同分异构现象，能写出符合特定条件的同分异构体，能举例说明立体异构现象。

3. 能说出测定有机化合物分子结构的常用仪器分析方法，能结合图谱信息分析判断简单有机化合物的分子结构。

## 主题2：烃及其衍生物的性质与应用

### 【内容要求】

#### 2.1 烃的性质与应用

认识烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃的组成和结构特点，比较这些有机化合物的组成、结构和性质的差异。了解烃类在日常生活、有机合成和化工生产中的重要作用。

#### 2.2 烃的衍生物的性质与应用

认识卤代烃、醇、酚、醛、羧酸、酯的组成和结构特点、性质、转化关系及其在生产生活中的重要应用，知道醚、酮、胺和酰胺的结构特点及其应用。

#### 2.3 有机反应类型与有机合成

认识加成、取代、消去反应，以及氧化反应和还原反应的特点和规律，了解有机反应类型和有机化合物组成结构特点的关系。认识有机合成的关键是碳骨架的构建和官能团的转化，了解设计有机合成路线的一般方法，体会“绿色化学”思想在有机合成中的重要意义。

## 2.4 有机化合物性质和转化的应用

结合生产生活实际，了解有机化合物的性质和转化在新材料开发、药物研制等方面的重要应用，体会通过有机反应创造新物质对提高人类生活质量及促进社会发展方面的重要贡献，了解某些有机化合物对环境和健康可能产生的影响，关注有机化合物的安全使用。

## 2.5 学生必做实验

- 乙酸乙酯的制备与性质。
- 有机化合物中常见官能团的检验。

### 【教学提示】

#### 1. 教学策略

进行烃及其衍生物性质教学时，除了以典型代表物的具体反应为载体，通过类比迁移学习一类有机化合物的性质，还可以分析有机化合物分子中的官能团和化学键、预测可能的断键部位与相应的反应，然后提供反应事实，引导学生通过探究学习一类有机化合物的性质。

进行有机反应的教学时，引导学生从反应物和生成物的官能团转化与断键成键的角度概括反应特征与规律，同时引导学生利用反应类型的规律判断、说明和预测有机化合物的性质。

进行有机合成的教学时，素材选取要兼顾目标物的应用价值和对学生思维的挑战性；活动类型要兼顾正向合成和逆向合成任务，引导学生关注结构对比、官能团转化和碳骨架构建；通过合成路线的评价活动使学生体会官能团保护、绿色设计等思想。

#### 2. 学习活动建议

• 实验及探究活动：烃的性质（如乙炔的化学性质、甲苯与酸性高锰酸钾溶液的反应）；烃的衍生物的性质（如醛基的性质与检验）；苯的溴代或硝化反应；1-溴丁烷的取代和消去反应；乙醇的消去反应；苯

酚的化学性质及其检验；纤维素的水解；油脂的皂化反应与肥皂的洗涤作用；阿司匹林有效成分中官能团的检验。

- 调查与交流讨论：阅读讨论乳酸、磷脂的结构、性质特点和营养作用，查找实际生活中有用的烃和烃的衍生物，查阅广泛存在于植物中的萜类化合物（如香精、色素）的形成与乙酸的关系，查阅并讨论汽油添加芳香烃增强抗爆震性的利弊。

### 3. 情境素材建议

- 自然界中存在的含各类典型官能团的有机化合物的结构、功能或用途。

- 煤、石油、天然气的综合利用；人体内乙醇的代谢，生活中常见的醇类物质及其应用；工业上甲醇合成乙酸的路线；甲醛中毒的原理；糖尿病患者的尿样检测原理；乳酸的性质和应用；制皂原理；人造奶油的制备；酱油与氨基酸；茶与多酚类物质。

- 有机合成的案例。例如，季戊四醇、长效缓释阿司匹林、肉桂酸乙酯、有机玻璃的单体（甲基丙烯酸甲酯）、苯甲酸苯甲酯、医用胶的合成路线。

### 【学业要求】

1. 能写出烃及其衍生物的官能团、简单代表物的结构简式和名称；能够列举各类有机化合物的典型代表物的主要物理性质。

2. 能描述和分析各类有机化合物的典型代表物的重要反应，能书写相应的反应式。

3. 能基于官能团、化学键的特点与反应规律分析和推断含有典型官能团的有机化合物的化学性质。根据有关信息书写相应的反应式。

4. 能综合应用有关知识完成推断有机化合物、检验官能团、设计有机合成路线等任务。

5. 能参与和有机化合物性质应用相关的社会性科学议题的讨论，

并作出有科学依据的判断、评价和决策。

### 主题3：生物大分子及合成高分子

#### 【内容要求】

#### 3.1 聚合物的结构特点

了解聚合物的组成与结构特点，认识单体和重复结构单元（链节）及其与聚合物结构的关系。了解加聚反应和缩聚反应的特点。

#### 3.2 生物大分子

认识糖类和蛋白质的组成与主要性质。了解淀粉和纤维素及其与葡萄糖的关系，了解葡萄糖的结构特点、主要性质与应用。知道糖类在食品加工和生物质能源开发上的应用。认识氨基酸的组成、结构特点和主要化学性质，知道氨基酸和蛋白质的关系，了解氨基酸、蛋白质与人体健康的关系。了解脱氧核糖核酸、核糖核酸的结构特点和生物功能。认识人工合成多肽、蛋白质、核酸等的意义，体会化学科学在生命科学发展中所起的重要作用。

#### 3.3 合成高分子

认识塑料、合成橡胶、合成纤维的组成和结构特点，了解新型高分子材料的优异性能及其在高新技术领域中的应用。

#### 3.4 学生必做实验

糖类的性质。

#### 【教学提示】

##### 1. 教学策略

注重联系生产生活实际。从真实情境中引入生物大分子和合成高分子，并提出与真实情境相关的问题，使学生通过自然现象、生产生活事

实的解释或实际问题解决等活动，认识生物大分子和合成高分子的结构、性质与应用。

突出结构特征的分析。对生物大分子和合成高分子进行结构分析，引导学生通过结构预测性质或分析解释化学性质，从结构特征认识性质，进一步体会有机化合物结构与性质的关系。

体现与生命科学、材料科学的关系。选取生命科学、材料科学的学科发展过程中的重大事件，作为教学的情境线索或活动素材，使学生在学生物大分子和合成高分子的过程中，认识有机化学作为基础学科对相关学科发展的重要价值。

## 2. 学习活动建议

- 实验及探究活动：蔗糖的水解；葡萄糖的性质；酶的催化作用；聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯的区分；聚苯乙烯的热分解；氨基酸的检验（与茚三酮的反应），氨基酸的两性实验（以味精为例），蛋白质含量的检测（氨基与亚硝酸的反应）；酚醛树脂的合成。

- 调查与交流讨论：讨论蛋白质结构的复杂性和种类的多样性；查阅病毒核酸检测的原理和方法；调查口罩、防护服、灭火毯等防护用品涉及的合成材料；查阅各种新型功能高分子材料的性能与应用。

## 3. 情境素材建议

- 生命科学、材料科学的发展历程中有机化学的重要贡献。
- 淀粉、纤维素、蛋白质、脱氧核糖核酸、核糖核酸的结构示意图或分子模型，生物医药领域取得的新成果。

- 常见塑料、合成纤维和合成橡胶的结构简式、单体与合成路线，塑料的发展，如从难降解的聚乙烯到易降解的聚乳酸。

- 功能高分子材料，如导电高分子（如聚乙炔）、医用高分子（如骨水泥、医用缝合线）等，“双奥”运动场馆建设使用的材料，我国载人航天、探月探火等重大科技成果中使用的新材料。

### 【学业要求】

1. 能对单体和高分子进行相互推断，能分析高分子的合成路线，能写出典型的加聚反应和缩聚反应的反应式。

2. 能列举典型糖类物质，能说明单糖、二糖和多糖的区别与联系，能探究葡萄糖的化学性质，能描述淀粉、纤维素的典型性质。

3. 能辨识蛋白质结构中的肽键，能说明蛋白质的基本结构特点，能判断氨基酸的缩合产物、多肽的水解产物。能分析说明氨基酸、蛋白质与人体健康的关系。

4. 能辨识核糖核酸、脱氧核糖核酸中的磷酸键，能基于氢键分析碱基的配对原理。能说明核糖核酸、脱氧核糖核酸对于生命遗传的意义。

5. 能举例说明塑料、合成橡胶、合成纤维的组成和结构特点，能列举重要的合成高分子化合物，说明它们在材料领域中的应用和重要价值。

6. 能参与营养健康、材料选择与使用、垃圾处理等社会性科学议题的讨论，并作出有科学依据的判断、评价和决策。

### （三）选修课程

选修课程设置了“实验化学”“化学与社会”“发展中的化学科学”3个系列，旨在为不同的学生提供丰富多样的选择。学生在必修课程或者选择性必修课程的基础上均可以结合兴趣选择选修课程的不同系列进行学习。

学校开设的选修课程，可以在同一系列内选取内容，也可以跨系列选取内容；可以以主题为单位，也可以围绕一个综合性项目组织实施。选修课程可与综合实践活动课程等统筹安排。鼓励学校充分利用社会资源，为学生提供更多的选择。

提倡综合使用多种方式开展选修课程的教学，如实验探究、专题调

查、参观访问、科普宣讲、专家讲座、专题论坛、文献研讨、读书报告等，鼓励开展跨学科实践活动和项目式学习活动。

选修课程的学分认定应根据学生学习时间和效果进行评定，以0.5学分（9学时）为最小单位。

## 系列1 实验化学

系列1包括“基础实验”“化学原理探究”“化工生产过程模拟实验”“综合实验”4个主题。通过该系列的学习，有助于学生更深刻地认识实验在化学科学中的地位和化学学习的重要作用，掌握基本的化学实验方法和技能，进一步体验实验探究的基本过程，进一步发展学生解决综合实验问题的能力，对发展学生的化学学科核心素养有独特的价值。

### 【内容建议】

#### 主题1：基础实验

围绕物质性质和反应规律的研究、物质的制备、物质的分离与提纯、物质的检测等方面选取实验活动。认识解决这些类型的实验任务的一般思路和常用方法，掌握必需的实验操作技能。供参考的实验活动如下。

物质性质和反应规律的研究。例如，生活中常见物质的性质研究，物质制备与性质实验的绿色化设计，水溶液中离子平衡的探究。

物质的制备。例如，硫酸亚铁铵的制备，胶体的制备，乙酸乙酯制备反应条件的探究，对氨基苯磺酸的合成。

物质的分离与提纯。例如，海水的蒸馏，海带提碘，硝酸钾粗品的提纯，层析法分离食品或植物中的色素。

物质的检测。例如，亚硝酸钠和食盐的鉴别，加碘盐的检验，食醋

总酸量的测定，阿司匹林药片中有效成分的检验。

### 主题2：化学原理探究

从化学核心概念或基本原理中提出并选择研究性问题，开展有关实验活动。例如，阿伏加德罗常数、平衡常数、速率常数的测定，配位平衡的研究，燃料电池、干电池、浓差电池等原理的探究实验，影响电镀效果的因素探究等。

从当代化学科学研究成果中选择内容，简化设计成实验活动。例如，振荡反应的探究，纳米材料的制备与性质探究，离子液体的制备，化学发光反应的探究等。

借助化学软件、实物模型进行分子结构理论计算、分子结构模型搭建。例如，利用有关软件绘制分子的空间结构和分子轨道图形、模拟分子的各种谱图。

### 主题3：化工生产过程模拟实验

以真实的化工生产过程为研究对象，借助相关资料对化工生产的原理、流程进行复原和模拟。供参考的实验活动如下。

纯碱的制备，接触法制硫酸，氨氧化法制硝酸，铁、铜等金属的冶炼，电解熔融盐制备金属，肥皂的制备，粮食酿酒、酿醋，化妆品的制备，聚合物（如尼龙-66、胶水）的制备。

### 主题4：综合实验

围绕资源、能源与环境等与可持续发展密切相关的问题开展综合实验项目。例如，用比色法测定水样中的某项指标，空气中二氧化硫、甲醛等污染物浓度的检测，电浮选凝聚法等污水处理技术。

围绕材料性质与性能探究，材料开发与生产，以及新型材料设计等开展综合实验项目。例如，光伏材料的性能研究，液晶显示材料的应用探究，离子交换膜、反渗透膜等高分子膜的应用探究。

围绕生命健康相关问题，以食物成分的检测、天然产物有效成分提取、药物成分检验、药物设计与合成，以及日用化学品的制备为载体开展综合实验项目。例如，菠菜中的色素、茶叶中咖啡因等成分的提取，比色法测定补铁剂中铁的含量，啤酒中酒精含量的测定，阿司匹林的合成，抑酸剂抗酸容量的探究。

### 【教学提示】

教学中应突出对学生实验探究能力的培养，引导学生掌握科学探究的一般过程与方法，建立解决某类化学实验问题的特定思路与方法，促进学生发展动手能力和高阶思维能力。

鼓励教师将实验活动转化为探究性（或研究性）的实验任务，增加学生查找文献资料、深入阅读分析文献资料，并在此基础上设计和优化实验方案的机会。鼓励学生开展综合性、长周期的实验项目，通过团队合作与持续不断的努力来发展问题解决能力。

指导学生遵守实验规则，如实记录实验现象和数据，形成良好的实验习惯和严谨求实的科学态度。

### 【学业要求】

1. 能提出实验探究问题，并能设计、评价和优化较复杂的实验方案。能按照实验方案安全、规范、有序地开展实验活动。在实验设计和实施过程中能够合理控制相关变量。能有效收集实验现象、数据等相关证据，能对实验数据进行处理，分析产生误差的原因，并在此基础上运用比较、归纳、分析、综合等方法进行推理论证、得出结论。

2. 能依据实验目的选择合适的实验方法、组装实验装置并完成实验，能进行过滤（抽滤）、蒸馏（分馏）、萃取、滴定等基本实验操作，能使用常见的化学传感器进行测量。

3. 能设计用于记录实验过程、现象和结果的记录单，能准确、客观地进行实验记录并规范撰写实验报告，能进行实验汇报展示。

4. 能严格遵守实验室的安全规则,能对实验室物品进行科学分类、安全保存和使用。能科学地使用沙土、灭火器、洗眼器、喷淋装置等处理实验室突发事件。能对实验废弃试剂和物品进行科学处理。

5. 具有实事求是、严谨细致的科学态度,具有批判精神和创新意识,具有“绿色化学”的思想和环境保护的意识。

## 系列2 化学与社会

系列2包括“化学与生活”“化学与技术”“综合实践”3个主题。通过该系列的学习,学生可进一步了解化学在人类衣、食、住、行中的重要作用,认识化学在生产生活、社会发展中的广泛应用,体会化学是推进科学技术和现代社会文明进步的重要力量,提高在面临与化学有关的综合问题时进行科学分析和评价、作出合理决策的能力,发展化学学科核心素养。

### 【内容建议】

#### 主题1：化学与生活

认识到化学与人类的衣、食、住、行密切相关,了解化学在促进人类健康、提供生活材料和保护环境等方面的重要作用,感受化学对人类生活的影响,认识化学科学的发展对提高人类生活质量的积极作用,形成科学的生活态度和生活行为习惯。可从如下方面选取课程内容。

化学与健康。围绕食品、药物、消毒用品合理使用等,开展与健康密切相关的主题学习活动,认识食品中常见的有机化合物及其在人体中的作用,知道微量元素对人体健康的重要作用,了解合理摄入营养物质的重要性,认识营养均衡与人体健康的关系,知道常见的食品添加剂的组成、性质和作用;了解日常生活和疫情防控中涉及的化学品的功能和注意事项;了解某些药物的主要成分和疗效。

生活中的材料。围绕建筑材料、装修材料、日用品材料等,开展与

生活中常见材料应用相关的主题学习活动，了解生活中常用材料的组成与性能，认识化学在日用材料发展中的重要作用；了解居室装修材料的主要成分及其作用；认识金属与合金在性能上的主要差异，知道生活中的金属材料 and 新型合金；知道水泥、玻璃和陶瓷的主要化学成分、生产原料及其用途；了解生活中常用合成高分子材料的化学成分及其性能；认识各类材料的利弊，了解其可能的应用领域和发展方向。

化学与环境保护。围绕呵护生态环境、践行低碳行动、合理利用化学能源、正确使用化学品等，开展与环境保护相关的主题学习活动，了解化学在解决环境问题中的重要作用，建立环境和资源可持续发展的意识；了解居室空气、大气、水、土壤的主要污染物、污染物的来源及其危害，了解减少污染物的原理和方法；了解生活中节能环保的技术手段，形成绿色低碳的生活方式。

## 主题2：化学与技术

了解化学在工农业生产中的具体应用，认识化学工业在国民经济发展中的地位；认识化学科学发展与技术进步的相互促进作用，强化化学应用必须考虑化学过程对自然带来的各种影响的意识，提高对“绿色化学”和“可持续发展”思想的认识。可从如下方面选取课程内容。

化学与资源开发利用。围绕空气资源、海水资源、矿山资源、生物资源、化石能源和新型能源等，开展与资源开发利用相关的主题学习活动，了解我国在资源利用方面的基本情况和发展战略，认识化学科学发展对自然资源综合利用和推动产业清洁低碳转型的作用，形成化学对废旧物资再生与利用的观念，认识其可能的途径。

化学与材料的制造、应用。通过开展围绕无机材料、有机功能高分子材料等材料制造、应用的主题学习活动，了解金属材料、无机非金属材料、高分子合成材料、复合材料和其他新材料的特点及其生产原理，认识化学对材料科学发展的促进作用，了解新材料的发展方向。

化学与工农业生产。围绕重要的化工产品制造、化肥农药、智慧农

业等主题，开展化学在工农业生产中相关应用的主题学习活动，了解合成氨、纯碱、乙烯工业等的生产原理和工艺流程，了解精细化工产品的生产及其生产过程中的工艺特点，认识催化剂的研制对促进化学工业发展的重大意义，知道化学肥料、农药、植物生长调节剂及其发展趋势，体验如何根据物质的性质开发应用前景广阔的产品，认识化工生产过程对人类环境的可持续发展可能产生的影响。

### 主题3：综合实践

通过综合实践活动，关注与化学有关的社会热点问题，认识和赞赏化学对社会发展的重大贡献，发展综合分析、解决问题的能力。供参考的综合实践活动如下。

调查。调查矿泉水中的微量元素及其作用；调查食品中添加剂的使用并进行相关的实验探究；调查染发剂和烫发剂对人体健康的影响；调查当地污水排放及处理情况，撰写调查报告，提出改进建议；调查在田间焚烧秸秆的利弊；调查当地生活垃圾的处理和回收利用情况，讨论并提出改进意见；调查当地工业固体废弃物（如粉煤灰）的回收和回收利用情况，讨论存在问题的解决途径；调查我国在推进碳达峰碳中和过程中的重要举措和成就；调查我国在发展新质生产力方面重点推进的科技领域，讨论其与化学科学的关系。

参观。参观化工厂或观看有关的影像资料，考察企业的选址情况，收集产品的生产原理、原料利用率、能耗、投资和成本核算等资料，讨论化工发展的前景，撰写考察报告；参观金属材料、无机非金属材料或高分子材料的生产、加工企业（或者观看有关影像资料），收集有关资料，撰写科学小论文；参观与化学相关的博物馆或主题展览、高新技术企业展厅，与有关人员进行交流座谈。

### 【教学提示】

“化学与生活”主题以日常生活中的化学问题为线索，让学生在生活现象解释或生活问题解决活动中学习相关的化学知识和生活知识，形成科学的生活观念和生活态度；设计相应的生活实践类活动，促进学生养成健康的生活方式，实现“知、情、意、行”的统一。

“化学与技术”主题以资源利用、材料制造、工农业生产中的化学问题为素材，将生产和技术问题线索、技术知识线索、化学知识线索相融合，让学生在学化学知识、技术知识的同时，建立从化学、技术、社会和环境等多角度综合考虑、系统分析问题的意识。在教学过程中，充分运用本地教学资源，开展交流讨论、调查探究等多样化的学习活动。

“综合实践”主题中的活动要注重开放性和发展性，为学生提供足够的时间和空间，鼓励学生自主探究，精心设计活动成果的交流展示活动，保证活动的实效性。

### 【学业要求】

1. 能举例说明化学在促进人类健康、提供生活材料和保护环境等方面的作用，能运用所学知识对生活中的有关问题作出解释。能科学、辩证地分析与化学有关的生活问题、评估解决方案，能根据实际情况权衡利弊作出合理决策，具有积极健康的生活态度与观念。

2. 能举例说明化学在自然资源开发利用、材料制造和工农业生产中的应用，能运用所学知识对与化学有关的技术问题作出分析和解释。能依据“绿色化学”思想分析某些化工生产过程的特点和存在的问题，探讨系统化处理或解决问题的基本思路。

3. 针对社会情境中与化学相关的某一真实问题开展项目研究，并形成项目研究成果，如项目研究报告、项目产品等，具有跨学科意识、合作解决问题的能力 and 创新精神。

## 系列3 发展中的化学科学

系列3包括“化学科学研究进展”“作为交叉学科的化学”“化学工程研究进展”3个主题。通过该系列的学习，帮助学生了解化学前沿发展的面貌与趋势，认识我国化学发展的机遇和挑战，激发学习和研究化学的兴趣，增进对化学科学的整体感知，深化对化学基本原理、基本方法与化学研究前沿关系的认识，促进对科学本质的理解，发展化学学科核心素养。

### 【内容建议】

#### 主题1：化学科学研究进展

围绕合成化学、催化化学、界面化学、理论与计算化学、化学测量与成像，以及化学动态学等现代化学研究的重要领域，选取化学科学研究成果的典型案例，引导学生认识化学是一门由实验和理论共同支撑的科学，了解化学理论发展的方向和面临的挑战。供参考的选题如下。

从简单易得的原料到目标功能分子的简洁和高效绿色合成；原子经济、绿色可持续和精准可控的合成方法与技术；特定功能导向的新物质和新材料的创造；催化研究的新理论、新方法；公共安全预警、甄别与溯源。

#### 主题2：作为交叉学科的化学

围绕材料化学、环境化学、化学生物学、能源化学、大分子及超分子与纳米化学等具有学科交叉特点的现代化学研究的重要领域，选取反映学科发展前沿、激发学生学习兴趣的研究案例，引导学生体会这些研究案例的研究思路与方法，了解化学与材料、资源、能源、生态、环境、生命、医药、军事国防及信息技术等领域的交叉融合，认识化学作为一门中心学科在促进科技发展中所发挥的作用。供参考的选题如下。

碳材料、药物载体与组织工程材料、能量储存与转换材料、自修复材料、敏感材料等新型材料；分子吸附、组装、活化与反应；形成有机、无机或杂化体系的空间有序结构的作用力；团簇、大分子、超分子和纳米结构的构筑和调控；复杂环境介质中污染物的分析；灰霾形成机制与健康风险；水和土壤污染控制与修复；燃料电池、二次电池和超级电容器等电化学能量储存与转化系统；高效太阳能电池的光电转换过程；生物大分子的合成、操纵与化学干预；重大疾病治疗的药物先导发现和靶点识别。

### 主题3：化学工程研究进展

现代化学工程是将化学研究转化为生产力的重要途径之一。化学工程的研究在不断探索如何揭示物质转化过程中传递、分离、过程强化和反应之间的关系及其对产品组成、结构和性质的影响；实现化工过程的原子经济性，发展安全高效和节能环保的物质转化工艺和系统。围绕相关典型研究成果，引导学生了解化学工程前沿研究的问题与思路。供参考的选题如下。

催化剂工程；膜分离工程；复杂体系化工基础数据的测量与建模；能源清洁高效利用、产业清洁低碳转型中的技术工程手段。

#### 【教学提示】

教学中注意发挥化学基本观念的作用，挖掘化学理论前沿与基础化学概念间的联系，从知识联系和思想方法两个方面建立统摄性的认识，避免教学过程变成高难度的知识技能训练或者简单科普介绍。

关注化学理论的历史演进过程，结合理论模型发展中的重要事实和科学家的推理论证过程，引导学生认识化学理论的建立过程和思想方法，深化学生对科学本质的认识，发展学生的高阶思维能力。

通过实验、模型、模拟等各种手段，降低教学内容的抽象性，利于学生理解相关内容。展示教学内容在促进科技进步和人类文明进步中所

发挥的作用，以及潜在的应用价值和应用前景，提升学生学习的兴趣并为职业定向打下基础。

通过对科学研究案例的分析和研讨，帮助学生发展提出问题的意识和能力，拓展分析问题和解决问题的角度和思路；通过分析案例存在的局限、要解决的问题及面临的挑战，培养学生的批判性思维能力，激发学生探索未知世界的热情。

### 【学业要求】

1. 能说出支持现代化学发展的最核心、最基础的概念和原理的内涵，能从模型的角度认识这些概念和原理，并举例说明它们建立的过程和关键证据，反思并概括它们建立的思路与方法。

2. 通过对化学研究进展的进一步了解，体验现代化学发展的面貌和方向，增进对化学科学的整体感知，提升研究化学的潜能。能通过举例的方式描述化学科学研究的主要领域、重要成果和新进展，能简要说明某个化学前沿成果的研究过程与思路方法。

3. 能查阅化学某个领域学术研究的文献，对文献内容进行分析、概括与点评。针对某个学术问题，能在教师指导下开展研究、撰写研究报告。

4. 增进对化学的兴趣，树立学习和研究化学的志向。

## 六、学业质量

### （一）学业质量内涵

学业质量是学生在完成本学科课程学习后学业成就的综合表现，体现课程目标的达成程度，反映核心素养发展状况。学业质量标准依据学科核心素养水平划分，结合结构化的课程内容，描述学习结果的典型表现，整体标识和刻画学业质量的不同水平。

### （二）学业质量描述

根据化学学科核心素养、高中化学课程内容特点和学生的发展规律，从物质结构与性质、化学反应规律、化学实验探究、物质转化与应用4个方面描述学生在学习过程中所表现的理念、能力、态度等。

高中化学学业质量划分为4级水平（见表1）。每一级水平是学生在不同复杂程度的情境中，完成相应学习任务时的不同学习结果与水平表现。学业质量水平1~4体现了学生化学学科核心素养发展的进阶要求。

表1 学业质量水平描述

水平	学业质量描述
水平1	<p>1-1 能根据事实用化学符号描述常见物质；能根据物质的组成、结构和性质对物质进行分类；能从元素、原子、分子和离子视角解释通过实验探究认识的常见物质的某些性质，如物质的氧化性和还原性、溶液的导电性等；能根据给定事实说明物质的结构与性质的联系，体会两者的联系在解决生产生活实际问题中的意义。</p> <p>1-2 能从不同的角度对化学反应进行分类；能描述和表征常见的氧化还原反应、离子反应，举例说明其在生产生活中的应用；具有条件控制意识，能通过实验探究说明化学反应发生的条件；在解决与化学变化相关实际问题时，能依据物质类别、元素价态和氧化还原反应原理，说明或预测常见物质的化学性质；能结合物质组成及转化的实际数据，应用物质的量计算物质的组成和确定化学变化中物质的计量关系，体会定量研究化学反应的实际意义。</p> <p>1-3 能依据解决简单化学实验问题的需要，选择常见实验仪器、装置和试剂；能独立或与同学合作，安全、顺利地完 成简单的物质分离提纯、物质的检验、物质主要性质的探究等实验操作；能如实观察、记录实验现象，作出合理解释，获得初步结论，并与同学交流讨论；体会实验探究与实践在化学科学发展、解决生产生活实际问题中的重要作用。</p> <p>1-4 能从物质类别和元素价态变化的视角，解释实验、生产生活中与物质转化及应用相关的现象或事实；能初步运用化学知识分析自然资源利用、环境保护、健康安全等相关的简单实际问题；能初步践行节能低碳、保护环境的生活方式；能主动参加与化学相关的社会性科学议题的讨论，勇于提出自己的见解，能自觉抵制伪科学，认同化学科学对人类社会可持续发展作出的积极贡献。</p>
水平2	<p>2-1 能根据物质的组成、结构（化学键）等对物质进行分类；能用化学符号、模型等表示简单原子的结构、常见物质中的化学键；能辨识简单有机化合物分子中的常见官能团；能通过实验探究元素周期律，从原子结构视角说明元素周期律的本质；能结合实例说明元素周期律和周期表在发现新元素、研发新材料等方面的指导作用，说明物质结构与物质性质的关系。</p>

续表

水平	学业质量描述
水平2	<p>2-2 能基于事实从化学键角度说明化学变化的本质和化学反应中的能量变化；能依据化学变化中的能量变化对反应进行分类；能分析简单原电池的构成要素和工作原理，举例说明通过化学反应实现能量转化的意义；能基于实验探究或事实分析反应条件对化学反应速率的影响，说明实际应用中选择和控制在反应条件的意义；能结合实例描述可逆反应和化学平衡状态的特征；能从化学反应限度的角度解释生产生活中相关的简单现象，体会反应条件调控在生产生活中的重要意义。</p> <p>2-3 能提出简单的实验探究问题，设计实验方案，合理选择实验试剂、组装实验仪器；能运用变量控制方法初步探究影响化学反应速率的主要因素，完成简单的物质制备实验；能独立或与同学合作，安全、顺利地完成任务，收集、处理实验数据，基于实验事实得出结论，与同学交流讨论实验探究结果；能运用化学实验方法解决生产生活中的简单问题。</p> <p>2-4 能综合运用所学化学知识和方法解决与资源综合利用、环境保护、健康安全等相关的简单实际问题；能与同学协作设计生产生活中简单物质的转化方案；能结合实例说明化学科学在开发利用自然资源与能源、合成新物质、保护环境、保障人类健康、促进科技发展和社会文明等方面的积极贡献；能从化学视角认识食品安全、环境保护等相关法律法规；能分析化学产品和化工技术等在生产生活中的应用对人类健康、社会可持续发展可能带来的影响。</p>
水平3	<p>3-1 能根据物质的组成、结构（化学键、官能团）等对物质进行分类；能从物质组成和结构等方面解释物质的多样性；能用模型、符号、图示等方式表示物质的结构与性质；能从物质的组成、化学键和分子间作用力、原子或分子的空间排列等多个视角解释同类物质的共性和不同类型物质的性质差异；能基于事实从物质结构视角解释常见无机化合物和有机化合物的某些性质；能举例说明物质结构在创造新物质、开发新能源和新材料等方面的应用。</p> <p>3-2 能基于化学键的断裂和形成分析和解释化学反应中能量变化的本质，定量分析和表征化学反应的焓变；能通过实验探究简单原电池和电解池的工作原理，运用电化学原理解释</p>

水平	学业质量描述
水平3	<p>金属腐蚀现象及其防护措施；能运用相关理论说明条件改变对化学反应速率、化学平衡移动的影响；能结合实际问题选择和优化反应条件；能通过宏观、微观、符号相结合的方式描述化学反应速率和化学平衡状态，判断化学平衡移动方向；能综合运用化学平衡移动原理，分析和解决电解质溶液中有关平衡的实际问题。</p> <p>3-3 能提出有意义的实验探究问题，独立完成设计有机化合物官能团检验、物质组成检测、影响反应速率和化学平衡的因素、较复杂的物质转化等实验方案；能运用变量控制方法探究化学变化的条件，独立或与同学合作，安全、顺利地完成任务，收集、处理并用文字、数据、图表等方式呈现实验相关信息，基于现象和数据进行分析推理得出合理结论，并与同学交流讨论；能运用化学实验方法解决生产生活中较复杂的问题。</p> <p>3-4 能综合运用化学原理解释或解决生产生活中与化学相关的一些实际问题；能根据解决问题的需要，与同学协作设计简单无机化合物制备、典型有机化合物合成、通过化学反应实现能量转化的方案；能从节能环保、资源综合利用等视角分析评估物质转化过程；具有对化学品使用和化工技术应用进行风险评估的意识，能提出降低风险的建议。</p>
水平4	<p>4-1 能多角度运用实验测定的物质结构相关信息，解释或预测物质的某些性质，并评估所作出的解释或预测的合理性；能依据有关物质组成、结构测定的数据或图表等信息，推测物质的组成和结构；能结合事实从原子结构、化学键和分子间作用力等视角解释简单的化学变化过程；能从物质结构与性质关系的角度解释或预估新物质在生产生活和科学技术等方面的应用。</p> <p>4-2 能结合实例从化学键角度分析和预测化学反应中的能量变化，举例说明利用化学变化实现能量储存或释放在解决能源问题中的应用，提出有实用价值的建议；能根据化学反应原理预测化学反应的产物，并评估预测的合理性；能运用化学反应速率、化学平衡等理论模型，从调控化学反应速率、提高物质转化率等方面综合分析反应条件，设计优化反应条件的方案，提出有效调控反应条件的措施，并从节能低碳、资源综合</p>

续表

水平	学业质量描述
水平4	<p>利用、绿色环保等多角度作出评价。</p> <p>4-3 能提出有实际价值的实验探究课题，设计有关物质转化、分离提纯、性质应用等综合性实验方案；能运用变量控制的方法探究并选择合适的反应条件，独立或与同学合作，安全、顺利、高效地完成实验，综合运用多种方式描述实验证据，依据证据分析推理形成结论，评估结论的合理性；能从资源利用、安全、绿色环保等多视角对实验方案、实验过程进行评价，提出改进建议和进一步探究的设想，并与同学交流讨论；能运用化学实验方法解决与社会可持续发展相关的一些实际问题。</p> <p>4-4 能综合运用化学原理和理论模型，与同学协作提出解决生产生活中与化学相关问题的创造性建议；能基于“绿色化学”理念设计无机化合物制备、有机化合物合成的综合性方案，对设计的方案进行综合评价和优化；能遵循科学伦理道德，对化学技术推广应用和化学品使用进行分析和风险评估，分析研判物质转化过程对环境和资源利用的影响，作出合理的决策，提出进一步改进和优化的方案。</p>

### （三）学业质量标准的应用

学业质量标准可以用于指导课程设计、教学和考试评价。从考试评价和命题角度看，化学学业质量水平是化学学业水平考试命题的重要依据，化学学业质量水平2是高中毕业应当达到的要求，也是化学学业水平考试合格等级的划定依据。化学学业水平等级性考试命题不超过学业质量水平4。

## 七、实施建议

### （一）教学与评价建议

#### 1. 教学建议

化学知识是培养学生化学学科核心素养的重要载体，化学教学是落实化学课程目标、引导学生达成化学学业质量标准的基本途径。教师在化学教学中应紧紧围绕“发展学生化学学科核心素养”这一主旨，优化教学过程，有效提高教学质量，充分发挥化学课程的育人功能，落实立德树人根本任务。

##### （1）科学制订核心素养导向的化学教学目标

化学教学目标的制订要全面反映化学学科核心素养，体现化学课程目标；全面落实化学课程的内容要求、学业要求和学业质量标准。例如，“甲烷”（必修）第1课时的教学目标制订如下。

- ①通过化学史实和实验事实，了解碳的四面体结构学说及其价值。
- ②通过对碳原子之间连接方式的探究，认识有机物分子的碳骨架特征。
- ③通过对甲烷性质的实验探究，知道甲烷具有稳定性，能发生取代反应。
- ④能基于结构视角解释甲烷是最简单的有机化合物。

⑤能基于原料和燃料视角分析甲烷的应用价值，初步形成资源全面节约、物能循环利用的意识。

目标②、③和④主要体现了“宏观辨识与微观探析”素养，目标①和③主要体现了“科学探究与创新意识”素养，目标⑤侧重“科学态度与社会责任”的培养；上述目标落实了必修课程“简单的有机化合物及其应用”主题有关甲烷的内容要求、学业要求及学业质量标准。

学生核心素养的发展是一个持续进步的过程，具有阶段性的特点。教师应统筹规划化学教学目标，对课程学习阶段、模块或主题、单元和课时教学目标进行整体规划和设计，准确把握学生核心素养的发展水平，注重教学目标的进阶性。

例如，结构决定性质是化学学科的基本观念，是宏观辨识与微观探析思维方式的具体表现形式。对于这一观念的学习，就可以整体设计为4个阶段：在必修阶段元素周期律的学习中，要求认识元素“位—构—性”之间的内在联系，能根据元素“位”“构”的特点预测和解释元素的性质；在选择性必修课程化学键与物质的性质的学习中，要求能根据化学键的特点，解释和预测化合物的性质；在选择性必修课程分子间作用力与物质的性质的学习中，要求能解释和说明分子间作用力对物质性质的影响；在选择性必修课程“有机化学基础”模块的学习中，要求能根据有机化合物官能团的结构特点解释和预测有机化合物的性质。

应避免教学目标的制订流于形式。教师应根据具体教学内容的特点和学生的实际来确定化学教学目标，切忌生硬照搬化学学科核心素养的五个方面，防止教学目标制订的表面化和形式化。

## （2）合理选择和组织化学教学内容

化学课程内容要求、学业要求和学业质量标准，是化学教学内容选择的主要依据。教师应仔细研读课程标准，明确化学教学内容在各课程学习阶段的不同水平要求，合理选择化学教学内容，整体规划化学教学内容的深广度。例如，化学反应与能量转化的内容，在不同学习阶段都有所涉及，但教学内容的深广度和学业质量要求是不一样的。在必修阶

段，要求学生能基于具体的现象与事实描述和说明化学反应中的物质与能量转化；在选择性必修阶段，要求学生能基于化学反应的本质来解释和说明化学反应中的物质与能量转化，能从物质与能量变化的角度选择和评价燃料，从科学、技术、社会和环境角度认识化学反应中物质与能量变化的价值，形成资源全面节约、物能循环利用的意识。

化学教学内容的组织，应有利于促进学生从化学学科知识向化学学科核心素养的转化，而内容的结构化则是实现这种转化的关键。内容的结构化主要有以下3种形式。

①基于知识关联的结构化。它是按照化学学科知识之间的逻辑关系组织起来的，如化学键知识的结构化如图2所示。

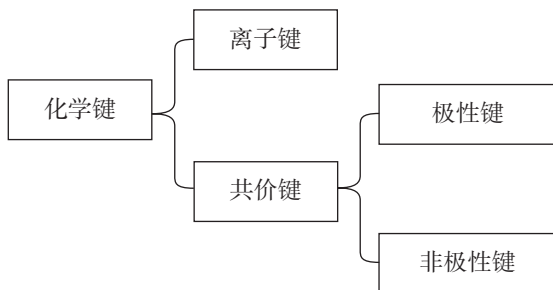


图2 化学键知识逻辑关系

②基于认识思路的结构化。它是从学科角度对物质及其变化的认识过程的一种概括，如元素“位—构—性”的关系如图3所示。

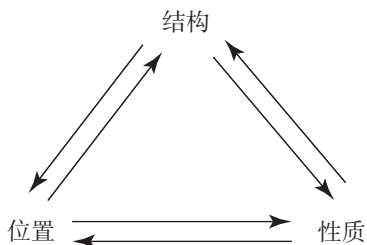


图3 元素“位—构—性”的关系

(注：“位置”指在元素周期表中的位置)

③基于基本观念的结构化。它是对物质及其变化的本质和其认识过程的进一步抽象，以促进学生建构和形成化学学科的基本观念。例如，

对元素“位—构—性”三者的关系，从学科角度可以进一步概括出“结构决定性质，性质反映结构”这一化学学科的基本观念，这一观念是“宏观辨识与微观探析”等化学学科核心素养的具体体现。

教师在组织教学内容时应高度重视结构化设计，充分认识结构化对于学生化学学科核心素养发展的重要性，尤其是应有目的、有计划地进行“认识思路”和“基本观念”的结构化设计，逐步提升学生的结构化水平，发展化学学科核心素养。

化学教学内容的选择和组织，还应注重贴近生活、贴近社会。化学科学与生产生活和科学技术的发展有着密切的联系，对社会发展、科技进步和人类生活质量的提高有着广泛而深刻的影响。在教学中，教师应重视突出体现科学、技术、社会和环境相互关系的学习内容和情境素材的选择与组织，紧密联系生产生活实际，使学生认识到化学能够创造更多物质财富满足人民日益增长的美好生活需要；使学生能综合运用所学知识解释和解决有关的实际问题。例如，在乙醇的教学中，教师可选择乙醇在人体内的转化、酿酒、乙醇汽油、乙醇作为重要的化工原料等素材，使学生充分认识化学科学的价值。在教学中，教师要重视跨学科内容主题的选择和组织，加强化学与物理、生物学、地理及材料、环境、能源等科学技术领域的联系，引导学生在更宽广的学科背景下认识物质及其变化的规律，帮助学生拓宽视野，开阔思路，综合运用化学和其他学科的知识和方法分析解决有关问题，发展学生的科学素养。例如，在氢键的教学中，可选择DNA、蛋白质结构中的氢键，使学生认识氢键与生物体的密切关系。

### （3）精心设计和组织实验探究活动

以实验为基础是化学学科的重要特征之一，实验探究是一种重要的科学实践活动，是化学学科核心素养的构成要素之一，对于全面发展学生的化学学科核心素养有着极为重要的作用。教师应依据课程内容要求、学业要求、学业质量标准 and 核心素养发展水平，结合学生的认知发展特点，精心设计实验探究活动，有效地组织和实施实验探究教学，增

进学生对科学探究的理解，发展科学探究能力。

教师应认真组织学生完成本课程标准中要求的必做实验，重视培养学生物质的分离、提纯和检验等实验技能，树立安全意识，形成良好的实验室工作习惯。应根据学校实际情况合理地选择实验教学形式，在完成必做实验的基础上，有条件的学校尽可能多地安排学生实验，为学生提供更多动手做实验的机会；条件有限的学校，可采取教师演示实验或利用替代品进行实验，鼓励实验的绿色化设计，开展微型实验；合理运用计算机模拟实验，但不能完全替代真实的化学实验。

实验探究活动应围绕问题解决，紧密结合化学知识来进行。例如，“实验探究卤族元素的性质递变规律”“实验探究维生素C的还原性”等，使化学知识的学习、科学探究能力的形成与化学学科核心素养的发展有机结合起来。实验探究教学要讲究实效，不能为了探究而探究，应避免探究活动泛化、探究过程程式化和表面化；应把握好探究的水平，避免浅尝辄止或随意提升知识难度的做法；应尽可能以学生为主体经历探究过程，避免实验探究过程中教师包办代替的现象。

#### （4）积极探索核心素养导向的课堂教学方式及策略

课堂教学是发展学生核心素养的主渠道，教师应积极探索核心素养导向的教学方式，实现课堂教学从掌握知识到发展素养的转变。学生化学学科核心素养的发展是一个自我建构、不断提升的过程，教师要紧紧围绕化学学科核心素养发展的关键环节，注重运用启发式、探究式、项目式等多样化的教学方式，引导学生积极开展建构学习、探究学习和问题解决学习，促进学生化学学习方式的转变。为此，教师应尽可能设计多样化的学习任务，应结合具体的化学教学内容的特点和学生的实际，引导学生开展分类与概括、证据与推理、模型与解释、符号与表征等具有学科特质的学习活动，应注意设计真实情境下不同复杂和陌生程度的问题解决活动，引导学生通过小组合作、实验探究、讨论交流等多样化方式解决问题；注重开展项目式学习活动和跨学科实践活动，引导学生“做中学”“用中学”“创中学”，促进学生化学学科核心素养的发展。

化学学科核心素养是在解决问题的活动中形成和发展的。教师应基于问题解决选择和运用情境创设、问题驱动、方案设计、论证交流和探究实践等多种教学策略，发展学生的化学学科核心素养。例如，“氧化还原反应”的教学，教师可以提供有关“汽车尾气及其危害”的素材，使学生产生运用化学方法解决这一问题的愿望，提出“如何根据氧化还原反应原理对汽车尾气进行绿色化处理？”的问题。“什么是绿色化处理？”“汽车尾气的主要成分有哪些？”“如何将有毒有害物质转化为无毒无害物质，如何转化，转化需要哪些条件？”等，这些具体的问题解决任务，促使学生查阅文献、设计方案、实验探究等，正是在这样的问题解决过程中学生的化学学科核心素养得到了提升，生态文明的意识得到了增强。

#### (5) 积极探索信息技术赋能化学教学的多元路径

现代信息技术的快速发展为教育质量提升提供了更有力支撑，鼓励学校和教师积极探索运用多媒体与虚拟仿真技术、数据采集与分析技术、虚拟现实与增强现实、在线学习与协作工具以及生成式人工智能等丰富多样的技术手段，赋能高中化学教学与评价。例如：动态可视化抽象的概念原理，促进学生对于微观结构、反应过程的认识；突破物理条件的限制，模拟真实科研环境和化工生产过程，开展基于科研数据库的实验建模与工程设计；体验或剖析人工智能赋能化学科研的新场景、新手段、新范式与新成果；建构指向化学基本观念建构和问题解决思路形成的个性化认知路径，开展具有良好启发引导和创新支架的人机协同复杂问题解决，探索“化学家—AI化学家—教师—学生”多元交互模式；支撑探究式学习、项目式学习等素养导向教学方式的高质量实施，实现指向复杂问题解决能力的个性化、过程性与综合性测评。

充分发挥生成式人工智能对教师教学与专业成长的促进作用。例如，支持教师更新学科知识与教学理念，辅助生成或优化教学设计、实验方案、习题试题以及多模态教学资源，提升对学生学习表现的记录分析、评价反馈的质量与效率，以及为教师的反思与教研提供工具支撑和

指导。积极探索并理性看待生成式人工智能在学生学习中的应用，注意防控技术自身缺陷及其不合理使用所带来的潜在风险。例如，避免浅层次、形式化的人机互动学习，防止因过度认知卸载和外包而削弱独立思考和社会情感能力。管理者与教师应保持对技术发展动态和应用效果研究进展的持续关注，适时调整技术使用的方式与策略，使技术真正助力学生化学学科核心素养的培养。

## 2. 日常学习评价

日常学习评价是落实“教—学—评”一体化理念的重要环节。教师应基于教学目标设计评价要求，基于评价要求设计课堂学习活动评价、单元作业和单元测试，并基于评价结果评估教学目标的达成情况，反思改进教学。

教师应充分认识化学日常学习评价对于促进学生化学学科核心素养发展的重要性，注重活动表现评价、优化单元作业的整体设计与实施，基于证据全面、客观地诊断学生的化学学科核心素养，用好评价结果，发挥日常学习评价的激励和发展功能。

### (1) 有效开展多种形式的日常学习评价

课堂提问与点评、探究实践活动表现评价、课后作业、单元与模块考试等是有效开展化学日常学习评价的基本途径和方法。

#### ① 课堂提问与点评

课堂提问与点评是开展课堂学习活动表现评价的主要形式。课堂教学中，教师以“提问”的形式布置评价任务，通过对学生回答的“点评”进行评价反馈。为了发挥课堂提问与点评的评价功能，问题的设计不仅要指向教学内容，还要有利于学生外显其分析、解决问题的思维过程，有利于教师从化学知识、认识角度、认识思路等多方面评价学生的活动表现；教师要预设体现不同表现的评价标准，在课堂点评过程中帮助学生明确其活动表现对应的水平，促进其实现进阶。

例如，在“探究亚铁盐的性质”活动中，设计问题“预测 $\text{FeSO}_4$ 的

性质，说明理由”。在实施过程中，教师通过学生对 $\text{FeSO}_4$ 性质的预测及其理由的阐述，诊断学生预测性质的角度、思路和结论，还可以通过组织学生自评和生生互评促进学生反思和改进。

### ②探究实践活动表现评价

教师设计探究实践活动表现评价，要选择有价值的探究实践活动，加强教学内容、教学目标与评价要求的整体设计；要针对承担评价任务的探究实践活动，设计活动表现的评价要点和标准；要通过多种形式收集学生的表现证据，作出诊断和评价，并进行针对性的教学指导。

例如，在进行“铁及其化合物性质”教学时，“探究硫酸亚铁的的化学性质”是重要的实验探究活动，具有建构无机物性质探究思路的功能，可以从实验设计方面，制订“能否说明具体实验的实验目的，实验目的能否体现探究物质性质的多角度，包括类别通性、氧化性、还原性”“能否根据实验目的正确选择试剂”“能否设计出正确的实验操作步骤”等评价要求，诊断学生设计实验探究无机物性质的能力；从实验实施与记录方面，制订“能否安全、规范、顺利地完成实验操作”“能否仔细观察、如实记录实验现象”“实验过程中，能否注意节约试剂，保持实验台整洁；在实验结束后，能否将仪器清洗干净、摆放整齐”等评价要求，诊断学生的实验实施能力和安全意识；可以从反思评价方面，制订“能否说明实验目的、实验方案、实验现象和实验结论之间的关系，反思自己实验中的问题”等评价要求，诊断学生的反思评价能力。

### ③课后作业

教师应注意发挥课后作业对于学生化学学科核心素养的诊断与发展功能，依据课程内容各主题的学业要求，精心编制或精选课堂练习和课后作业题，使“教—学—评”活动有机结合，同步实施，形成合力，有效促进学生化学学科核心素养的形成与发展。

课后作业的设计应在进行单元作业整体规划的基础上，做好课时作业设计。

单元作业规划包括课时作业规划和贯穿单元学习始终的实践类单元

作业规划。课时作业规划应依据每个课时的教学目标，围绕学业要求设计相应的评价指标，规划每个评价指标对应的题目数量。

课时作业设计要依据课时作业规划中的评价指标选择具有典型性、代表性的习题，并按照由易到难的原则组织习题，形成课时作业。如“铁盐、亚铁盐性质”的课后作业，应围绕学业要求设计或选择用化学用语描述 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{FeSO}_4$ 的性质，用铁盐、亚铁盐性质分析解释、解决生产生活、实验室中真实问题，探究陌生含铁物质性质等习题，诊断学生对铁盐、亚铁盐性质的理解和从物质类别、元素价态的角度认识无机物性质思路的建构情况，评价学生应用铁盐、亚铁盐的性质和认识无机物性质的思路解决问题的能力。

课后作业设计还应包括对作业反馈的设计。例如，可以设计包括题号、对应的评价指标、得分情况、答题表现等维度的作业反馈表，提高作业反馈的针对性和自主性。作业反馈表中，题号及对应的评价指标由教师给出，得分情况和答题表现由学生自主完成，促使学生对其学习情况进行自我诊断，促进反思。

在设计实践类单元作业时，不仅要选择与核心内容相匹配的实践探究活动作为载体，还要依据单元教学目标精心设计活动任务，提高实践探究类作业与单元教学目标的一致性。

#### ④单元与模块考试

单元与模块考试应以学生化学学科核心素养的达成情况为考核重点，以学业要求、学业质量为命题依据，整体规划命题蓝图，依据蓝图进行具体题目的选择、改编或原创试题的设计。命题蓝图主要包括化学学科核心素养、单元或主题、核心知识、学业要求、问题任务类型、学业质量水平等维度，同时还包括题型、分值、预设难度、预设作答时间等题目信息。选择、改编或设计题目时，应关注题目的情境性和综合性，为学生解决真实情境下不同复杂程度化学问题提供素养表现的机会。

通过考试，教师可以较为准确地诊断出学生化学学科核心素养的发

展水平和化学学业质量标准的达成情况，为有针对性地提出学生化学学科核心素养发展的改进建议提供依据。

### （2）注重评价证据的收集和使用

日常学习评价应关注学生化学学科核心素养的发展过程，运用多种评价方式收集评价证据，科学、合理地诊断学生化学学科核心素养的发展情况。

注重评价证据的全面性，有意识地收集学生在课堂回答问题、科学探究、实验操作、课堂练习、课后作业及阶段性考试等学习活动中的表现证据，并进行针对性的教学指导。

注重评价证据的典型性，选择核心学习任务、重要科学探究活动及化学实验操作作为表现性评价的重点，突出关键环节和典型表现，充分发挥典型证据对诊断学生化学学科核心素养发展情况的独特作用。

在基于证据进行诊断时，除了关注学生在活动、作业、考试中的整体表现，还要依据作业规划或命题蓝图，从内容主题、核心素养、问题任务类型等维度进行归类统计、分析，基于不同维度的表现和整体表现的横向比较，进一步诊断学生的优势和不足。此外，还应结合学生的具体作答表现或活动表现，对学生问题解决的思维路径进行深入分析诊断。

### （3）重视反馈，用好评价结果

评价结果应能真实、有效、全面地反映学生的化学学科核心素养的发展情况，做好评价结果的解释，有效发挥评价的诊断功能；做好评价结果的反馈和运用，体现评价的激励和发展功能。

评价的反馈对象主要为学生和教师。给学生的反馈，包括评语和数据，基于评价结果对学生的学业表现进行有针对性的分析，并给出进一步提升的建议；也可以引导学生自主反思，指导学生基于评价结果发现优势和不足，主动改进，提升学生自主学习的能力。给教师的反馈，应结合日常教学的调研分析，提出具体的教学改进指导意见。

## （二）学业水平考试建议

化学学业水平考试主要衡量学生达到课标规定学业要求的程度，反映学业质量标准的达成情况，是保障高中化学教育教学质量的重要制度。依据学业质量标准解释考试结果，报告学生实际达到的学业水平，能为评估课程实施情况、改进教学提供参考。

化学学业水平考试包括学业水平合格性考试和学业水平等级性考试。考试成绩是学生毕业和升学的重要依据。

### 1. 考试理念

坚持素养立意。整体考查学生核心素养发展水平，着眼于化学学科核心素养五个方面间的内在联系，关注核心素养在不同学业质量水平之间的进阶性，以及同一水平中多个方面核心素养之间的关联性。通过不同类型、不同水平的问题任务，实现化学学科核心素养的全面考查。

注重系统设计。强化考试目标、考试内容、考试形式等各要素间的关联；以学业质量标准为主要命题依据，加强命题指向、情境素材、问题任务、评分要求间的匹配性。

强化实践应用。注重创设真实问题情境，丰富实践应用与实验探究的考查内容和方式，考查学生运用化学原理和实验方法分析解决问题的能力、实践创新能力，展示科学思维过程与水平。

### 2. 考试规划

#### （1）考试目标

化学学业水平考试目标主要是考查化学学科核心素养发展状况。确定具体考试目标，要立意鲜明，价值导向正确；符合学业质量标准；全面反映化学学科核心素养；结构合理，内涵清晰。

#### （2）考试范围

根据考试目的确定课程内容的考查范围，学业水平合格性考试的考

查范围是普通高中化学课程标准规定的必修课程内容要求，包括9个学生必做实验；学业水平等级性考试的考查范围是必修和选择性必修课程内容要求，包括必修和选择性必修课程的18个学生必做实验。

### （3）考试形式

考试形式指试题或试卷呈现的载体形式以及考生应答、完成任务的条件和行为方式。考试形式的确定要与考试性质、目的以及化学学科特点相匹配。探索多样化的考试形式，同一考试可采取多种组合方式。学业水平合格性考试包含纸笔考试和实验操作考查；学业水平等级性考试为纸笔考试。

## 3. 试卷结构

试卷结构通常包括内容结构、题型结构和难度结构。

### （1）内容结构

依据课程标准规定的内容模块、主题，全面考查化学学科核心素养。考查内容比例应与各模块、主题内容所占课时比例大体一致，可根据考试性质和目的调整。

### （2）题型结构

纸笔考试的题型包括选择题、填空题、解答题等。鼓励创新试题形式。学业水平合格性考试选择题的分值比例不超过60%，等级性考试选择题的分值比例不超过50%。

学业水平合格性考试中应独立设置实验操作考试，应依据课程标准中必修课程模块的学生必做实验设定具体实验任务，考生在规定时间内独立完成实验，并提交报告。

### （3）难度结构

学业水平合格性考试依据学业质量水平1、水平2命题，学业水平等级性考试主要依据学业质量水平3、水平4命题，并参考不同地区学生群体特征，设计难度结构，合理配置难、中、易试题分值比例。

#### 4. 命题蓝图

命题蓝图旨在落实核心素养命题立意，具体设计试卷结构，整体规划命题，确保考查内容的代表性和命题的科学性。

制订命题蓝图要遵循考试目标及考试命题工作要求，综合考虑试题命题指向、题型特征等因素，对试题的考查内容、水平要求和分值匹配等进行整体性、具体化设计，明确每道试题的测试功能和命制要求。

命题蓝图主要包括化学学科核心素养、学业质量、核心知识、学业要求、问题任务类型、情境材料类型，同时还包括题型、分值、预设难度等。

#### 5. 试题命制

试题命制要坚持正确政治方向，体现社会主义核心价值观，发展社会主义先进文化，弘扬革命文化，传承中华优秀传统文化，反映我国科学技术新进展、新成就。

试题命制要准确把握学科核心素养内涵和学生的学业成就表现，选择、加工能够引发学生相关素养表现的真实情境，选取典型内容和测试素材，设计有助于展现学生不同素养水平的任务，基于学生真实表现研制评分标准。

##### (1) 命题指向

遵循考试设计思路，落实命题蓝图要求，明确每道试题的具体考查目标。要依据学业质量标准，参考化学课程模块、主题的内容要求和学业要求，确定每道试题所要考查的核心知识、化学学业质量要求、化学学科核心素养表现。

##### (2) 情境设置

化学试题情境可围绕日常生活、生产环保、学术探索、实验探究或化学史料中的某一特定的主题事实，以文字、数据、图表等方式呈现相关信息，为设计问题任务提供载体，为学生解决问题提供线索与条件。

一是体现教育性。化学试题情境应从正面体现化学学科的社会价值和育人价值，发展社会主义先进文化，弘扬革命文化，传承中华优秀传

统文化，彰显化学对人类文明和社会进步的伟大贡献，反映我国化学科学研究的新进展、新成就和我国科学家在化学科学及相关领域的重要贡献，体现严谨求实的科学态度和崇尚真理的科学精神，引导学生作出正确的价值判断、科学决策，激发社会责任。

二是确保真实性。情境应来源于自然界和人类社会的客观事实，来源于生产生活实践、科学实验、化学科学探究实际。涉及的物质转化过程等应符合实际。图表、数据应科学、真实，实验方案及现象应能重现。情境可根据试题的考查目标对原始素材进行适当加工。

三是体现適切性。情境应与课程标准中的核心内容密切相关，应符合学生的认知特点。情境中蕴含的化学问题与命题指向具有较好的一致性，避免出现情境与问题无关的情况，避免出现情境素材篇幅过长或同一题中更换多个情境的情况。

四是调控复杂度。在选定情境素材后，要从问题解决过程的角度审视情境的表述方式；通过改变情境的开放程度、情境中蕴含的内容量，以及根据问题解决思维过程的复杂程度适当调控问题的难度，实现对不同学业质量水平的考查。

### （3）问题任务设计

依据命题指向，问题任务设计要指向学科关键能力，提高结构化，体现综合性，探索开放性，注重实践性。

一是指向学科关键能力。问题任务设计应指向理解与辨析、归纳与论证、分析与推测、探究与创新等学科关键能力，具体可以设置辨识记忆、概括关联和说明论证等问题任务，考查学生对知识的学习理解情况；设置对简单实际问题和变式情境进行分析解释、推论预测和简单设计等问题任务，考查学生应用已有知识经验的能力；设置综合性、创新性问题，考查学生综合应用和迁移创新的高阶能力。

二是提高结构化。围绕某一情境主题设计具有逻辑性的选项或问题，其中，解答题的设问应具有一定的层次性，能反映学生问题解决的思维方式、展现其推理过程；也可以在同一情境主题下，将问题组合设

计，形成结构化的题组。

三是体现综合性。问题任务涉及的课程内容可以跨模块、跨主题，如将“物质结构与性质”与“有机化学基础”“化学反应原理”模块的相关内容进行综合设计；将“化学科学与实验探究”与其他主题内容进行综合设计。问题任务的类型应涉及多种能力活动，反映核心素养的综合表现。

四是探索开放性。问题任务可赋予学生展现多样化作答结果的空间，允许学生从多个角度、多种路径思考、解决问题，注重展现学生问题解决的思维过程。

五是注重实践性。问题任务设计注重引导学生运用化学知识、学科思想方法分析解决生产生活中的实际问题，展现学科核心素养。要注重对化学实验的考查。纸笔考试中要有一定比例的问题任务指向实验操作、实验设计、对实验证据的分析推理、获得结论的考查。学业水平合格性考试中的实验操作考试应设定具体的实验任务，提出相应的实验要求，提供必要的实验用品，充分保障实验安全，确保考试正常开展。鼓励设置包括实验操作、实验设计在内的综合性任务，体现对不同实验能力水平的考查。

#### （4）评分要求

评分要求一般由分数等级、特征表现与典型样例等构成。评分要求应表述明确、清晰，具有操作性，便于判断学生作答之间的差别。

制订评分要求应遵循科学性、可操作性等原则，综合考虑考查目标、题型、学生思维和开放性等因素合理确定分数等级和特征表现。

选择题采用预设分值确定赋分，鼓励探索按照思维水平分级赋分。填空题和解答题评分要求的设计，需要根据任务完成的思维过程和学生的实际表现，分析、提炼出不同素养水平的作答特征、作答样例；依据作答特征反映的素养水平高低，赋予不同的分值。

学业水平合格性考试实验操作试题依据考查目标，从实验设计的科学性和可行性、实验操作的规范性、实验记录的准确性、实验报告的完

整性、安全意识、自我评价等维度分项设定评分要求。鼓励数字赋能实验考试评价。

### （三）教材编写建议

高中化学教材是高中化学课程的物化形态与文本素材，是实现高中化学课程目标，培养学生化学学科核心素养的重要载体。

#### 1. 编写原则

##### （1）强化育人导向，以发展化学学科核心素养为主旨

化学教材编写要全面贯彻党的教育方针，落实立德树人的根本任务，充分发挥化学课程的育人功能，促进学生形成正确的世界观、人生观和价值观；化学教材编写必须充分体现课程标准的基本理念，以发展化学学科核心素养为主旨，准确把握课程标准的要求，设计化学教材的整体结构，选择教材内容和设计学习活动、评价活动。

##### （2）体现思想性、科学性和艺术性的统一

化学教材应注重思想性，体现国家和民族的基本价值观，展现化学科学本质和科学家精神，体现科学发展理念，引导学生建立科学的自然观，增强学生的科学伦理和法律法规意识。化学教材内容应符合科学性要求，反映化学学科发展的特点和趋势，注重化学学科思想方法；内容表述符合规范，文字准确、严谨，易于理解，可读性强。教材注重采用多样化的呈现方式，提升学生的学习体验，感受化学之美。精心设计各类教材插图，图文并茂；内容文字表达严谨又生动，恰当运用多种修辞手法；教材版面设计美观大方，布局合理。总之，以价值引领定向、学科逻辑奠基、艺术表达增效，实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一，切实提升化学教材的育人实效。

##### （3）密切结合学生实际，加强探究与实践活动的设计

化学教材编写应符合高中生的心理发展规律，充分关注学生差异化

的发展需求；以学生的生活经验为基础，情境选择、内容组织面向全体学生；设计梯度合理、丰富多样的探究与实践活动，激发学生的化学学习兴趣，引导学生积极主动地学习，培养学生的创新精神和实践能力。

#### （4）更新编写理念，注重教材编写的创新与特色

积极探索和创新核心素养导向的化学教材的编写。在体系结构、内容素材、呈现方式、版式设计等多方面，结合化学学科特点，编写成具有鲜明特色的化学教材，促进教师开展核心素养导向的教学与评价；加强信息技术的使用，创新内容呈现方式，探索开发数字化教材，提供更加丰富的内容资源和多样化的学习方式。

## 2. 内容选择

### （1）精选化学核心知识，合理把握内容的深广度

以有利于学生化学学科核心素养的发展作为选取化学教材内容的出发点，精选化学学科基本概念、原理和事实性知识；在考虑知识系统性的基础上，重点选取对学生化学学科核心素养形成有利、在学生的终身发展中具有长效性和迁移性的内容；符合课程标准的内容要求、学业要求和学业质量水平，充分考虑高中学生的思维特点和接受能力，合理设置教材内容的深度和广度，实现基础性和发展性的统一。

### （2）关注社会生活，体现科技发展趋势

化学教材内容的选择应关注学生现实的生活经验，反映化学发展的特点和趋势，凸显现代科学技术发展的新成就，尤其是我国科技工作者取得的重大成果；情境应具有真实性，体现时代性，有利于学生知识视野的拓宽，感悟科学、技术、社会和环境的相互影响；应适当融合跨学科知识，发展学生解决综合问题的能力。

### （3）重视探究实践活动

探究实践活动对于培养学生创新思维和实践能力具有不可替代的作用。化学教材编写应着力研究、精心设计学生必做实验并明确教学要求，综合考虑微型实验、家庭小实验、数字化实验、定量实验和跨学科

实践活动的设计，为学生提供亲身经历和体验实验探究的机会；活动的设计和安排应以探究实践能力的培养为重要线索，在设计教材内容体系的同时，设计探究实践能力的发展进阶，促进学生创新能力的发展。

#### （4）体现化学与人文的融合

化学教材内容选择着力体现化学对人类文明发展的重要贡献，关注化学科学发展史和科学家的故事，注重从社会主义先进文化、革命文化、中华优秀传统文化中汲取营养，介绍我国化学家的创造发明和科研故事，引导学生认识化学本质，传承科学精神，感悟民族智慧，增强文化自信。

### 3. 内容的组织与呈现

#### （1）注重化学知识的结构化，合理构建内容框架

化学教材内容的组织以发展学生核心素养为主线，实现学科逻辑顺序与学生认知顺序的有机融合。化学知识结构化是学生化学学科核心素养形成和发展的重要途径，化学教材内容编排应注重化学知识的结构化，反映化学学科知识之间的内在逻辑。此外，教材内容的逻辑结构，必须考虑知识的内在联系和学生的认知规律，同时要兼顾不同单元、不同模块之间，以及与其他学科之间的联系。依据内容特点和核心素养发展的进阶，合理构建教材内容单元，凝练单元主题，突出单元内容主题的素养价值导向，构建基于内容主题的教材体系。

#### （2）关注学生的认知发展规律，体现知识的形成过程

应根据学生认知的发展性和阶段性特点，组织和呈现化学知识。以学生的已有知识和生活经验为基础，加强宏观、微观、符号等内容的紧密结合，使教学内容的组织和呈现符合学生的认知发展规律。此外，教材内容的组织不仅呈现知识结论，还需重视知识产生的背景，选择合适的情境素材，展现知识形成与发展的过程，帮助学生理解知识的来龙去脉，发展科学本质观。

#### （3）注重情境、问题和活动的一体化设计，采用生动多样的呈现方式

教材宜结合学生的知识经验，将核心知识与情境、问题和活动融为

一体。重视情境的创设，通过生动、有意义的情境，激发学生的好奇心和求知欲；结合情境，设计学生自主建构、实验探究、问题解决、交流研讨等多样化学习活动，促进教与学方式的转变。合理利用教材正文、活动性栏目、资料性栏目、图表等多种呈现方式；结合化学学科特点，采用宏观、微观、符号等多种表征方式，促进学生理解核心知识、发展科学思维。

#### （4）设计多种评价方式，重视评价任务设计的创新

化学教材应依据学业要求、学业质量标准，整体设计学生学习的评价体系。加强活动表现评价，结合教材内容设计交流研讨、实验探究等评价活动，引导教师关注学生问题解决的角度和思路，诊断学生的素养水平，引导学生进行自我评价和总结反思；应充分发挥习题在促进学生化学学科核心素养发展方面的作用，分层次、有针对性地设计不同阶段、不同章节的习题，发挥习题在学生概念建构、知识迁移、问题解决等多方面的作用；习题设计应具有情境性，应以学生已有经验为基础，创设合理生动的问题情境，提高学生运用化学知识和学科思想方法解决问题的能力；习题应具有开放性，适当设计一些探究性或实践类任务，鼓励学生从不同角度分析和解决问题，培养学生的创新精神和实践能力。

### （四）地方和学校实施本课程的建议

地方教育行政部门、教科研部门、学校校长和教师，应充分理解化学课程在普通高中课程体系中的独特价值，在课程实施中全面发展学生化学学科核心素养，全面落实课程标准的要求。

#### 1. 加强化学课程实施管理

依据普通高中课程方案，认真做好学期、学年乃至整个高中学段化学课程实施规划与管理。按照普通高中课程方案和本课程标准的要求，

切实开齐、开足化学必修课程和选择性必修课程，创造条件开设多样化的选修课程，保证三类课程教学时间，使学生达到相应学业质量水平要求，促进学生化学学科核心素养的全面发展。在课程实施中，还应注重加强对 学生选科指导和未来发展规划的教育，帮助学生了解相关工作领域的特点和发展前景，为学生未来升学、就业奠定基础。应加强与高等院校、科研院所、学术团体、相关企业、社区的联系，合作建设课程资源；联合共建实践活动基地、创新实验室，鼓励科研与工程技术人员参与课程建设和教学，积极探索全社会协同育人的途径和机制。

## 2. 注重选修课程建设

学校应加强选修课程的建设，开设丰富多样的课程，为满足学生个性化学习的需要提供支持。本课程标准中选修课程应作为学校开设选修课程的指南，学校应认真领会课程标准中选修课程 3 个系列的设置和内容选取的思路，精选课程内容和教学素材，系统规划选修课程的门类和内容，合理设计课程的呈现形式。学校还应结合学校实际，有效利用学校资源和社会资源，充分利用学校所在区域高校和科研院所的研究力量，进行选修课程的开发与开设。

## 3. 深化课程资源的开发与利用

充分认识课程资源的开发与利用是地方、学校、教师课程能力建设的重要抓手。在图书馆配备课程标准及其解读、不同版本教材及其教师教学用书、相关的大学教材、化学教育教学研究类图书、化学教育类期刊等；配备适合高中生阅读的，与科学、技术、社会和环境紧密联系的，尤其是体现中华优秀传统文化和我国科技发展成就的化学课外读物。鼓励教师根据化学教育的需求，积极开发学习读物和教师教学用书等文本资源，引导学生自主学习和指导教师有效教学，支持师生开展项目式学习，探索人工智能支持的创新实践活动。教研（备课）组应针对教师教学中的实际问题和学生学习中的疑难问题开展研究，形成有

特色的教学素材、案例和课件，分享给全体教师使用并完善，不断提高质量和水平。鼓励并支持教研（备课）组依托网络平台尝试开发有特色的化学学习空间和教学资源空间，为师生提供教学交流、反馈和资源共享的平台，努力为学生创造信息化环境下的学习条件。鼓励教师结合自然与生活环境、社会生产实践中的相关素材开发教学资源，让学生切身感受化学与自然、生活和生产的密切联系。增强化学课程资源共建共享的意识，建立稳定、可持续的交流方式和资源建设共同体。

#### **4. 重视化学实验室和化学学科专用教室建设**

充分认识化学实验室和化学学科专用教室建设的意义和作用。化学实验室的建设必须遵循国家有关部门制定的标准。应按照相关要求配齐实验员，注重提高实验员专业素质；制定完善的实验室工作制度和安全守则，建立科学、安全的实验室运行机制，加强实验安全教育工作，做好危险化学品安全管理和实验室安全事故应急处理等工作。配置必需的化学实验设备、仪器、试剂和基础设施，每年及时补充必要的实验易耗品，保证所有化学实验和实验探究活动安全、顺利进行。积极引入数字化实验装备，让学生借助数据认识化学问题的本质，培养学生多视角收集证据解决化学问题的能力。有条件的地方和学校应逐步配备一些现代化学科研中应用的仪器设备，帮助学生感受现代化学研究的手段与环境，指导学生开展研究性的实验活动。应重视化学学科专用教室建设，将化学专用教室作为日常教学、学科教研、成果展示的重要场所，为学生选择不同的化学课程、教师开展分层教学、加强化学教学的实践性和探究性创造良好条件。

#### **5. 加强教研与教师培训**

教研与教师培训为全面落实课程标准、引领教师专业成长提供重要支撑。设计和实施核心素养导向的教学对化学教师的专业素养提出了更高的要求，教研和培训活动的内容应针对核心素养导向的化学课堂教学

实施过程中的重难点问题来选取和组织。应结合具体教学内容的特点提炼其特质化的素养发展功能，要求教师进一步增进化学学科理解，发展教师对化学学科知识及其思维方式和方法的本原性、结构化的认识。应针对教师化学学科理解方面的不足，有目的、有计划地组织和实施有关的学习和培训活动，对所教内容进行针对性的研讨。

区域和学校应设计和组织多种形式的教师培训，提倡开展跟进式培训，在教师学习和实施课程标准的不同阶段，及时了解教师在教学中遇到的问题 and 困惑，分阶段、分专题开展持续培训。积极发挥区域教研的优势，依托“名师工作室”和“学科教研基地”等开展教研活动，与高校、科研机构等建立紧密合作关系，提升教研的内涵和质量；优化教研工作方式，丰富教研活动途径，自主建设区域特色的教师研修课程，充分利用各级各类教师培训资源和平台，探索线上线下相结合的教研模式，注重教研共同体建设，提高教研供给的丰富性；针对高中化学课程提质增效中的关键问题整体规划，开展专题研究与实践，总结提炼教学模式与策略，及时发现、培育、总结和推广学校和一线教师的教育教学成果。校本教研应结合学校实际制订教研（备课）组建设方案，明确教研（备课）组在学校发展和课程建设中的作用与责任；发挥教研（备课）组长和骨干教师在教学研究中的引领作用，培育民主、互助、进取、分享和创新的教研文化，大力开展核心素养导向的课例研究，建立促进教师反思与合作建构的校本教研组织模式，形成本校化学课程建设和教学研究的特色；利用人工智能推动教研从经验导向转向数据支撑，从时空受限走向全域互联，从群体普适迈向个体精准，探索智慧教研新形态；加强对教研（备课）组工作的支持与管理力度，建立科学、合理的教研工作评价机制，切实解决教学研究中的实际问题。

# 附录

## 附录1 化学学科核心素养的水平划分

素养水平	1. 宏观辨识与微观探析
水平1	能根据实验现象辨识物质及其反应，能运用化学符号描述常见简单物质及其变化，能从物质的宏观特征入手对物质及其反应进行分类和表征，能联系物质的组成和结构解释宏观现象。
水平2	能根据实验现象归纳物质及其反应的类型，能运用微粒结构图式描述物质及其变化的过程，能从物质的微观结构说明同类物质的共性和不同类物质性质差异及其原因，解释同类的不同物质性质变化的规律。
水平3	能从原子、分子水平分析常见物质及其反应的微观特征，能运用化学符号和定量计算等手段说明物质的组成及其变化，能分析物质化学变化和伴随发生的能量转化与物质微观结构之间的关系。
水平4	能依据物质的微观结构，描述或预测物质的性质和在一定条件下可能发生的化学变化，能评估某种解释或预测的合理性；能从宏观与微观结合的视角对物质及其变化进行分类和表征。

续表

素养水平	2. 变化观念与平衡思想
水平1	能认识到物质运动和变化是永恒的，能归纳物质及其变化的共性和特征，能认识化学变化伴随着能量变化；能根据观察和实验获得的现象和数据概括化学变化发生的条件、特征与规律。
水平2	能从原子、分子水平分析化学变化的内因和变化的本质，能理解化学反应中量变和质变的关系；能从质量守恒，并运用动态平衡的观点看待和分析化学变化；能运用化学计量单位定量分析化学变化及其伴随发生的能量转化。
水平3	形成化学变化是有条件的观念，认识反应条件对化学反应速率和化学平衡的影响，能运用化学反应原理分析影响化学变化的因素，初步学会运用变量控制的方法研究化学反应。
水平4	能从不同视角认识化学变化的多样性，能运用对立统一思想和定性定量结合的方式揭示化学变化的本质特征；能对具体物质的性质和化学变化作出解释或预测，能运用化学变化的规律分析说明生产生活实际中的化学变化。
素养水平	3. 证据推理与模型认知
水平1	能从物质及其变化的事实中提取证据，对有关的化学问题提出假设，能依据证据证明或证伪假设；能识别化学中常见的物质模型和化学反应的理论模型，能将化学事实和理论模型之间进行关联和合理匹配。
水平2	能从宏观和微观结合的角度收集证据，能依据证据从不同视角分析问题，推出合理的结论；能理解、描述和表示化学中常见的认知模型，指出模型表示的具体含义，并运用理论模型解释或推测物质的组成、结构、性质与变化。
水平3	能从定性定量结合的角度收集证据，能通过定性分析和定量计算推出合理的结论；能认识物质及其变化的理论模型和研究对象之间的异同，能对模型和原型的关系到进行评价以改进模型；能说明模型使用的条件和适用范围。

续表

素养水平	3. 证据推理与模型认知
水平4	能依据各类物质及其反应的不同特征寻找充分的证据，能解释证据与结论之间的关系；能对复杂的化学问题情境中的关键要素进行分析以建构相应的模型，能选择不同模型综合解释或解决复杂的化学问题；能指出所建模型的局限性，探寻模型优化需要的证据。
素养水平	4. 科学探究与创新意识
水平1	能根据教材中给出的问题设计简单的实验方案，完成实验操作，观察物质及其变化的现象，客观地进行记录，对实验现象作出解释，发现和提出需要进一步研究的问题。
水平2	能对简单化学问题的解决提出可能的假设，依据假设设计实验方案，组装实验仪器，与同学合作完成实验操作；能运用多种方式收集实验证据，基于实验事实得出结论，提出自己的看法。
水平3	具有较强的问题意识，能在与同学讨论基础上提出探究的问题和假设，依据假设提出实验方案，独立完成实验，收集实验证据，基于现象和数据进行分析并得出结论，交流自己的探究成果。
水平4	能根据文献和实际需要提出综合性的探究课题，根据假设提出多种探究方案，评价和优化方案；能用数据、图表、符号等处理实验信息；能对实验中的“异常”现象和已有结论进行反思、提出质疑和新的实验设想，并进一步付诸实施。
素养水平	5. 科学态度与社会责任
水平1	具有安全意识，逐步养成严谨求实的科学态度，不迷信，能自觉抵制伪科学；能列举事实说明化学对人类文明的伟大贡献，主动关心与环境保护、资源开发等有关的社会热点问题，形成与环境和谐共处，合理利用自然资源的观念。
水平2	崇尚科学真理，不迷信书本和权威；具有“绿色化学”观念，能运用所学知识分析和探讨某些化学过程对人类健康、社会可持续发展可能带来的双重影响，并对这些影响从多个方面进行评估。

续表

素养水平	5. 科学态度与社会责任
水平3	具有理论联系实际观念，有将化学成果应用于生产生活的意识，能依据实际条件并运用所学的化学知识和方法解决生产生活中简单的化学问题；在实践中逐步形成节约成本、循环利用、保护环境等观念。
水平4	尊重科学伦理道德，能依据“绿色化学”思想和科学伦理对某一个化学过程进行分析，权衡利弊，作出合理的决策；能针对某些化学工艺设计存在的各种问题，提出处理或解决问题的具体方案。

## 附录2 教学与评价案例

### “核心素养导向”的教学与评价案例1 —— “氧化还原反应”（必修）第1课时教学设计

“氧化还原反应”是高中化学必修课程中概念原理类的内容，是高中一年级全体学生都要学习的重点知识。该内容教学可安排两课时。第1课时的教学重点是：形成认识化学反应的微观视角，了解氧化还原反应本质的认识过程，建构氧化还原反应的认识模型。

#### 一、教学目标

1. 通过实验探究日常生活中存在的氧化还原现象。
2. 通过氧化还原反应本质的认识过程，初步建立氧化还原反应的认识模型。
3. 通过设计汽车尾气综合治理方案的活动，感受氧化还原反应的价值，初步形成绿色应用的意识，增强社会责任感。

#### 二、教学思路与评价要求

“氧化还原反应”教学思路与评价要求如图4所示。

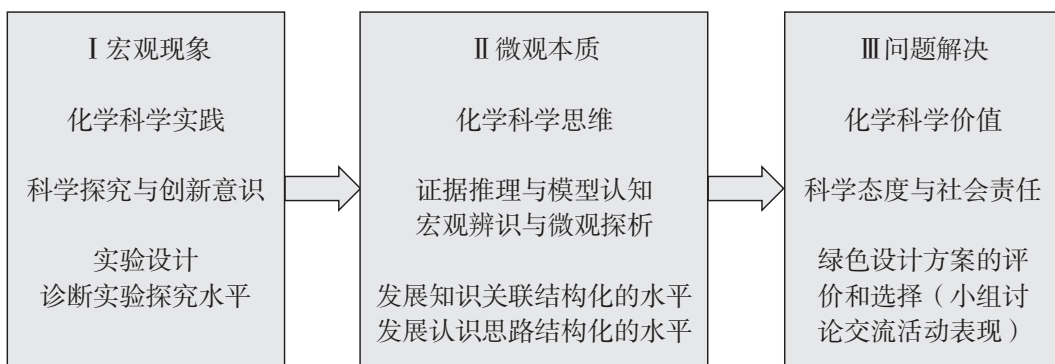


图4 “氧化还原反应”教学思路与评价要求示意图

根据教学目标确定本案例的评价要求：

1. 通过对食品脱氧剂作用的探究实验设计方案的交流和点评，诊断并发展学生实验探究的水平（定性水平、定量水平）。

2. 通过对具体氧化还原反应的判断和分析，诊断并发展学生对氧化还原本质的认识进阶（物质水平、元素水平、微粒水平）和认识思路的结构化水平（视角水平、内涵水平）。

3. 通过对汽车尾气绿色化处理方案的讨论和点评，诊断并发展学生对化学价值的认识水平（学科价值视角、社会价值视角、学科和社会价值视角）。

### 三、教学流程

#### 1. 宏观现象

【学习任务1】实验探究食品脱氧剂的作用，教学流程如图5所示。

【评价任务1】诊断并发展学生化学实验探究的水平（定性水平还是定量水平）。

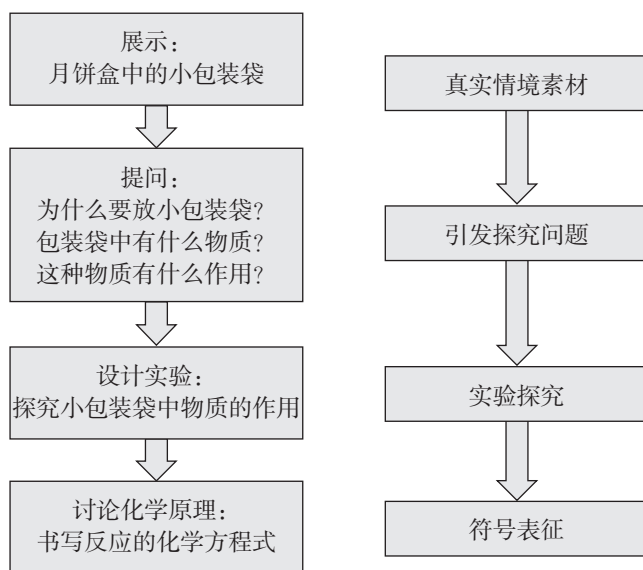


图5 学习任务1教学流程图

#### 2. 微观本质

【学习任务2】揭示氧化还原反应的本质，教学流程如图6所示。

【评价任务2】诊断并发展学生对氧化还原反应本质的认识进阶（物质水平、元素水平、微粒水平）。

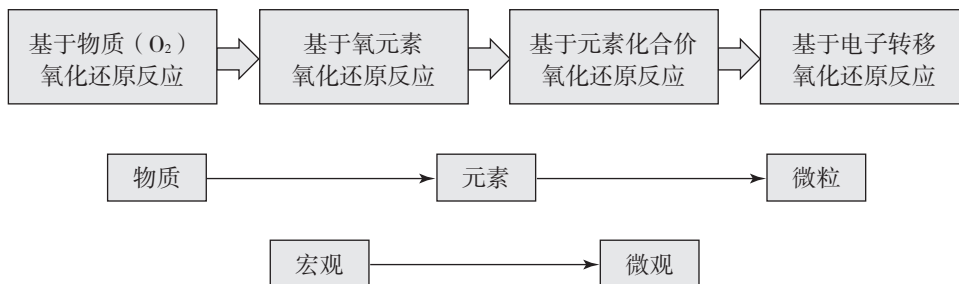


图6 学习任务2 教学流程图

【学习任务3】建立氧化还原反应认识模型，教学流程如图7所示。

【评价任务3】诊断并发展学生对氧化还原反应认识思路的结构化水平。

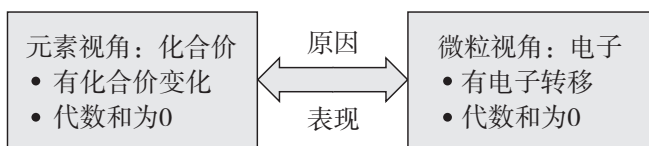


图7 学习任务3教学流程图

### 3. 问题解决

【学习任务4】运用氧化还原反应原理，设计并讨论汽车尾气绿色化处理方案，教学流程如图8所示。

【评价任务4】诊断并发展学生对化学价值的认识水平（学科价值视角、社会价值视角、学科和社会价值视角）。

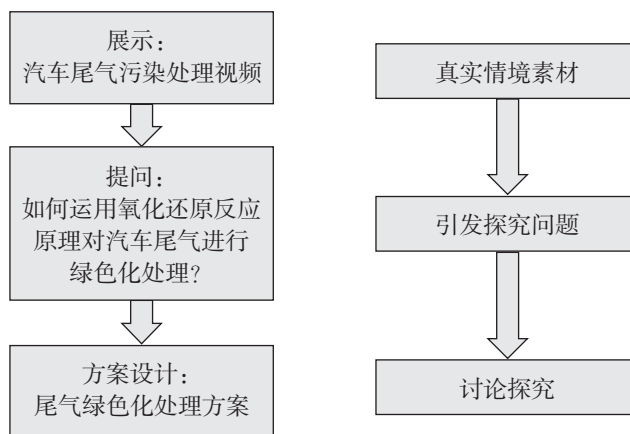


图8 学习任务4 教学流程图

## 【案例说明】

“氧化还原反应”是高中化学必修课程中的核心概念，它不仅是一种十分重要的化学反应类型，而且在生产生活等各个方面具有广泛的应用。因此，这一概念具有重要的学科价值和社会价值。同时，这一概念的建构过程具有较为丰富的化学学科核心素养发展价值。

### 1. 注重真实问题情境的创设

“月饼盒中为什么要放一个小包装袋？”“包装袋里面有什么物质？”“这种物质能起怎样的作用？”正是这些真实的问题，激发了学生的探究兴趣，迫切想通过实验进行探究，使学生从生活世界走进化学世界。“汽车尾气的主要成分有哪些？”“如何将有毒有害物质转化为无毒无害物质？”“运用氧化还原反应的原理如何解决这一问题？”这些真实的问题促使学生查阅文献、设计方案和讨论交流，并在这一过程中体会化学科学的社会价值，增强学好化学造福人类的信念。

### 2. 注重基于“学习任务”开展“核心素养导向”的教学

核心素养导向的化学教学倡导基于学习任务的教学设计。学习任务是连接核心知识和具体知识的桥梁和纽带，是知识的素养发展价值的具体体现。该教师共设计了4个学习任务，重视和发挥学习任务的素养导向功能。“学习任务1”突出“实验探究”；“学习任务2”强调学科本原，体现氧化还原反应的认识进阶，从“物质”到“元素”再到“电子”，从“宏观”到“微观”；“学习任务3”注重氧化还原反应一般认识思路的结构化和显性化；“学习任务4”从科学、技术、社会 and 环境的相互关系视角强化氧化还原反应知识的社会价值，体现“绿色化学”理念，增强学生的社会责任感。

### 3. 注重认识思路的结构化和显性化

“结构化”是实现知识向素养转化的有效途径，“结构化”水平直接决定着素养发展水平。该教师对氧化还原反应的特征，引导学生从宏观（元素化合价）与微观（电子）、质（有化合价升降、有电子转移）与量（化合价升降或电子转移代数和为0）两个视角进行揭示，在此基础

上提炼出氧化还原反应的一般认识思路，并用框图的形式对这一认识思路显性化，学生按此认识思路就能进行知识迁移，对大量的氧化还原反应进行判断。

#### 4. 注重“教—学—评”一体化

化学日常学习评价不能游离于化学教与学之外，应与化学教与学活动有机融合在一起。该教师紧紧围绕发展学生化学学科核心素养这一主旨，注重教学目标与评价要求、学习任务与评价任务、学习方式与评价方式的整体性、一致性设计，通过学生在实验探究、小组讨论、方案设计等活动中的表现，运用提问、点评等方式，准确把握学生氧化还原反应的学习质量和化学学科核心素养的发展水平，并给出进一步深化的建议，充分发挥了化学日常学习评价的诊断与发展功能。

### “核心素养导向”的教学与评价案例2——“氯及其化合物”（必修）教学设计

“氯及其化合物”是高中化学必修课程中的核心内容之一，是高中一年级学生应学习的重点内容。氯元素是典型的非金属元素，氯气和含氯化合物在生产生活中应用广泛。该内容可安排两课时的单元整体教学设计，通过学习，可以建立基于物质类别、元素价态和原子结构预测和检验物质性质的认识模型，发展物质性质和物质用途关联、化学物质及其变化的社会价值的认识水平，提高解决实际问题的水平。

#### 一、教学目标

1. 通过实验探究氯气的主要化学性质，初步形成基于物质类别、元素价态和原子结构对物质的性质进行预测和检验的认识模型。
2. 通过含氯物质及其转化关系的认识过程，建立物质性质与物质用途的关联。
3. 通过设计氯气泄漏处理方案、自制家用含氯消毒剂等活动，感受化学物质及其变化的价值，进一步增强合理使用化学品的意识。

## 二、教学思路与评价要求

“氯及其化合物”教学思路与评价要求如图9所示。

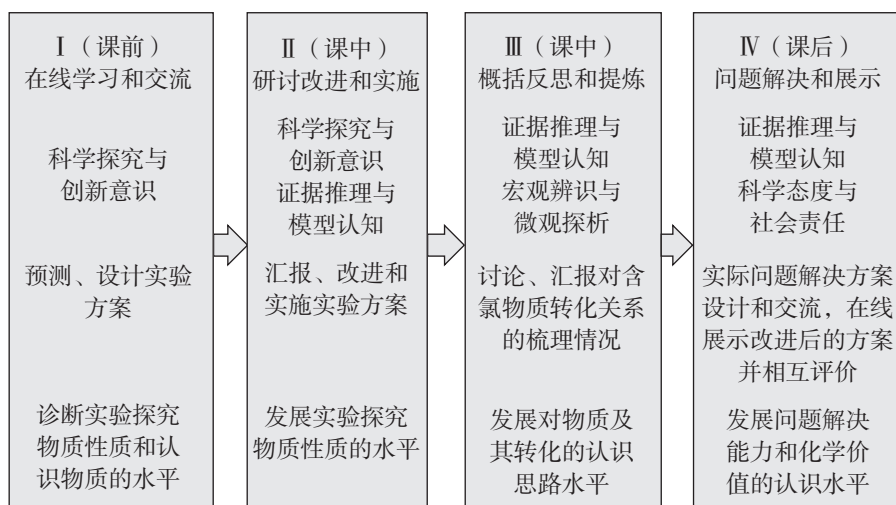


图9 “氯及其化合物”教学思路与评价要求示意图

根据教学目标确定本案例的评价要求：

1. 通过对学生在线学习与交流的信息数据分析，诊断学生实验探究物质性质的水平（基于经验的水平、基于概念原理的水平）和认识物质的水平（孤立水平、系统水平）。

2. 通过对氯气与水反应实验设计方案的交流与点评，发展学生物质性质的实验探究设计的水平（孤立水平、系统水平）。

3. 通过对含氯物质转化关系的讨论和点评，诊断并发展学生对物质及其转化思路的认识水平（孤立水平、系统水平）。

4. 通过对氯气泄漏处理方案、自制家用含氯消毒剂的讨论和点评，诊断并发展学生解决实际问题的能力水平（孤立水平、系统水平）及其对化学价值的认识水平（学科价值视角、社会价值视角、学科和社会价值视角）。

### 三、教学流程

#### 1. 在线学习和交流

【学习任务1】课前，利用在线学习平台观看微视频，完成作业并提交，通过“工作坊”等交互空间在线提问和交流。教学流程如图10所示。

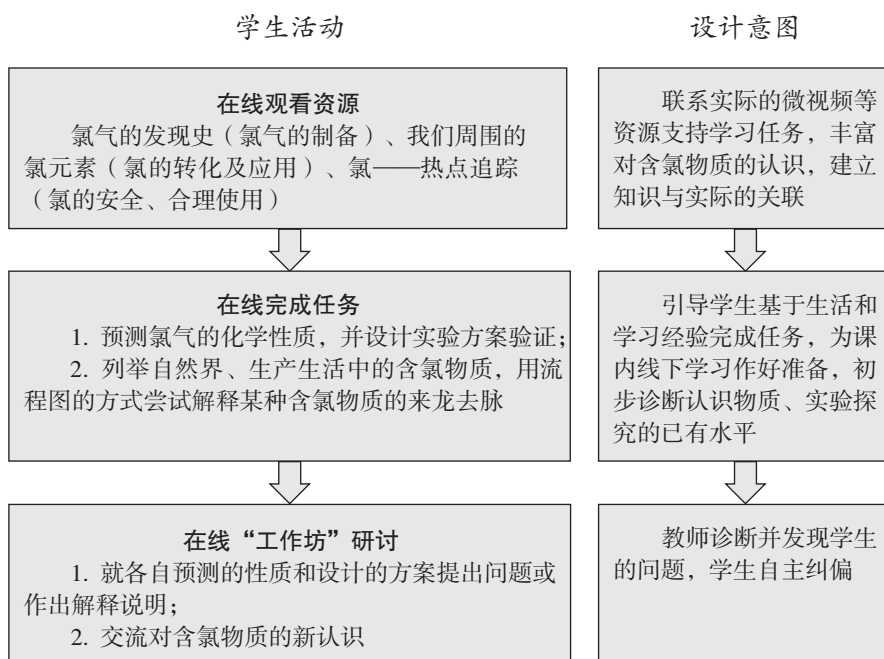


图10 学习任务1教学流程图

【评价任务1】诊断并发展学生实验探究物质性质的水平（基于经验水平、基于概念原理水平）和认识物质的水平（孤立水平、系统水平）。

#### 2. 研讨改进和实施

【学习任务2】汇报、改进和实施实验方案，教学流程如图11所示。

【评价任务2】诊断并发展学生物质性质的实验探究设计水平（基于经验水平、基于概念原理水平、系统设计水平）。

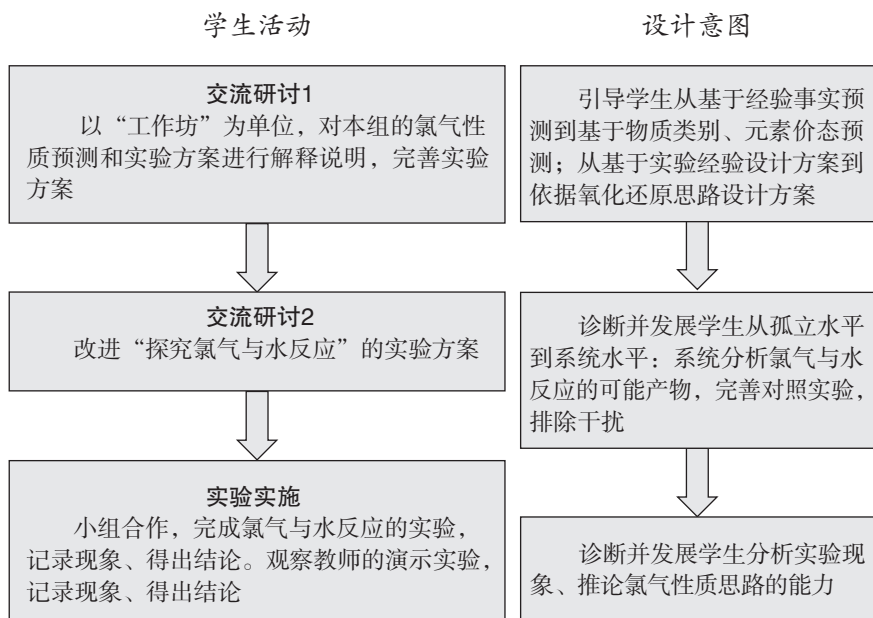


图 11 学习任务 2 教学流程图

### 3. 概括反思和提炼

【学习任务 3】讨论、汇报对含氯物质转化关系的梳理情况，教学流程如图 12 所示。

【评价任务 3】诊断并发展学生认识物质及其转化的思路水平（孤立水平、系统水平）。

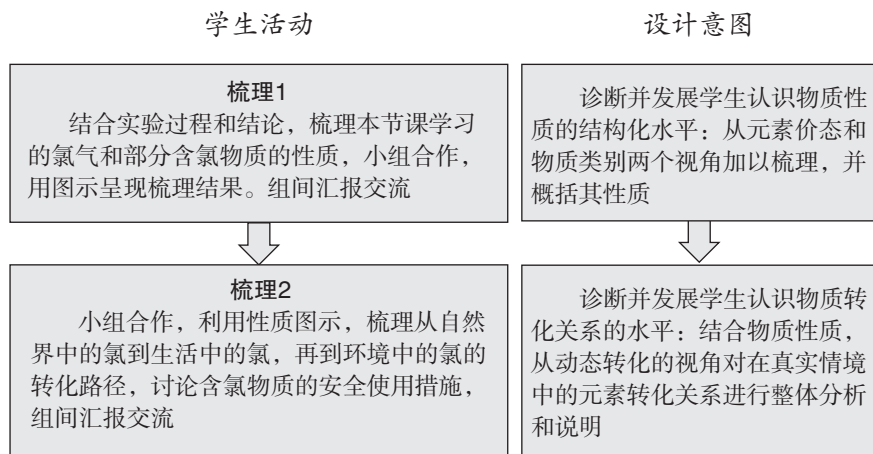


图 12 学习任务 3 教学流程图

#### 4. 问题解决和展示

【学习任务4】真实问题解决方案的设计和展示，在线展示改进后的方案并相互评价，教学流程如图13所示。

【评价任务4】诊断并发展学生真实问题解决的能力水平（孤立水平、系统水平）及对化学价值的认识水平（学科价值视角、社会价值视角、学科和社会价值视角）。

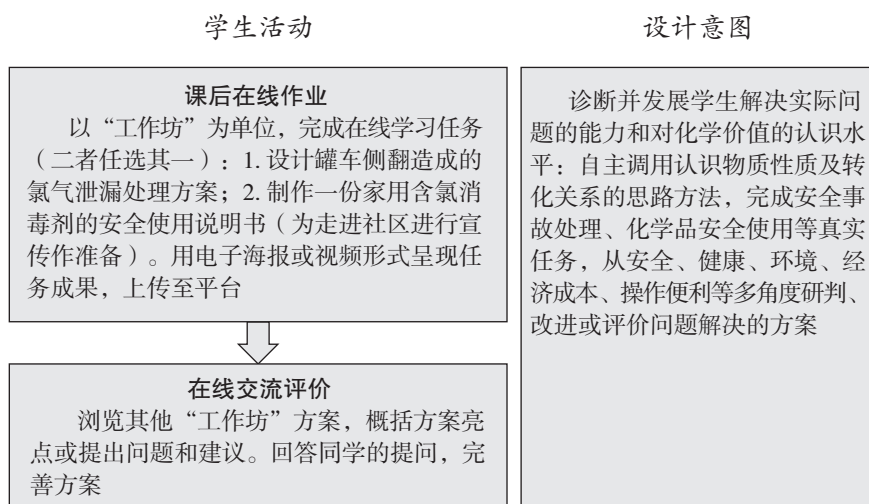


图13 学习任务4教学流程图

#### 【案例说明】

本案例为两课时的单元整体设计案例。“氯及其化合物”是高中化学必修课程中的核心内容之一。氯元素是典型的非金属元素，氯气和含氯化合物在生产生活等各方面应用广泛。本单元的学习过程具有较为丰富的化学学科核心素养发展价值。

##### 1. 线上线下结合，突破学习场域

本节课采用线上线下相结合的教学方式。通过在线学习平台推送学习资源、发布学习任务、提供作业展示和交流空间。线上推送资源的内容围绕学习主题，包括教师制作的微视频、文献节选、公共事件链接等。学生根据需求，在规定时间内自主安排进行在线学习时间，提交学习成果，参与“工作坊”研讨。课前在线学习为课上学习活动作好准

备，课后延伸学习使学习目标达成度提高。

教师利用交互空间给予学生个性化指导，并通过课程平台上学生的学习数据，分析、诊断和提炼共性问题，在课堂上有针对性地组织学生活动，提高活动效果。上述线上线下结合的混合式学习过程丰富了学生的学习内容，延长了学习时间，拓展了交互空间，整体突破了学习的场域。

## 2. 单元整体设计，实现深度学习

本案例对目标—任务—活动进行了单元整体规划，包括线上线下的整体规划及两课时课堂教学的整体规划。学习过程中学科活动和实际应用活动融合交叉（如图14所示），学科活动主要是探究氯气的化学性质，实际应用活动主要是解决与含氯物质应用相关的实际问题。学生在实验探究的同时，概括物质性质、厘清认识物质及其转化关系的视角和路径，在实际应用问题的解决过程中不断迁移学科知识、认识思路和方法，有助于实现学生的有效学习。

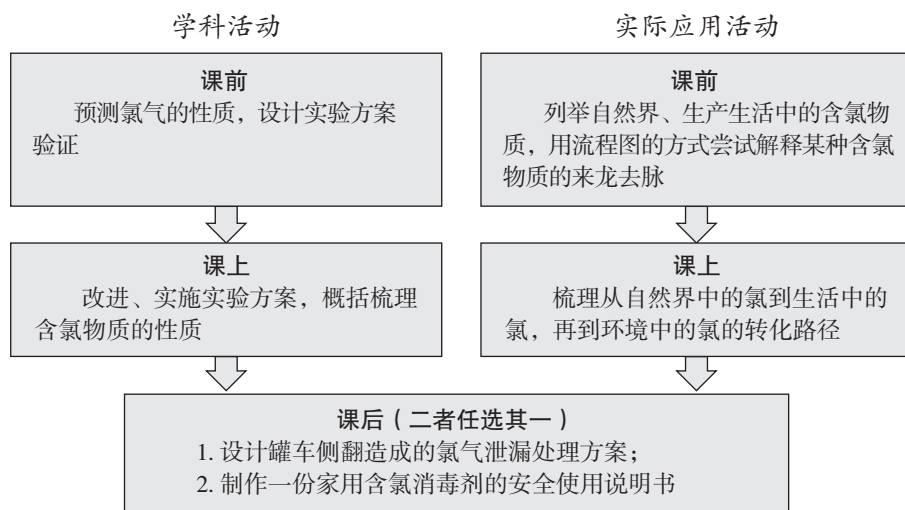


图 14 学科活动和实际应用活动融合交叉

## 3. 活动层层递进，发展核心素养

本案例包括4个学习任务，每个学习任务包括2~3个学习活动，活动的设计指向学生的能力进阶，即核心素养的表现水平进阶，学生在完

成任务、经历活动的过程中实现化学学科核心素养的发展。

以“科学探究与创新意识”的化学学科核心素养为例，在本案例中，学生通过氯气化学性质的探究任务，在物质性质类型的活动中获得探究能力、素养发展。在具体的活动中，将探究任务进一步分解成4个活动环节：（1）课前预测性质、设计方案，诊断学生已有的探究水平；（2）课上对预测的性质和设计的方案进行解释和说明，使学生从基于经验事实预测物质性质的水平发展到基于物质类别、元素价态预测物质性质的水平，从基于实验经验设计方案的水平发展到依据氧化还原思路设计方案的水平；（3）改进氯气与水反应的实验探究方案，使学生在方案设计方面从孤立水平发展到系统水平；（4）实施实验并获得结论，发展学生依据实验现象推论反应实质的推理能力。

#### 4. 思路方法外显，促进自主迁移

本案例中的学习任务需要学生通过线上线下经历多次交流研讨和概括梳理活动，需要学生独立思考，或以“工作坊”为单位合作，用图示、海报等方式呈现任务完成的结果。上述结果实际上是学生认识物质及其转化关系、进行真实问题解决的思路方法的外显，这种外显的思路方法需要学生间的紧密合作、师生间的深入追问，通过对自身思维过程的深刻反思才能提炼出来。外显的思路方法有助于学生在面对陌生情境、陌生问题时迅速地进行情境关联、问题归类，从而实现自主迁移，利用已有的化学学科知识和认识思路与方法解决问题。

### 附录3 学生必做实验索引

必修课程学生必做实验	页码
1. 配制一定物质的量浓度的溶液	12
2. 铁及其化合物的性质	15
3. 不同价态含硫物质的转化	15
4. 用化学沉淀法去除粗盐中的杂质离子	16
5. 同周期、同主族元素性质的递变	19
6. 化学反应速率的影响因素	19
7. 化学能转化成电能	19
8. 搭建球棍模型认识有机化合物分子 结构的特点	21
9. 乙醇、乙酸的主要性质	21
选择性必修课程学生必做实验	页码
1. 简单的电镀实验	28
2. 制作简单的燃料电池	28
3. 探究影响化学平衡移动的因素	31
4. 强酸与强碱的中和滴定	34
5. 盐类水解的应用	34
6. 简单配合物的制备	39
7. 乙酸乙酯的制备与性质	47
8. 有机化合物中常见官能团的检验	47
9. 糖类的性质	49

