

普通高中

化学课程标准

(2017 年版 2020 年修订)

中华人民共和国教育部制定

人民教育出版社

· 北京 ·

前 言

习近平总书记在全国教育大会上强调，要在党的坚强领导下，全面贯彻党的教育方针，坚持马克思主义指导地位，坚持中国特色社会主义教育发展道路，坚持社会主义办学方向，立足基本国情，遵循教育规律，坚持改革创新，以凝聚人心、完善人格、开发人力、培育人才、造福人民为工作目标，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人，加快推进教育现代化、建设教育强国、办好人民满意的教育。

基础教育课程承载着党的教育方针和教育思想，规定了教育目标和教育内容，是国家意志在教育领域的直接体现，在立德树人中发挥着关键作用。

2003年，教育部印发的普通高中课程方案和课程标准实验稿，指导了十余年来普通高中课程改革的实践，坚持了正确的改革方向和先进的教育理念，基本建立起适合我国国情、适应时代发展要求的普通高中课程体系，促进了教育观念的更新，推进了人才培养模式的变革，提升了教师队伍的整体水平，有效推动了考试评价制度的改革，为我国基础教育质量的提高作出了积极贡献。但是，面对经济、科技的迅猛发展和社会生活的深刻变化，面对新时代社会主要矛盾的转化，面对新时代对提高全体国民素质和人才培养质量的新要求，面对我国高中阶段教育基本普及的新形势，普通高中课程方案和课程标准实验稿还有一些不相适应和亟待改进之处。

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

2013年，教育部启动了普通高中课程修订工作。本次修订深入总结21世纪以来我国普通高中课程改革的宝贵经验，充分借鉴国际课程改革的优秀成果，努力将普通高中课程方案和课程标准修订成既符合我国实际情况，又具有国际视野的纲领性教学文件，构建具有中国特色的普通高中课程体系。

一、修订工作的指导思想和基本原则

（一）指导思想

以马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观、习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十八大、十九大精神，落实全国教育大会精神，全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务，发展素质教育，推进教育公平，以社会主义核心价值观统领课程改革，着力提升课程思想性、科学性、时代性、系统性、指导性，推动人才培养模式的改革创新，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。

（二）基本原则

1. 坚持正确的政治方向。坚持党的领导，坚持社会主义办学方向，充分体现马克思主义的指导地位和基本立场，充分反映习近平新时代中国特色社会主义思想，有机融入坚持和发展中国特色社会主义、培育和践行社会主义核心价值观的基本内容和要求，继承和弘扬中华优秀传统文化、革命文化，发展社会主义先进文化，加强法治意识、国家安全、民族团结、生态文明和海洋权益等方面的教育，培养良好政治素质、道德品质和健全人格，使学生坚定中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信和文化自信，引导学生形成正确的世界观、人生观、价值观。

2. 坚持反映时代要求。反映先进的教育思想和理念，关注信息化环境下的教学改革，关注学生个性化、多样化的学习和需求，促进人才培养模式的转变，着力发展学生的核心素养。根据经济社会

发展新变化、科学技术进步新成果，及时更新教学内容和话语体系，反映新时代中国特色社会主义理论和建设新成就。

3. 坚持科学论证。遵循教育教学规律和学生身心发展规律，贴近学生的思想、学习、生活实际，充分反映学生的成长需要，促进每个学生主动地、生动活泼地发展。加强调查研究和测试论证，广泛听取相关领域人员的意见建议，重大问题向权威部门、专业机构、知名专家学者咨询，求真务实，严谨认真，确保课程内容科学，表述规范。

4. 坚持继承发展。对十余年普通高中课程改革实践进行系统梳理，总结提炼并继承已有经验和成功做法，确保课程改革的连续性。同时，发现并切实面对改革过程中存在的问题，有针对性地进行修订完善，在继承中前行，在改革中完善，使课程体系充满活力。

二、修订的主要内容和变化

（一）关于课程方案

1. 进一步明确了普通高中教育的定位。我国普通高中教育是在义务教育基础上进一步提高国民素质、面向大众的基础教育，任务是促进学生全面而有个性的发展，为学生适应社会生活、高等教育和职业发展作准备，为学生的终身发展奠定基础。普通高中的培养目标是进一步提升学生综合素质，着力发展核心素养，使学生具有理想信念和社会责任感，具有科学文化素养和终身学习能力，具有自主发展能力和沟通合作能力。

2. 进一步优化了课程结构。一是保留原有学习科目，调整外语规划语种，在英语、日语、俄语基础上，增加德语、法语和西班牙语。二是将课程类别调整为必修课程、选择性必修课程和选修课程，在保证共同基础的前提下，为不同发展方向的学生提供有选择的课程。三是进一步明确各类课程的功能定位，与高考综合改革相衔接：必修课程根据学生全面发展需要设置，全修全考；选择性必修课程根

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

据学生个性发展和升学考试需要设置，选修选考；选修课程由学校根据实际情况统筹规划开设，学生自主选择修习，学而不考或学而备考，为学生就业和高校招生录取提供参考。四是合理确定各类课程学分比例，在毕业总学分不变的情况下，对原必修课程学分进行重构，由必修课程学分、选择性必修课程学分组成，适当增加选修课程学分，既保证基础性，又兼顾选择性。

3. 强化了课程有效实施的制度建设。进一步明确课程实施环节的责任主体和要求，从课程标准、教材、课程规划、教学管理，以及评价、资源建设等方面，对国家、省（自治区、直辖市）、学校分别提出了要求。增设“条件保障”部分，从师资队伍建设、教学设施和经费保障等方面提出具体要求。增设“管理与监督”部分，强化各级教育行政部门和学校课程实施的责任。

（二）关于学科课程标准

1. 凝练了学科核心素养。中国学生发展核心素养是党的教育方针的具体化、细化。为建立核心素养与课程教学的内在联系，充分挖掘各学科课程教学对全面贯彻党的教育方针、落实立德树人根本任务、发展素质教育的独特育人价值，各学科基于学科本质凝练了本学科的核心素养，明确了学生学习该学科课程后应达成的正确价值观、必备品格和关键能力，对知识与技能、过程与方法、情感态度价值观三维目标进行了整合。课程标准还围绕核心素养的落实，精选、重组课程内容，明确内容要求，指导教学设计，提出考试评价和教材编写建议。

2. 更新了教学内容。进一步精选了学科内容，重视以学科大概念为核心，使课程内容结构化，以主题为引领，使课程内容情境化，促进学科核心素养的落实。结合学生年龄特点和学科特征，课程内容落实习近平新时代中国特色社会主义思想，有机融入社会主义核心价值观，中华优秀传统文化、革命文化和社会主义先进文化教育内容，努力呈现经济、政治、文化、科技、社会、生态等发展的新成

就、新成果，充实丰富培养学生社会责任感、创新精神、实践能力相关内容。

3. 研制了学业质量标准。各学科明确学生完成本学科学习任务后，学科核心素养应该达到的水平，各水平的关键表现构成评价学业质量的标准。引导教学更加关注育人目的，更加注重培养学生核心素养，更加强调提高学生综合运用知识解决实际问题的能力，帮助教师和学生把握教与学的深度和广度，为阶段性评价、学业水平考试和升学考试命题提供重要依据，促进教、学、考有机衔接，形成育人合力。

4. 增强了指导性。本着为编写教材服务、为教学服务、为考试评价服务的原则，突出课程标准的可操作性，切实加强对教材编写、教学实施、考试评价的指导。课程标准通俗易懂，逻辑更清晰，原则上每个模块或主题由“内容要求”“教学提示”“学业要求”组成，大部分学科增加了教学与评价案例，同时依据学业质量标准细化评价目标，增强了对教学和评价的指导性。

本次修订是深化普通高中课程改革的重要环节，直接关系到育人质量的提升。普通高中课程方案和课程标准必须在教育教学实践中接受检验，不断完善。可以预期，广大教育工作者将在过去十余年改革的基础上，在丰富而生动的教育教学实践中，不断提高课程实施水平，推动普通高中课程改革不断深化，共创普通高中教育的新辉煌，为实现国家教育现代化、建设教育强国作出新贡献。

目 录

一、课程性质与基本理念	1
(一) 课程性质 / 1	
(二) 基本理念 / 2	
二、学科核心素养与课程目标	3
(一) 学科核心素养 / 3	
(二) 课程目标 / 5	
三、课程结构	7
(一) 设计依据 / 7	
(二) 结构 / 8	
(三) 学分与选课 / 9	
四、课程内容	11
(一) 必修课程 / 11	

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

（二）选择性必修课程 / 27

（三）选修课程 / 53

五、学业质量64

（一）学业质量内涵 / 64

（二）学业质量水平 / 65

（三）学业质量水平与考试评价的关系 / 67

六、实施建议68

（一）教学与评价建议 / 68

（二）学业水平考试命题建议 / 77

（三）教材编写建议 / 81

（四）地方和学校实施本课程的建议 / 85

附录89

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 / 105

一、课程性质与基本理念

（一）课程性质

化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的一门基础学科，其特征是从微观层次认识物质，以符号形式描述物质，在不同层面创造物质。化学不仅与经济发展、社会文明的关系密切，也是材料科学、生命科学、环境科学、能源科学和信息科学等现代科学技术的重要基础。化学在促进人类文明可持续发展中发挥着日益重要的作用，是揭示元素到生命奥秘的核心力量。

普通高中化学课程是与义务教育化学或科学课程相衔接的基础教育课程，是落实立德树人根本任务、发展素质教育、弘扬科学精神、提升学生核心素养的重要载体；化学学科核心素养是学生必备的科学素养，是学生终身学习和发展的基础；化学课程对于科学文化的传承和高素质人才的培养具有不可替代的作用。

（二）基本理念

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整体育人功能，构建全面发展学生化学学科核心素养的高中化学课程目标体系。

2. 设置满足学生多元发展需求的高中化学课程

通过有层次、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，引导不同的学生学习不同的化学，以适应学生未来发展的多样化需求。

3. 选择体现基础性和时代性的化学课程内容

结合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基本原理和方法，形成化学学科的核心观念；结合学生已有的经验和将要经历的社会生活实际，引导学生关注人类面临的与化学有关的社会问题，培养学生的社会责任感、参与意识和决策能力。

4. 重视开展“素养为本”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，培养他们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，评价学生在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不同程度的发展。

二、学科核心素养与课程目标

（一）学科核心素养

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而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”5个方面。

素养1 宏观辨识与微观探析

能从不同层次认识物质的多样性，并对物质进行分类；能从元素和原子、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。能从宏观和微观相结合的视角分析与解决实际问题。

素养2 变化观念与平衡思想

能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。能多角度、动态地分析化学变化，运用化学反应原理解决简单的实际问题。

素养3 证据推理与模型认知

具有证据意识，能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。知道可以通过分析、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，建立认知模型，并能运用模型解释化学现象，揭示现象的本质和规律。

素养4 科学探究与创新意识

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；能发现和提出有探究价值的问题；能从问题和假设出发，依据探究目的，设计探究方案，运用化学实验、调查等方法进行实验探究；勤于实践，善于合作，敢于质疑，勇于创新。

素养5 科学态度与社会责任

具有安全意识和严谨求实的科学态度，具有探索未知、崇尚真理的意识；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，从自身做起，形成简约适度、绿色低碳的生活方式；能对与化学有关的社会热点问题作出正确的价值判断，能参与有关化学问题的社会实践活动。

上述5个方面立足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、化学思想观念的建构、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）课程目标

根据化学学科核心素养对高中学生发展的具体要求，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

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

假设；基于证据进行分析推理，证实或证伪假设；能解释证据与结论之间的关系，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，能运用多种认知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加工并获得结论；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，反对伪科学；养成独立思考、敢于质疑和勇于创新的精神。

5. 具有安全意识和严谨求实的科学态度；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综合分析化学过程对自然可能带来的各种影响，权衡利弊，强化社会责任意识，积极参与有关化学问题的社会决策。

在本标准中，化学学科核心素养不仅通过内涵、目标来描述，而且对5个方面的素养进一步划分出4级水平，便于在教学和评价中具体实施（详见附录1）。

三、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。三类课程不仅适应学生不同层次和不同取向的多元发展需求,而且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的调研基础上,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,以体现化学学习领域的特点和与大学化学课程的关联性,保持课程的持

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

续性和一贯性。选修课程采用系列模式，以提高课程的兼容性和灵活性，利于学生的自主选修和学校的自主开设。

3. 基于化学学科特点及核心素养内涵，确定课程主题、模块和系列

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（大概念）的统领作用，选取“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。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“化学反应原理”“物质结构与性质”“有机化学基础”3个模块。在选修课程中，选取“实验化学”“化学与社会”“发展中的化学科学”3个系列，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，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。

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。必修课程努力体现化学基本观念与发展趋势，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。必修课程内容包括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，培养学生深入学习与探索化学的志向，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

的水平。选择性必修课程设置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兴趣和不同需要的学生，拓展化学视野，深化对化学科学及其价值的认识。选修课程设置3个系列。

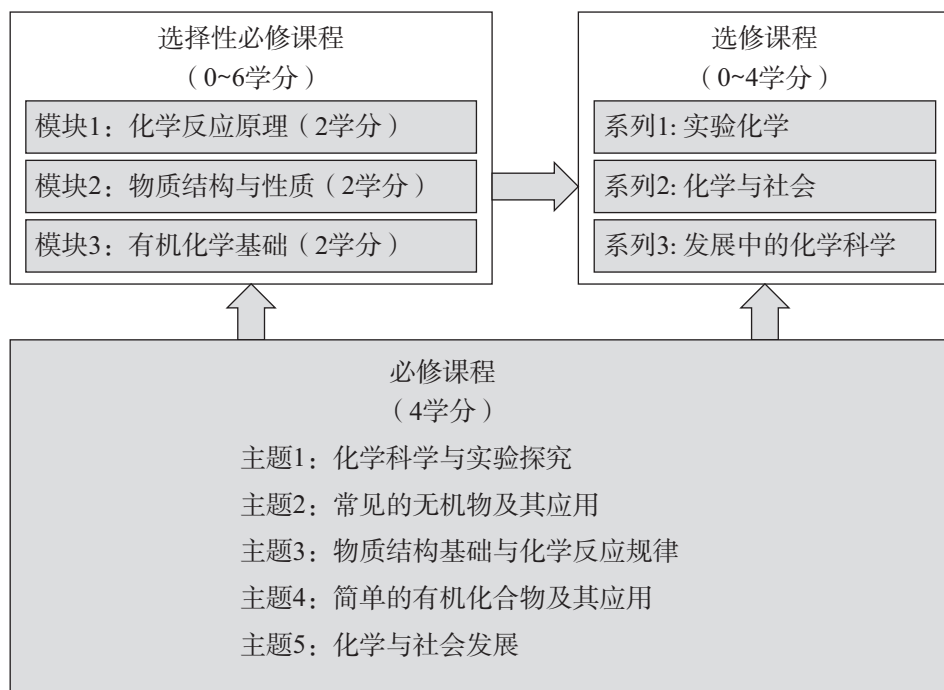


图1 课程结构示意图 (注: 箭头表示建议的学习路径)

(三) 学分与选课

1. 学分设置

必修课程不划分模块，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学时可获得0.5学分，最高可获得4学分。

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

2. 选课要求

全体高中学生必须修习4学分的必修课程。

选择化学作为计入高校招生录取总成绩的学业水平考试科目的学生，需要修习选择性必修课程全部3个模块的内容，获得6个学分。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，学分为0~4学分。

四、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”等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

认识化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的一门基础学科，其特征是认识物质和创造物质；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。

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

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。

了解科学探究过程包括提出问题和假设、设计方案、实施实验、获取证据、分析解释或建构模型、形成结论及交流评价等核心要素。

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、基于证据进行分析和推理等对于科学探究的重要性。

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的化学实验及探究活动的核心思路与基本方法。体会实验条件控制对完成科学实验及探究活动的作用。

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，养成独立思考、敢于质疑和勇于创新的精神。

树立安全意识和环保意识。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。
- 改变在实验中注重动手但缺少思考的现状，强调高级思维过程。

2. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动：配制一定物质的量浓度的溶液；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）。

(2) 调查与交流讨论：查阅化学发展中重大事件的有关资料，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等；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

- 有关化学发现的故事：电离理论的建立、元素周期律的发展、原电池的发现、氯气的发现、人工合成尿素、工业合成氨、青蒿素的提取等。

- 有关理论、模型不断发展的史实：苯分子结构、原子结构模型、氧化还原反应理论等。

- 化学研究技术及应用：波谱、色谱、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、食物中亚硝酸盐等含量的测定等。

- 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。能依据实验目的和假设，设计解决简单问题的实验方案，能对实验方案进行评价。

3. 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。能观察并如实记录实验现象和数据，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。

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不同价态同种元素的物质的相互转化。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。
- 紧密联系生产和生活实际，创设丰富多样的真实问题情境。
- 鼓励使用多样化的教学方式和学习途径。

2. 学习活动建议

（1）实验及探究活动：胶体的丁达尔实验；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；铁及其化合物的性质实验；氢氧化亚铁的制备；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；不同价态含硫物质的转化；某些含硫物质（如硫、二氧化硫、硫酸等）的性质；浓硫酸的性质；溶液中 Fe^{3+} 、 NH_4^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等离子的检验；用化学沉淀法去除粗盐中的杂质离子。

（2）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；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：补铁剂；实验室中硫酸亚铁的保存与使用；印刷电路板的制作；打印机（或复印机）使用的墨粉中铁的氧化物（利用磁性性质）；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（去色、杀菌、抗氧化）；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类和分析说明。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. 能说明常见元素及其化合物的应用（如金属冶炼、合成氨等）对社会发展的价值、对环境的影响。能有意识运用所学的知识或寻求相关证据参与社会性议题的讨论（如酸雨和雾霾防治、水体保护、食品安全等）。

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，了解同周期和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

认识构成物质的微粒之间存在相互作用，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。知道化学反应平均速率的表示方法，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的重要性。

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

- 教学中应注重运用实验事实、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

（1）实验及探究活动：自主设计制作元素周期表；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。

（2）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

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

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，查阅不同种类电池的特点、性能与用途，调查新型能源的种类、来源与利用。

3. 情境素材建议

- 原子结构与元素周期律：元素周期律（表）的发现史料；用铝与氢氧化钠的反应疏通下水管道；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、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、焚烧垃圾等）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、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，引导学生建立官能团与有机化合物分类的初步认识。
- 通过模型拼插等活动引导学生认识有机化合物中碳原子的成键特点、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、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

（1）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、显色实验；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。

（2）调查与交流讨论：垃圾焚烧、PX（对二甲苯）事件等社会性议题的讨论；家居建材中的甲醛和苯的检测；可燃冰、页岩气等资源开发利用的讨论；高分子材料的应用与发展。

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。

- 我国酿酒技术与酒文化，工业酒精的制备，不同饮用酒中酒精的浓度，乙醇汽油，固体酒精，酒后驾车的检验，酒精在人体内的转化，乙醇钠在药物合成中的应用；我国酿造技术与食醋文化。

- 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立体模型。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。能妥善保存、合理使用常见有机化学品。

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将发挥重要作用，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断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“绿色化学”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药物合成的重要意义，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、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。认识化学对于构建清洁低碳、安全高效的能源体系所能发挥的作用，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，以酸雨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。

【教学提示】

1. 教学策略

- 精选教学素材和应用案例，促进学生赞赏化学、体会化学科学对人类文明和社会发展的促进作用。
- 加强物质组成、结构、性质等化学视角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。
- 通过讨论与化学密切相关的有争议的社会性议题，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

（1）实验及探究活动：实验室模拟海水提溴、镁；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。

（2）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影响；查阅国家关于安全生产、环境保护、食品安全、药物开发等方面的法律法规；查阅海水资源及其利用的相关资料；调查空气污染及污染来源，以及处理方案；调查水处理技术的发展；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；查阅符合“绿色化学”理念的化工生产案例；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，制作一期相关内容的展板，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。

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

- 中外历史上的化学成就：合成氨、人工合成尿素、人工合成结晶牛胰岛素、提取青蒿素，以及中国近30年化学科学与技术及其应用的重要成果。

- 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；碳材料和纳米材料及其应用。

- 资源开发与能源利用：硫铁矿、煤等资源与能源的开发利用；从沙子到单晶硅；海水淡化；太阳能分解水制氢气（如使用二氧化钛催化剂）；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VOC（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。能列举我国体现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。

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；辩证地看待资源使用的利弊及其对环境和社会

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，科学进行固体废弃物和垃圾处理。

7. 能借助国家关于安全生产、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

在本课程模块中，将从化学反应与能量，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等方面，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，初步形成关于物质变化的科学观念。了解化学反应中能量转化所遵循的规律，赞赏运用化学反应原理对科学技术和人类社会文明所起的重要作用，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储存能量中的具体应用。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，理解热化学方程式书写规则。

充分利用铜-锌双液原电池、铅蓄电池、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，转变偏差认识，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等），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

（1）实验及探究活动：双液电池的构成及其工作原理；制作一个简单的燃料电池；锌锰干电池的探究；电解氯化铜溶液；电解饱和食盐水；简单的电镀实验；吸氧腐蚀；暖贴的设计。

（2）调查与交流讨论：调查家庭使用煤气、天然气、液化石油气、煤等的热能利用效率，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；查阅资料，了解火箭推进剂的主要成分；调查市场常见化学电池的种类，讨论这类电池的工作原理、生产工艺和回收价值；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。

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

- 工业生产硝酸反应路线的选择；家用燃料和火箭推进剂燃料的选择；煤炭的综合利用。
- 铅蓄电池、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、煤炭脱硫中的应用。

【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。能综合考虑化学变化中的物质变化和能量变化来分析、解决实际问题，如煤炭的综合利用、新型电池的开发等。

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，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

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

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，形成并发展变量控制的实验思想；在开展“外界条件对化学平衡影响”的实验探究活动中，发展学生演绎推理、系统假设等思维能力。

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、能耗等多角度综合调控化学反应的基本思路，发展学生“绿色化学”的观念和辩证思维的能力。

2. 学习活动建议

（1）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；探究影响硫酸酸化的草酸溶液与酸性高锰酸钾溶液反应速率的原因；温度对加酶洗衣粉的洗涤效果的影响。

（2）调查与交流讨论：查阅工业催化剂的用途；查阅工业生产条件优化的依据；讨论影响化学反应速率因素的理论解释；讨论影响化学平衡因素的理论解释；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，如镍的精制、工业合成氨、高炉炼铁、水煤气、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，如压强对二氧化氮-四氧化二氮平衡影响的数字传感器实验，酸碱指示剂的变色。

- 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；催化剂研究与诺贝尔奖；温度改变和活化能改变对化学反应速率的影响数据；飞秒化学。

• 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、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平衡移动的方向。

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、转化率等相关物理量的变化，能讨论化学反应条件的选择和优化。

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、实验室中的实际问题，能讨论化学反应条件的选择和优化。

5. 针对典型案例，能从限度、速率等角度对化学反应和化工生产条件进行综合分析。

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，掌握检测溶液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

通过对电离平衡、水解平衡、沉淀溶解平衡等存在的证明及平衡移动的分析，形成并发展学生的微粒观、平衡观和守恒观；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索学生对水溶液体系认识的障碍点，以进一步明确教学重点和难点。在组织学生

开展实验探究活动时，注意实验前的分析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，发展学生“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”和“证据推理与模型认知”等化学学科核心素养，培养系统思维能力。

结合自然现象（如海水的酸碱性及其变化）、生活问题的解决（如明矾净水）、生产实际（如矿石中有效成分的提取），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

（1）实验及探究活动：测定溶液 pH；强酸与强碱的中和滴定；探究促进或抑制氯化铁的水解；盐类水解的应用；沉淀的转化。

（2）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，如二氧化钛的制备、纯碱制造及“侯氏制碱法”的基本原理等。

3. 情境素材建议

- 同浓度盐酸、醋酸与镁条的反应；不同盐溶液的酸碱性；泡沫灭火器；碘化铅悬浊液静置后的上层清液中碘离子的检验；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、缓冲溶液及其作用、溶洞和珊瑚礁的形成，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、化学平衡的角度分析溶液的性质，如酸碱性、导电性等。
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、生活中有关电解质溶液的实际问题。

模块2 物质结构与性质

本课程模块将从原子、分子水平上认识物质构成的规律，以微粒之间不同的作用力为线索，侧重研究不同类型物质的有关性质，进一步丰富学生物质结构的知识，提高学生分析问题和解决问题的能力。通过本课程模块的学习，提升学生有关物质结构的基本认识，深入认识物质的结构与性质之间的关系，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

了解有关核外电子运动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）

认识元素的原子半径、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。知道元素周期表中分区、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。借助科学史的故事和素材多角度展示人类对微观结构的认识过程，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

（1）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。

（2）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；氢原子的线状光谱与玻尔模型，钠原子的线状光谱对玻尔模型的挑战；量子力学的诞生，微观粒子的波动性思想是如何产生和得到证实的。

- 多样化的周期表排布方式；原子半径、电离能的测定方法，鲍林近似能级图和电负性概念；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_6 ）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分区、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，知道范德华力和氢键是两种常见的分子间作用力，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 σ 键和

π 键等类型；知道共价键可分为极性和非极性共价键。共价键的键能、键长和键角可以用来描述键的强弱和分子的空间结构。

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。知道介于典型晶体之间的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。

借助实物模型、计算机软件模拟、视频等多种直观手段，充分发挥学生搭建分子结构、晶体结构模型等活动的作用，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

(1) 实验及探究活动：“相似相溶”规则的实际应用；水、四氯化碳等分子极性的比较；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；制作典型的金属晶体、离子晶体结构模型；利用模型分析金刚石晶体与石墨晶体的结构特点，讨论两者性质的差异。

(2) 调查与交流讨论：交流讨论卤素单质和卤化氢熔、沸点变化的规律；邻羟基苯甲酸、对羟基苯甲酸的沸点和溶解度差异的原因；水的特殊性；金属晶体具有良好的导电性、导热性和延展性的原因；比较氯化钠、氯化铯等离子晶体的结构特征；查阅“手性分子”的合成及应用；查阅配位化学的发展及其对现代化学的贡献。

3. 情境素材建议

- 价键理论的发展；用 σ 键和 π 键的知识解释氮分子的稳定性；蛋白质分子的重要化学键的键能与紫外线能量的关系；防晒霜防晒的原理。

- 碳酸酐酶清除人体内二氧化碳；配位化合物在医药科学、催化

反应和材料化学等领域的应用，如抗癌药物，氧气与血红蛋白中的 Fe^{2+} 的作用。

- 氢键与生命的密切关系，如DNA、蛋白质结构中的氢键。
- 手性分子在药物研究中的应用。
- 氧族元素氢化物的熔点和沸点；羊毛制品水洗后形状的变化；范德华力概念的提出及其成因。
- 晶体缺陷及其应用；合金的性能及合金与纯金属的比较；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；能说明分子间作用力（含氢键）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，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

初步认识物质的结构与性质之间的关系，知道物质结构的研究有助于发现具有预期性质的新物质，以及为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。

选取与现实生活与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

（1）实验及探究活动：模拟利用X射线衍射研究物质微观结构的方法；借助物质熔、沸点变化与范德华力的关系探究影响范德华力的因素；探究发现氢键和建立氢键理论模型的过程；研究氢键对物质性质的影响；探究分子的价电子数目与空间结构的关系。

（2）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

- 人类建立原子结构模型的历史；玻尔与爱因斯坦的争论。
- 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。
- 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、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“组成、结构决定性质”的基本观念，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，了解测定有机化合物结构、探究性质、设计合成路线的相关知识，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、极性及其与有机反应的关系，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官能团与有机化合物之间是如何相互转化的。

【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

（1）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。

(2) 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；现代仪器分析法的相关设备，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”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B₁₂、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，能结合简单图谱信息分析判断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、醛、羧酸、酯、酚的组成和结构特点、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、消去反应及氧化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。体会有机合成在创造新物质、提高人类生活质量及促进社会发展方面的重要贡献。

2.4 有机化合物的安全使用

结合生产、生活实际了解某些烃、烃的衍生物对环境与健康可能产生的影响，体会“绿色化学”思想在有机合成中的重要意义，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

(1) 实验及探究活动：一组烃的性质（如乙炔的化学性质、甲苯与酸性高锰酸钾溶液的反应）；一组烃的衍生物的性质（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；乙酸乙酯的制备与性质；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；有机化合物（如阿司匹林的有效成分）中常见官能团的检验。

(2) 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；工业上乙醇合成乙酸的路线，人体内乙醇的代谢，生活中常见的醇类物质及其应用；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. 能参与环境保护等与有机化合物性质应用相关的社会性议题的讨论，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，认识单体和单体单元（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和性质特点。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

注重联系生活、生产实际。从实际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、生活生产事实的解释或实际问题的解决等活动，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。尽可能联系生命科学、材料科学的学科发展过程和其中的重大事件，作为教学的情境线索或活动素材，使学生在生物大分子和合成高分子的过程中，体验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

（1）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），蛋白质含量的检测（氨基与亚硝酸的反应）；酚醛树脂的合成。

（2）调查与交流讨论：阅读讨论蛋白质结构的复杂性和种类的多样性；阅读交流常见塑料、合成纤维和合成橡胶的应用与合成；阅读交流各种新型功能高分子的性能与应用。

3. 情境素材建议

- 生命科学、材料科学的发展历史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；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。
- 人工合成的新材料，如水立方场馆的有机材料、不粘锅的表面涂层、宇航服面料和人工合成新药物等的结构简式、功能或用途。
- 塑料的发展，如从难降解的聚乙烯到易降解的聚乳酸；新型材料，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。

【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。

6. 能参与营养健康、材料选择与使用、垃圾处理等社会性议题的讨论，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实施。选修课程可与校本选修课程、综合实践活动课程等统筹安排，提倡开展学科内综合和跨学科综合的实践活动。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，鼓励开展主题性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”“STSE（科学·技术·社会·环境）综合实验”4个主题，有助于学生更深刻地认识实验在化学科学中的地位和对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，如生活中常见物质的性质研究、有害气体的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，如硫酸亚铁铵的制备、胶体的制备与性质、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，如海水的蒸馏、硝酸钾粗品的提纯、粗食盐水的纯化、层析分离甲基橙和酚酞（或铁离子和铜离子）。

物质的检测，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，阿伏加德罗常数的测定，配位平衡的研究与平衡常数测定，反应条件对化学平衡的影响，硫代硫酸钠与酸反应速率的影响因素，燃料电池、干电池、浓差电池等的模拟实验，铝的阳极氧化等。

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，氨氧化法制硝酸，铁、铜等金属冶炼的模拟，电解熔融盐制备金属，肥皂的制备，粮食酿酒，化妆品的制备，聚合物（如尼龙-66、酚醛树脂、胶水）的制备。

主题4：STSE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、食品加工过程探究、天然药物提取、药物成分检验、药物设计与合成，以及化妆品等日用化学品的制备等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级思维能力。

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、长周期的研究项目，培养学生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. 实验探究的过程与方法：认识提出问题，设计、评价和优化实验方案，开展实验活动，收集实验现象、数据等相关证据，根据证据进行分析推理，以及得出结论等环节中所需要的方法与策略。知道在实验设计和实施过程中如何控制相关变量。知道如何对实验数据进行分析，能分析产生误差的原因，初步形成定量研究的意识。认识比较、归纳、分析、综合等方法在分析推理过程中的应用。在此基础上，发展学生运用化学知识和实验方法开展综合项目研究的能力。

2. 实验技能：掌握开展实验探究必备的实验技能，掌握过滤（抽滤）、蒸馏（回流）、萃取、滴定等基本实验操作，初步掌握酸度计等仪器的使用方法，掌握实验装置组装的基本原则和技能。

3. 实验记录、实验报告与汇报展示：能设计有效记录实验过程、现象和结果的记录单，能准确、客观地进行实验记录。知道实验报告所包含的要素，知道如何规范地撰写实验报告，知道实验报告应该尊

重事实、充分讨论、特别关注“异常”现象等；练习在实验探究的基础上撰写小论文。学习如何进行实验汇报展示。

4. 实验安全与环境保护意识：严格遵守实验室的安全规则，知道实验室物品的分类、安全保存和使用要求。能科学地使用沙土、灭火器、洗眼器、喷淋装置等处理实验室安全事件。知道常见废弃物的收集方法，树立“绿色化学”思想，形成环境保护的意识。

5. 科学态度：形成实事求是、严谨细致的科学态度，具有批判精神和创新意识。

..... **系列2 化学与社会**

化学不仅与人类的衣、食、住、行密切相关，而且已发展成为生命科学、材料科学、能源科学、环境科学、信息科学、纳米科技和工程技术科学的重要基础，成为推进科学技术进步和现代社会文明的重要力量。通过系列2课程的学习，学生可进一步了解化学的广泛应用，认识化学与生活、生产、社会发展的关系，发展化学学科核心素养；在面临与化学有关的综合问题时，能运用化学学科核心素养作出合理的分析和推断，作出理智、科学的决策。

.....
【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观念，发展“科学态度与社会责任”的化学学科核心素养，实现生活行为的转变。

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

化学与健康：通过“摄取有益于健康的食物”主题学习活动，认识科学饮食与身体健康的关系。认识食品中对人类健康有重要意义的常见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。通过实例了解某些药物的主要成分和疗效。

生活中的材料：通过“认识生活中的材料”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的发展中的重要作用。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，了解各类材料的利弊，探索其可能的应用领域和发展方向。

化学与环境保护：通过“呵护生存环境”“合理利用化学能源”“正确使用化学品”等主题学习活动，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。知道主要的居室空气污染物；了解这些污染物对人体的危害及消除危害的思路与方法。

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；认识化学科学发展对技术进步的促进作用，强化技术意识。深化对化学、技术、社会 and 环境的相互作用关系的理解，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；认同在化学反应原理、化学技术的应用中必须坚持“绿色化学”的思想，形成“化学·技术·社会·环境”的基本理念。

化学与资源开发利用：通过开展围绕空气资源、海水资源、矿山资源和生物资源等资源开发利用的主题学习活动，了解我国在资源利

用方面的基本情况，认识化学科学发展对自然资源利用的作用，以及化学对废旧物资再生与综合利用的作用和可能途径，形成自然资源综合利用、废旧物资再生利用的观念。

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：通过“氨的合成”“农产品的化学加工”“精细化工产品的获得”等主题学习活动，了解合成氨的原理、原料、重要设备、流程和意义，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、植物生长调节剂和除莠剂及其发展趋势；了解精细化工产品的生产及其生产过程中的工艺特点，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：STSE 综合实践

通过 STSE 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 STSE 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；调查当地污水排放和处理情况，撰写调查报告，提出改进建议；调查在田间焚烧秸秆的危害；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；调查当地固体废弃物（如粉煤灰）的回收和利用情况，讨论存在问题的解决途径。

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。

【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，促进学生从科学的生活观念向健康的生活方式转化，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，让学生在学习化学知识、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。

“STSE 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。能依据科学理性、辩证观点、科学的生活态度与观念对生活问题及其解决方案作出评估，能根据实际情况权衡利弊作出决策。

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。

系列3 发展中的化学科学

20世纪以来，化学的发展突飞猛进，向人们呈现了一个丰富多彩、复杂而有序的巨大综合系统。为了让学生了解化学前沿发展的面貌与趋势，激发学生树立以化学作为专业和职业的兴趣和理想，设立该系列课程。该系列课程的设置并不需要学生对化学前沿问题有系统的了解，而是结合化学的前沿领域和当代社会的热点问题，有重点、有选择地介绍化学科学的最新进展和亟待解决的重要课题，帮助学生了解我国化学发展的机遇和挑战，发展化学学科核心素养，鼓励学生关注并投身于化学事业。

【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；特定功能导向的新分子、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

围绕材料与结构化学、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，了解材料、资源、能源、生态、环境、生命、医药、军事国防，以及信息技术等领域与化学都有很强的交叉融合，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精确构筑和调控；复杂环境介质中污染物的表征与分析；灰霾形成机制与健康风险；水和土壤污染过程控制与修复；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集成；高效太阳能电池的光电转换过程化学；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。

【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，避免教学内容变成高难度的知识技能训练或者科普介绍。

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，发展学生的高级思维能力及其对科学本质的认识。

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。

通过对研究案例的研究过程的分析和研讨，帮助学生发展提出问题的意识和能力，扩展分析问题和解决问题的角度和思路；通过呈现当前研究案例存在的局限和不足，进一步发展要解决的问题及面临的挑战，激发学生探索未知世界的热情。

【学业要求】

1. 了解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，并说出它们建立的过程和关键证据，反思它们建立的思路与方法，深化对化学基本原理、基本观念的理解与认识，促进对科学本质的理解。

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，能说明解决某个前沿问题的研究思路与方法，能描述化学前沿研究的过程。

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。鼓励针对一个学术问题在教师（导师）的指导下开展项目研究、撰写研究报告。

4. 增进对化学的兴趣，促进树立学习和研究化学的志向，为大学学习化学相关专业提供知识、技能和能力方面的准备。

五、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的学业成就表现。学业质量标准是以本学科核心素养及其表现水平为主要维度（见附录1），结合课程内容，对学生学业成就表现的总体刻画。依据不同水平学业成就表现的关键特征，学业质量标准明确将学业质量划分为不同水平，并描述了不同水平学习结果的具体表现。

化学学业质量水平划分为4级。在每一级水平的描述中均包含化学学科核心素养的5个方面，依据侧重的内容将其划分为四个条目（每个条目前面的数字代表水平，后面的数字代表条目序号）。每个条目（按数字表示）分别对应于一定的化学学科核心素养。如序号1侧重对应“素养1宏观辨识与微观探析”和“素养3证据推理与模型认知”；序号2侧重对应“素养2变化观念与平衡思想”；序号3侧重对应“素养4科学探究与创新意识”；序号4侧重对应“素养5科学态度与社会责任”。

(二) 学业质量水平

水平	质量描述
1	<p>1-1 能根据物质组成和性质对物质进行分类，形成物质是由元素组成和化学变化中元素不变的观点；能运用原子结构模型说明典型金属和非金属元素的性质；能对常见物质（包括简单的有机化合物）及其变化进行描述和符号表征；能认识离子反应和氧化还原反应的本质，能结合实例书写离子方程式和氧化还原反应化学方程式；能说明常见物质的性质与应用的关系。</p> <p>1-2 认识化学变化是有条件的，能说明化学变化中的质量关系和能量转化，能从物质的组成、构成微粒、主要性质等方面解释或说明化学变化的本质特征；认识物质的量在化学定量研究中的重要作用，能结合实验或生产、生活中的实际数据，并应用物质的量计算物质的组成和物质转化过程中的质量关系。</p> <p>1-3 能依据化学问题解决的需要，选择常见的实验仪器、装置和试剂，完成简单的物质性质、物质制备、物质检验等实验；能与同伴合作进行实验探究，如实观察、记录实验现象，能根据实验现象形成初步结论。</p> <p>1-4 具有安全意识，能将化学知识与生产、生活实际结合，能主动关心并参与有关的社会性议题的讨论，赞赏化学对人类生活和生产所作的贡献；能运用所学的化学知识和方法分析讨论生产、生活中简单的化学问题（如酸雨防治、环境保护、食品安全等），认识化学科学对社会可持续发展的贡献。</p>
2	<p>2-1 能从不同视角对典型的物质及其主要变化进行分类；能从原子结构视角说明元素的性质递变规律；能从构成物质的微粒、化学键、官能团等方面说明常见物质的主要性质，能分析物质性质与用途的关系。</p> <p>2-2 能分析化学变化中能量吸收或释放的原因；认识化学变化的多样性和复杂性，能分析化学反应速率的主要影响因素；能设计物质转化的方案，能运用化学符号表征物质的转化，能说明化学变化的本质特征和变化规律；能应用质量守恒定律分析物质转化对资源利用的影响。</p> <p>2-3 能通过实验探究物质的性质和变化规律，能提出有意义的实验探究问题，根据已有经验和资料作出预测和假设，能设计简单实验方案，能运用适当的方法控制反应条件并顺利完成实验；能收集和表述实验证据，基于实验事实得出结论。</p>

续表

水平	质量描述
2	<p>2-4 能分析化学科学在开发利用自然资源、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价值和贡献；了解在化工生产中遵循“绿色化学”思想的重要性，能从化学视角理解食品安全、环境保护等法律法规，关注化学产品和技术在生产、生活中应用可能产生的负面影响。</p>
3	<p>3-1 能从组成、结构等方面认识无机化合物和有机化合物的多样性，能从物质的组成、性质、官能团、构成微粒和微粒间作用力等多个视角对物质进行分类；能说明物质的组成、官能团和微粒间作用力的差异对物质性质的影响；能从多个角度对化学反应进行分类，认识化学反应的本质；能采用模型、符号等多种方式对物质的结构及其变化进行综合表征。</p> <p>3-2 能根据反应速率理论和化学平衡原理，说明影响化学反应速率和化学平衡的因素；能运用宏观、微观、符号等方式描述、说明物质转化的本质和规律；能定量分析化学变化的热效应，分析化学能与电能相互转化的原理及其在生产和生活中的应用。能根据解决问题的需要设计无机化合物转化与制备、典型有机化合物的组成结构检测与合成的方案；能分析评估物质转化过程对环境的影响。</p> <p>3-3 能根据解决问题的需要提出实验探究课题；能设计实验方案探究物质和能量的转化、影响反应速率和化学平衡的因素、有机化合物的主要性质等；能选择合适的实验试剂和仪器装置，控制实验条件，安全、顺利地完成实验；能收集并用数据、图表等多种方式描述实验证据，能基于现象和数据进行分析推理得出合理结论。</p> <p>3-4 能结合生产和生活实际问题情境说明化学变化中能量转化、调控反应条件等的重要应用，认识有机化合物转化和合成在社会经济可持续发展、提高生活质量等方面的重要贡献；能运用化学原理和方法解释或解决生产、生活中与化学相关的一些实际问题；具有对化学技术推广应用和化学品使用进行风险评估的意识，能分析化学品生产和应用过程对社会和环境可能发生的影响，能提出降低其负面影响的建议。</p>
4	<p>4-1 能在物质及其变化的情境中，依据需要选择不同方法，从不同角度对物质及其变化进行分析和推断；能根据物质的类别、组成、微粒的结构、微粒间作用力等说明或预测物质的性质，评估所做说明或预测的合理性；能从宏观与微观、定性与定量等角度对物质变化中的能量转化进行分析和表征；能基于物质性质提出物质在生产、生活和科学技术等方面应用的建议和意见。</p>

续表

水平	质量描述
4	<p>4-2 能从调控反应速率、提高反应转化率等方面综合分析反应的条件，提出有效控制反应条件的措施；能选择简明、合理的表征方式描述和说明化学变化的本质和规律，能根据化学反应原理预测物质转化的产物，确定检验所做预测的证据；能依据化学变化中能量转化的原理，提出利用化学变化实现能量储存和释放的有实用价值的建议；能基于“绿色化学”理念设计无机化合物制备和有机化合物合成的方案，并对方案进行评价和优化；能分析评估物质转化过程对环境 and 资源利用的影响。</p> <p>4-3 能列举测定物质组成和结构的实验方法，能根据仪器分析的数据或图表推测简单物质的组成和结构；能在复杂的化学问题情境中提出有价值的实验探究课题，能设计有关物质转化、分离提纯、性质应用等的综合实验方案；能运用变量控制的方法探究并确定合适的反应条件，安全、顺利地完成实验；能用数据、图表、符号等描述实验证据并据此进行分析推理形成结论；能对实验方案、实验过程和实验结论进行评价，提出进一步探究的设想。</p> <p>4-4 能说明化学科学发展在自然资源利用、材料合成、环境保护、保障人类健康、促进科学技术发展等方面的重要作用；能运用化学原理和方法对解决生产和生活中的热点问题提出创造性的建议，能对化学技术推广应用和化学品使用进行分析和风险评估；能依据“绿色化学”思想分析某些化学产品生产和应用存在的问题，提出处理或解决化学问题的方案。</p>

（三）学业质量水平与考试评价的关系

学业质量水平是考试与评价的重要依据。学业质量水平2是高中毕业生在本学科应该达到的合格要求，是化学学业水平合格性考试的命题依据；学业质量水平4则是化学学业水平等级性考试的命题依据。

六、实施建议

（一）教学与评价建议

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；化学学习评价是化学教学评价的重要组成部分，对于学生化学学科核心素养具有诊断和发展功能。教师在化学教学与评价中应紧紧围绕“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，发展素质教育，落实立德树人根本任务。

1. 深刻领会化学学科核心素养的内涵，科学制订化学教学目标

（1）深刻领会化学学科核心素养的内涵

“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”5个方面，是从正确价值观、必备品格和关键能力层面对化学学科核心素养内涵的揭示，是学生科学素养在“知识与技能”“过程与方法”和“情感态度价值观”3个方面得到全面发展的综合表现。

化学学科核心素养构成要素之间具有内在的本质联系。“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”和“证据推理与模型认知”，

分别是学科观念和思维方式视角对化学科学思维的描述,“科学探究与创新意识”是对化学科学实践的表征,“科学态度与社会责任”是对化学科学价值取向的刻画,是化学学科整体育人功能和价值的具体表现。

(2) 科学制订化学教学目标

应统筹规划化学教学目标。学生化学学科核心素养的发展是一个持续进步的过程,因此,教师应依据化学学科核心素养的内涵及其发展水平、高中化学课程目标、高中化学课程内容及学业质量要求(包括学业要求和学业质量水平),结合学生的已有经验,对学段、模块或主题、单元和课时教学目标进行整体规划和设计。例如,结构决定性质是化学学科的核心观念,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,就可以整体设计为四个阶段: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、氢键对物质性质的影响;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5个方面,防止教学目标制订的表面化和形式化。

2. 准确把握学业质量要求,合理选择和组织化学教学内容

(1) 整体规划化学教学内容的深广度

学业质量标准是对学生完成相应的课程内容学习时所应达到的化学学科核心素养水平的一种描述,用以检验和衡量学生化学学习的程度

和水平。因此，它不仅仅对化学教学评价具有指导作用，同时，它也是教师选择化学教学内容的一个重要依据。为此，教师应仔细研读化学学业质量标准，明确化学教学内容在各学段的不同水平要求，整体规划不同学段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STSE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。

（2）合理组织化学教学内容

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三种形式：

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。

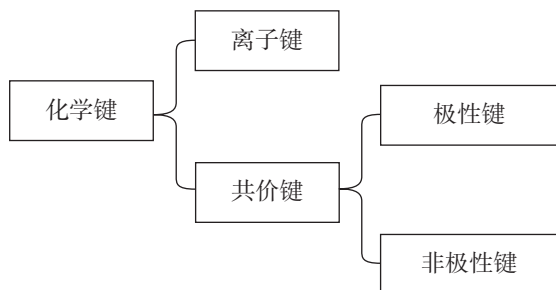


图2 化学键知识逻辑关系

② 基于认识思路的结构化。它是从学科本原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。

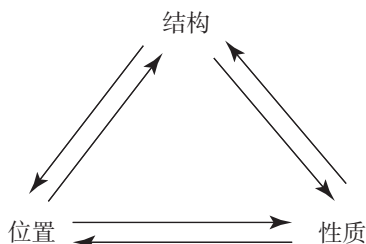


图3 元素“位”“构”“性”的关系

(注：“位置”指在元素周期表中的位置)

③ 基于核心观念的结构化。它是对物质及其变化的本质和其认识过程的进一步抽象，以促使学生建构和形成化学学科的核心观念。例如，对元素“位”“构”“性”三者的关系，从学科本原可以进一步概括出“结构决定性质，性质反映结构”这一化学学科的统摄性观念，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化学知识的结构化设计，充分认识知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“核心观念”的结构化设计，逐步提升学生的化学知识结构化水平，发展化学学科核心素养。

(3) 贴近生活、社会实际，重视化学与其他学科的联系

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STSE内容主题的选择和组织，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STSE问题。例如，在乙醇的教学中，教师可选择酒在人体内的转化途径、酒驾的检验、不同饮用酒中酒精的浓度、工业酒精和食用酒精的区别等内容，使学生充分认识化学科学的价值。

在化学教学中，教师还应重视跨学科内容主题的选择和组织，加强化学与物理学、生物学、地理学、材料科学和环境科学等学科的联

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. 充分认识化学实验的独特价值，精心设计实验探究活动

（1）充分认识化学实验的独特价值

以实验为基础是化学学科的重要特征之一，化学实验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。化学实验有助于激发学生学习化学的兴趣，创设生动活泼的教学情境，帮助学生理解和掌握化学知识和技能，启迪学生的科学思维，训练学生的科学方法，培养学生的科学态度和价值观。

在化学教学中，可以从以下几个方面发挥化学实验的教学功能。

- 引导学生通过实验探究活动学习化学。例如，可通过“催化剂对过氧化氢分解反应速率的影响”的实验探究活动，帮助学生了解催化剂是影响化学反应速率的一个重要因素。
- 重视通过典型的化学实验事实引导学生认识物质及其变化的本质和规律。例如，可通过具体实验数据引导学生讨论第三周期元素及其化合物的性质，以及性质变化规律。
- 利用化学实验史实引导学生了解化学概念、化学原理的形成和发展，认识实验在化学科学发展中的重要作用。
- 引导学生综合运用所学的化学知识和技能，进行实验设计和实验操作，分析和解决与化学有关的实际问题。

教师应认真组织学生完成本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，有条件的学校尽可能多地为学生提供动手做实验的机会；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;注重发挥现代信息技术的作用,积极探索现代信息技术与化学实验的深度融合,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。

(2) 精心设计实验探究活动

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。教师应依据“科学探究与创新意识”素养发展水平和学业质量标准,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。

实验探究活动应紧密结合具体的化学知识的教学来进行。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;应避免实验探究过程中教师包办代替或对学生放任自流的现象。

4. 创设真实问题情境,促进学习方式转变

(1) 创设真实且富有价值的问题情境

真实、具体的问题情境是学生化学学科核心素养形成和发展的重要平台,为学生化学学科核心素养提供了真实的表现机会。因此,教师在教学中应重视创设真实且富有价值的问题情境,促进学生化学学科核心素养的形成和发展。

真实的STSE问题和化学史实等,都是有价值的情境素材。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欲望,提出“如何根据氧化还原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。

（2）积极促进学生化学学习方式的转变

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，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实验探究学习任务，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。

5. 实施“教、学、评”一体化，有效开展化学日常学习评价

化学学习评价包括化学日常学习评价和化学学业成就评价（主要有化学学业水平合格性考试和化学学业水平等级性考试，见“学业水平考试命题建议”）。应树立“素养为本”的化学学习评价观，紧紧围绕化学学科核心素养的发展水平和化学学业质量标准来确定化学学习评价目标，注重过程性评价和结果性评价的有机结合，灵活运用活动表现、纸笔测验和学习档案评价等多样化的评价方式，倡导学生自评、同伴互评与教师评价相结合，充分发挥评价促进学生化学学科核心素养全面发展的功能。

化学日常学习评价是化学教学不可或缺的有机组成部分，是化学学习评价的一种重要表现形式，是实施“教、学、评”一体化教学的重要链条。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，积极探索开展化学日常学习评价的有效途

径、方式和策略。

提问与点评、练习与作业、复习与考试等是有效开展化学日常学习评价的基本途径和方法。

- 课堂提问的设计应有意识地关注化学学科核心素养达成情况的诊断。例如，“有哪些因素影响物质体积的大小？”这一问题的设计就具有素养诊断价值。有的学生只能基于“宏观”视角思考影响因素，有的学生只能基于“微观”视角思考影响因素，而有的学生却能基于“宏观辨识与微观探析”视角指出影响因素，并能给予解释。

课堂点评应有的放矢，增强促进学生化学学科核心素养发展的指导性。例如，教师可以设计学习任务：“用图示表示0价、+2价和+3价铁元素之间的相互转化关系”，针对学生对“铁三角”转化关系认识模型的理解情况进行点评，通过追问进一步外显学生的思维过程，从素养发展的角度对学生给予指导。对于仅能列举出个别氧化剂和还原剂的学生，教师应启发学生进一步提升知识的概括化水平，指导学生从一类氧化剂和还原剂的角度进一步抽象“铁三角”转化关系认识模型。

- 教师应注意发挥课堂练习和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。

- 单元与模块复习应依据内容要求，围绕化学核心概念和观念的结构化来进行，通过提问或绘制概念图等策略，诊断学生化学核心概念和观念的结构化水平；对于处在“知识关联”水平的学生，应引导他们进一步概括核心概念的认识思路，形成基于“认识思路”的结构化，从而提升化学核心概念和观念的结构化水平，发展化学学科核心素养。

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，试题命制应以学业质量标准的要求为依据，题目应具有一定的情

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。

6. 增进化学学科理解，提升课堂教学能力

（1）增进化学学科理解

开展基于学生化学学科核心素养发展的课堂教学，对化学教师的专业素养提出了更高的要求，要求教师进一步增进化学学科理解。化学学科理解是指教师对化学学科知识及其思维方式和方法的一种本原性、结构化的认识，它不仅仅只是对化学知识的理解，还包括对具有化学学科特质的思维方式和方法的理解。

教师应注重通过多种途径和方法提高化学学科理解能力。应反思自身化学学科理解方面的不足，主动参加有关的学习和培训活动；应充分发挥化学教研组、备课组的作用，结合具体的教学内容，有针对性地开展所教内容的学科理解研讨；积极发挥区域教研的优势，通过“名师工作室”和“学科教研基地”等多种形式开展教研活动，使教师的化学学科理解能力得到相应的提高。

（2）提升课堂教学能力

发展学生的化学学科核心素养，要求教师积极开展“素养为本”的课堂教学实践，主动探索“素养为本”的有效课堂教学模式和策略。在化学教学设计和实施中，教师应科学制订具体可行、基于化学学科核心素养发展的教学目标，挖掘教学内容在化学学科核心素养发展方面的独特价值，设计和开展多种形式的实验探究活动，有目的、有计划地引导学生运用化学科学思维方式和方法学习化学知识，注重引导学生在化学知识结构化的自主建构中理解化学核心观念，设计基于真实情境的问题解决任务，使学生在解决问题的活动中逐步发展化学学科核心素养。

“素养为本”的化学课堂教学设计与实施,对教师来说是一个新的、富有挑战性的研究课题。教师要以改革的精神主动探索,积极开展“素养为本”的课堂教学行动研究,在行动研究中总结和提炼发展学生化学学科核心素养的有效途径、方法和策略,提升自身开展“素养为本”的课堂教学能力。

(二) 学业水平考试命题建议

1. 考试目的

学业水平考试包括学业水平合格性考试(以必修课程要求为准)和学生自主选择计入高校招生录取总成绩的学业水平等级性考试(以必修课程和选择性必修课程要求为准)。化学学业水平考试的主要目的是评价学生化学学科核心素养的发展状况和学业质量标准的达成程度,这是区别于传统考试的重要特征。

命题者应牢牢把握学业水平考试的目的,开展基于化学学科核心素养和学业质量标准的命题研究,努力提高命题质量。

2. 命题框架

根据学业水平考试的目的,化学学业水平考试命题必须坚持以化学学科核心素养为导向,准确把握“素养”“情境”“问题”和“知识”4个要素在命题中的定位与相互联系,构建以化学学科核心素养为导向的命题框架。

以化学学科核心素养为导向的命题框架如图4所示。

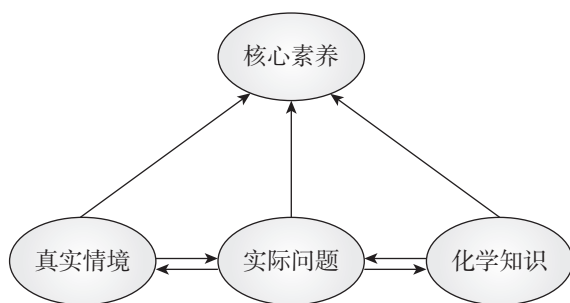


图4 命题框架

上述框架表明，“情境”和“知识”同时服务于“问题”的提出与解决；“问题”“情境”“知识”三者之间存在着密切的联系；情境的设计、知识的运用、问题的提出与解决均应有利于实现对学生核心素养的测试。

3. 命题原则

（1）以核心素养为测试宗旨

命题应坚持以化学学科核心素养为测试宗旨，熟悉、理解化学学科核心素养的内涵和水平描述，并以化学学业质量标准为依据，从相应的学业质量水平中提炼、确定各试题的测试目标。

（2）以真实情境为测试载体

试题情境的创设应紧密联系学生学习和生活实际，体现科学、技术、社会和环境发展的成果，注重真实情境的针对性、启发性、过程性和科学性，形成与测试任务融为一体、具有不同陌生度、丰富而生动的测试载体。

（3）以实际问题为测试任务

试题的测试任务应融入真实、有意义的测试情境；试题内容与提出的问题应针对本课程标准中的内容要求，突出化学核心概念与观念，符合学生心理发展阶段和认识发展水平，与所要测试的核心素养和测试目标保持高度一致，形成具有不同复杂程度和结构合理的测试任务。

(4) 以化学知识为解决问题的工具

化学知识是解决实际问题、完成测试任务不可或缺的工具；应结合命题宗旨和目标，根据测试任务、情境的需要，系统梳理解决问题所要运用的化学知识与方法，注重考查学生灵活运用结构化知识解决实际问题的能力。

4. 命题程序

以化学学科核心素养为导向的一般命题程序如图5所示，其中各环节的先后顺序不是固定的，命题时可根据具体情况灵活运用。

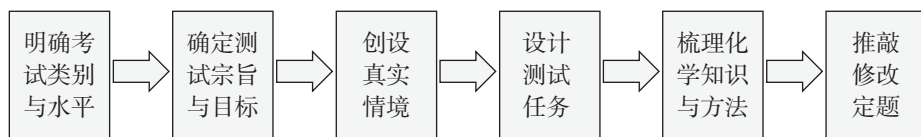


图5 命题程序

由图5可知，在同一个测试目标下，可以创设不同的真实情境，提出不同复杂程度和结构合理的实际问题，形成不同难度的测试任务，因而解决问题所运用的化学知识与方法也会有所区别。

命题者应高度重视试题难度的控制研究。应依据学业水平合格性考试和等级性考试的特点，结合化学学科核心素养和学业质量标准各水平的要求，以及本地区化学课程实施的实际，科学、合理地确定试题的平均难度。

5. 典型试题与说明

【试题】我国科学家屠呦呦因成功提取青蒿素而获得2015年诺贝尔生理学或医学奖。青蒿素是治疗疟疾的有效药物，它的使用在全世界“拯救了几百万人的生命”。科学家研究确认青蒿素分子结构如图6所示，请同学们在仔细观察、分析的基础上，回答下列问题。

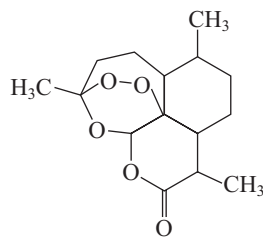


图6 青蒿素分子结构

（1）青蒿素属于内酯化合物（在同一分子中既含有羧基，又含有羟基，二者脱水结合而成的产物），请用笔在图6中将青蒿素分子里的内酯基标示出来；根据酯的性质推断青蒿素可能具有的某种化学性质和反应条件，并给予解释。

（2）研究团队先后经历了用水、乙醇、乙醚提取青蒿素的探究过程，最终确认只有采用低温、乙醚冷浸等方法才能成功提取青蒿素；研究发现这是因为青蒿素分子中的某个基团在提取过程中对热不稳定。实验证明，该基团还能与碘化钠作用生成碘单质。试对图6中的各种基团进行分析，推测写出该基团的结构式，并说明理由。

（3）科学家在青蒿素的研究中进一步发现，一定条件下硼氢化钠（ NaBH_4 ）能将青蒿素选择性地还原生成双氢青蒿素，其分子结构如图7所示。因双氢青蒿素比青蒿素水溶性好，所以治疗疟疾的效果更好。试从分子结构与性质关系的角度推测双氢青蒿素水溶性增强、疗效更好的主要原因。

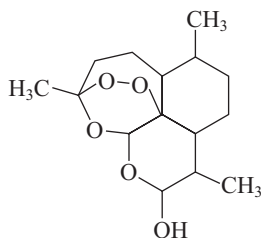


图7 双氢青蒿素分子结构

【说明】关于本试题设计的说明。

（1）测试宗旨（核心素养）

本试题测试宗旨主要是“宏观辨识与微观探析”的化学学科核心素养，要求学生能从元素和原子、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；能从宏观和微观相结合的视角分析与解决实际问题。该试题所提出的三个实际问题均从不同侧面反映了上述测试宗旨的要求。

具体的测试目标包括：要求学生从构成物质的微粒、官能团等方面说明物质的主要性质（学业质量水平2，试题第一问）；能根据物质的组成、微粒的结构等说明或预测物质的性质，评估所做说明或预测的合理性（学业质量水平4，试题第二、三问）。

（2）测试载体（真实情境）

本试题以屠呦呦成功提取青蒿素获得2015年诺贝尔生理学或医学奖为背景，结合高中化学教学实际，围绕青蒿素、双氢青蒿素研制和分子结构确认过程中的关键环节，创设了真实、有意义的测试情境，并在此基础上设计出该试题的测试任务，不仅有利于促进学生思考、推理和判断，也有利于培养学生的科学态度与社会责任。

（3）测试任务（实际问题）

本试题依据测试宗旨与目标，基于真实、有意义的测试情境向学生提出了三个实际问题，涉及物质的组成、结构、性质和结构与性质的关系等方面，要求学生在观察和分析青蒿素、双氢青蒿素分子结构的基础上，灵活运用化学知识与方法进行解答。试题充分体现了测试任务与真实情境之间紧密的联系。

（4）解决问题的工具（化学知识）

本试题要求学生运用已有的知识及从试题中领悟到的相关知识来解决所提出的问题，这些知识包括：对青蒿素分子结构中内酯基的辨识及酯的主要性质与变化条件（试题第一问）；过氧基的热稳定性与氧化性（试题第二问）；分子中羰基转变成羟基，分子的极性增强，导致物质性质和应用价值的变化（试题第三问）等。

（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. 教材编写指导原则

（1）立足于立德树人的根本任务

化学教材编写要全面贯彻党的教育方针，以社会主义核心价值观

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

为导向，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。

（2）依据化学课程标准，以发展化学学科核心素养为主旨

化学教材编写应依据化学课程标准，以发展化学学科核心素养为主旨，设计化学教材的整体结构和内容体系，选择教材内容和设计学习活动。

（3）体现基础性、时代性和人文性

化学教材在内容选择、编排思路和呈现方式上，应处理好知识基础、能力发展和品格修养三者的辩证关系；帮助学生了解化学科学发展前沿，体会化学对科技发展和社会进步的重要作用；增强文化自信，提升人文素养。

（4）密切结合学生实际

化学教材编写应以学生的生活经验为基础，充分关注学生的心理特点和认知发展水平，设计梯度合理、丰富多样的活动，引导学生在解决实际问题的活动中提升化学学科核心素养水平。

（5）体现先进的教学理念

化学教材编写应以先进的教学理念为指导，促进教师教学方式与学生学习方式的转变，设计探究性实验和思考性问题，体现学生的自主性，培养学生的创新精神和实践能力。

2. 化学教材内容的选择

（1）凸显化学学科核心观念，精选化学核心知识

化学教材应精选化学学科基本概念、原理和事实性知识，为学生化学学科核心观念的形成奠定基础；依据课程内容、学业要求和学业质量水平的要求，确定化学知识的深广度。

（2）重视实验探究与实践活动

化学教材应精心设计学生必做实验，适当增加微型实验、家庭小实验、数字化实验、定量实验和创新实践活动等，让学生在实验探究

活动中学习科学方法，认识科学探究过程，体会、认识技术手段的创新对化学科学的重要价值，形成严谨求实、勇于实践的科学态度，发展实践能力。

（3）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发展趋势，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；应具有真实情境性，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 and 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。

（4）体现科学与人文的融合

利用科学技术发展进程中的优秀案例，引导学生认识科学本质，体会科学事业的特征，自觉传承科学文化，弘扬科学精神。化学教材内容的选择应注重挖掘中华优秀传统文化蕴含的思想观念、人文精神，传承和弘扬工匠精神和技术创新思想。应培养学生的国际视野，关注人类命运共同体的建设，具有共同创造人类美好未来的情怀。

（5）重视化学习题设计的创新

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。习题设计应具有针对性与层次性，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解决实际问题的能力；习题应具有开放性，鼓励学生从不同角度分析和解决问题，培养学生的发散思维和创新精神。

3. 教材内容的编排与呈现

（1）注重化学知识的结构化

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。

（2）关注学生的认知发展规律

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呈现化学知识，使教学内容体系符合学生的认知发展规律，促进学生在不同水平上的发展。

（3）注重情境、活动和问题解决的整体设计，促进学习方式的转变

化学教材应围绕化学核心概念确定教材内容主题，将核心概念与情境、活动和问题解决融为一体，凸显教材内容主题的素养发展功能。应注重学生自主建构、实验探究和问题解决等学习活动的设计，应注重学习方法的引导，促进学生化学学习方式的转变。

（4）注重凸显教材的教学属性

化学教材应为教师提供丰富的教学素材和可借鉴的教学策略和教学方法，为教师有效开展教学活动提供帮助，为教师选择、整合教学内容预留空间，方便教师创造性地使用教材，使教材成为一种动态的课程资源。

（5）重视教材助读系统的设计

化学教材应结合学生的身心发展规律，对前言、提示、注解、附录等助读学习辅助材料进行科学、系统、合理的设计，促进学生自主学习。

4. 重视信息技术的应用

应重视化学教材信息资源平台的建设，促进化学教材的信息化发展，为各种潜力的学生和教师提供多种多样的学习资源；提倡化学教材示范性地指导运用化学软件处理数据，培养学生运用软件技术学习化学及处理数据的能力。

5. 化学教材的物理形态设计

化学教材应开本恰当，装帧良好，易于保存和阅读；纸质、纸张

颜色具有视觉美感；版面设计清爽美观、疏密得当；文本与图表等搭配符合学生身心健康要求，体现艺术性。

6. 化学教材的辅助材料

化学教材的编写应重视教师用书和学生自主学习材料的编写。教师用书应对教学目标进行阐述，提示教学的重点和预期的教学效果，解析疑难问题，对学生的学习活动特别是探究性实验和参观、调查活动的组织提出针对性的建议。学生自主学习材料应满足不同层次学生学习的需要，应有助于学生课外自主学习。

（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，全面落实学业质量标准。

1. 加强化学课程实施规划

依据普通高中课程方案精神，认真做好学期、学年乃至整个高中学段化学课程实施规划。应通过组织教师参与多种形式的教师培训，加强学习、交流与研讨，帮助教师深入理解本课程标准所确立的课程性质与基本理念、学科核心素养与课程目标、课程结构、课程内容、学业质量和实施建议，努力提高全体化学教师实施课程标准的能力；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，开好选修课程，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，形成良好的化学学科核心素养。在课程实施规划中，还应注重加强对学生选课指导和未来发展规划的教育，帮助学生了解不同工作岗位的工作内涵和发展前景，为学生未

来升学、就业奠定基础。

2. 加强选修课程建设

选修课程由学校根据实际情况统筹规划开设，学生自主选择修习。其中，一部分是国家在必修和选择性必修的基础上设计的拓展、提高类课程，这部分课程采用系列的模式，以提高课程的兼容性和灵活性，有利于学生的自主选修和学校的自主开设；另一部分是学校根据学生多样化的需求，当地社会、经济、文化发展的需要，以及学校办学特色等设计的校本课程。

学校应加强选修课程的建设，开设丰富多样的选修课程，为学生提供选择性，使普通高中课程方案落到实处。学校应认真领会课程标准中选修课程三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体系，创造性地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，设计体现学校和区域特色的化学校本课程。建议学校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。此外，应注重加强校际交流与合作，促进学校在选修课程建设方面的成功经验的“流动”，通过“共建”“共享”促进选修课程的建设与发展。

3. 加强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。应按照相关要求配齐实验员，注重提高实验员素质；制订完善的实验室工作制度和安全守则，建立科学的实验室运行机制；配置必需的化学实验设备、仪器、药品和基础设施，保证所有化学实验和实验探究活动安全、顺利进行。

有条件的地方和学校应逐步引进一些现代化仪器设备，并向学生或学生课外兴趣小组开放，在教师或实验员指导下开展实验探究活动。

应重视化学学科专用教室建设，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。

4. 加强化学教研（备课）组建设

化学教研（备课）组是全面落实本课程标准、引领教师专业成长的教学研究组织。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、分享与创新的教研文化，形成本校化学课程建设和教学研究的特色；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。

5. 加强校内校外化学教学资源开发与利用

充分认识“教学资源的开发与利用”是地方、学校、教师课程能力建设的重要抓手，建议特别注重以下内容。

（1）文本资源

应在学校图书馆中配备课程标准及解读、不同版本的教材、教师用书、化学教育教学类期刊，配备一些适合高中学生阅读、内容丰富，与科学、技术、社会、环境紧密联系的化学课外读物；鼓励教师根据化学教育教学的需求，积极开发各类引导学生自主学习（包括开展课外活动）、指导教师有效教学的文本资源。

（2）信息技术资源

应鼓励教师运用信息技术提高课堂教学效率和质量，强化信息技术与化学教学的深度融合，促进教师教学方式和学生学习方式的变化；为教师提供交互式多媒体教学设备、常用办公软件、多媒体制作软件和即时通信软件等工具，关注移动智能网络终端、大数据分析技术和虚拟现实技术为代表的个性化学习与评价系统的发展，并适时引入到化学教学中。

普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

应鼓励并支持教研组依托校园网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。

（3）生成性资源

教师教学和学生学习的实践是重要的教学资源，教研（备课）组应针对教师教学中的实际问题 and 学生学习中的疑难问题开展研究，形成有特色的教学素材、案例和课件供全体教师分享，在分享中完善，不断提高质量和水平。

（4）自然与生活环境资源

应鼓励教师将自然与生活环境中的化学资源引入教学，丰富教学情境，让学生切身感受化学与自然环境、生活环境的密切联系，以及学习化学的意义，培养学生的环保意识，激励学生积极参与生态文明建设活动，为建设美丽家园贡献力量。

（5）社会教育资源

应加强与高等院校、科研院所、相关企业的联系，建立稳定、可持续的交往渠道与互动方式，建设一批课外学习基地，共同开发有特色的化学校本课程，积极探索全社会合作育人的途径和机制。

附录

附录1 化学学科核心素养的水平划分

素养水平	素养 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	素养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	素养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上收集证据，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，并运用于理论模型解释或推测物质的组成、结构、性质与变化。
水平3	能从定性定量结合上收集证据，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	素养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	素养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	素养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	素养5 科学态度与社会责任
水平3	具有理论联系实际的观念，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

“素养为本”的教学设计案例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、教学与评价目标

1. 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。

2. 评价目标

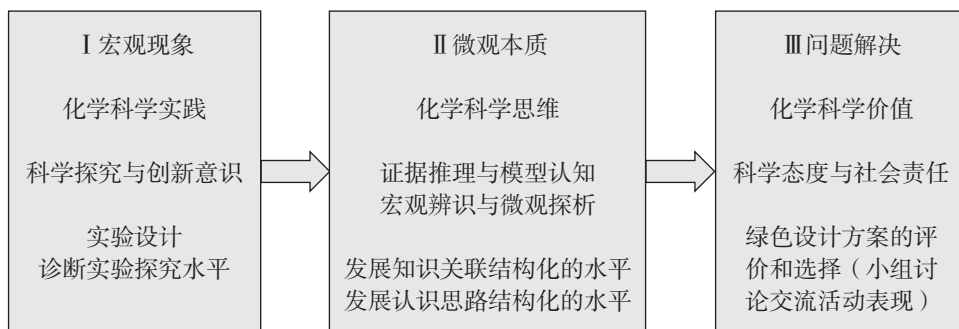
（1）通过对食品脱氧剂作用的探究实验设计方案的交流和点评，诊断并发展学生实验探究的水平（定性水平、定量水平）。

（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）。

二、教学与评价思路



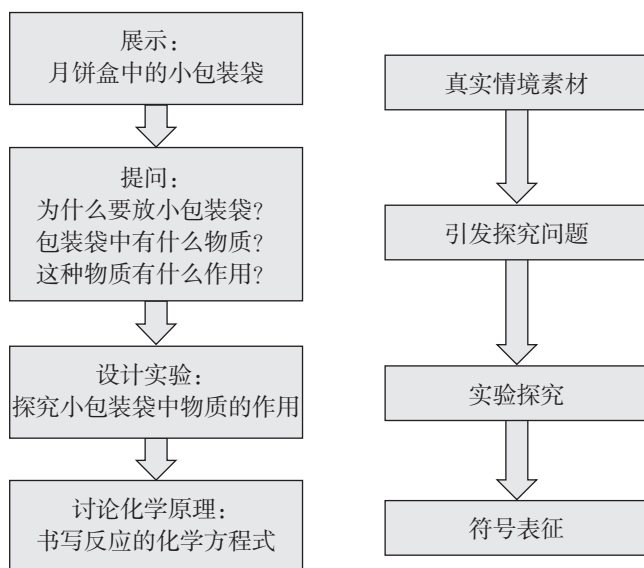
“氧化还原反应”教学与评价思路示意图

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。

【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）。

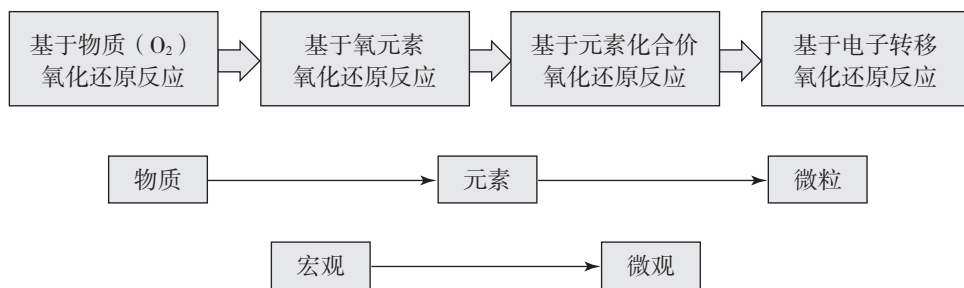


学习任务1教学流程图

2. 微观本质

【学习任务2】揭示氧化还原反应的本质。

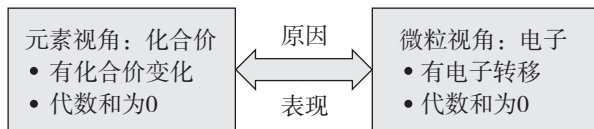
【评价任务2】诊断并发展学生对氧化还原反应本质的认识进阶（物质水平、元素水平、微粒水平）。



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。

【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。

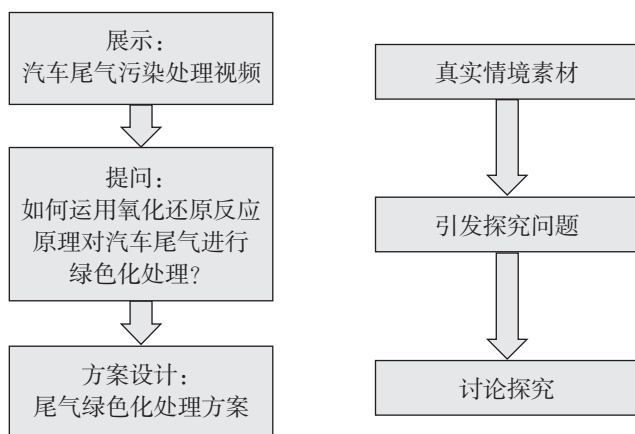


学习任务3教学流程图

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。

【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）。



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“素养为本”的教学

学习任务是连接核心知识与具体知识点的桥梁和纽带，是实现知识结构化的重要环节。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STSE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目标、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，对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给予准确的把握，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。

“素养为本”的教学设计案例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主要内容。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、教学与评价目标

1. 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。

2. 评价目标

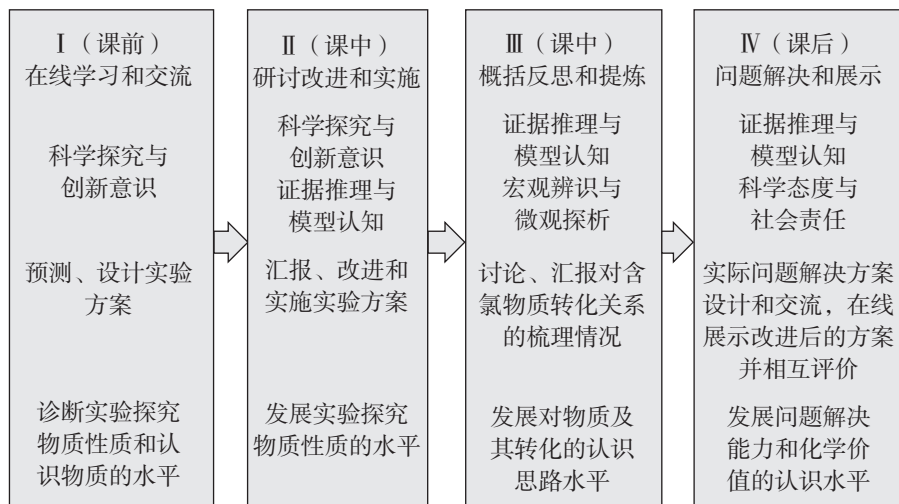
（1）通过对学生在线学习与交流的信息数据分析，诊断学生实验探究物质性质的水平（基于经验水平、基于概念原理水平）和认识物质的水平（孤立水平、系统水平）。

（2）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）。

二、教学与评价思路

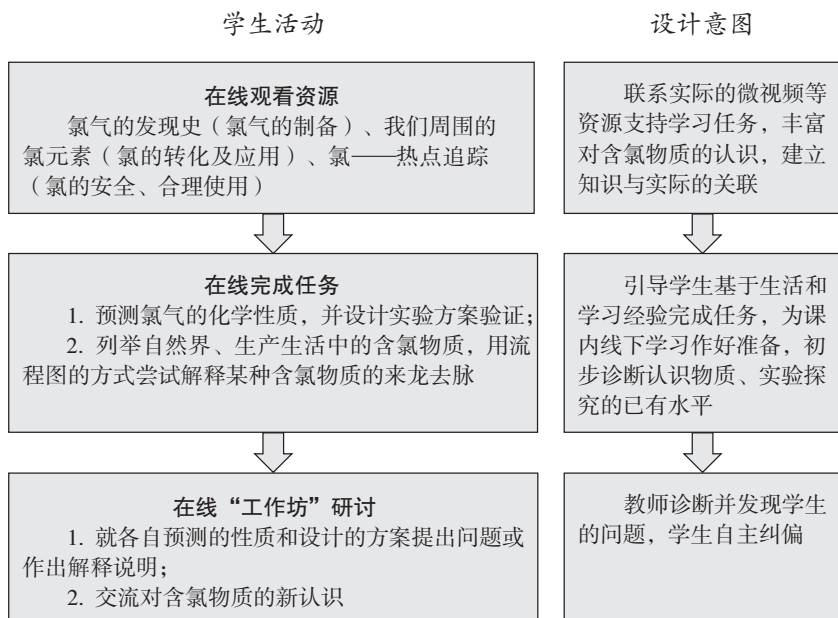


“氯及其化合物”教学与评价思路示意图

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。



学习任务1教学流程图

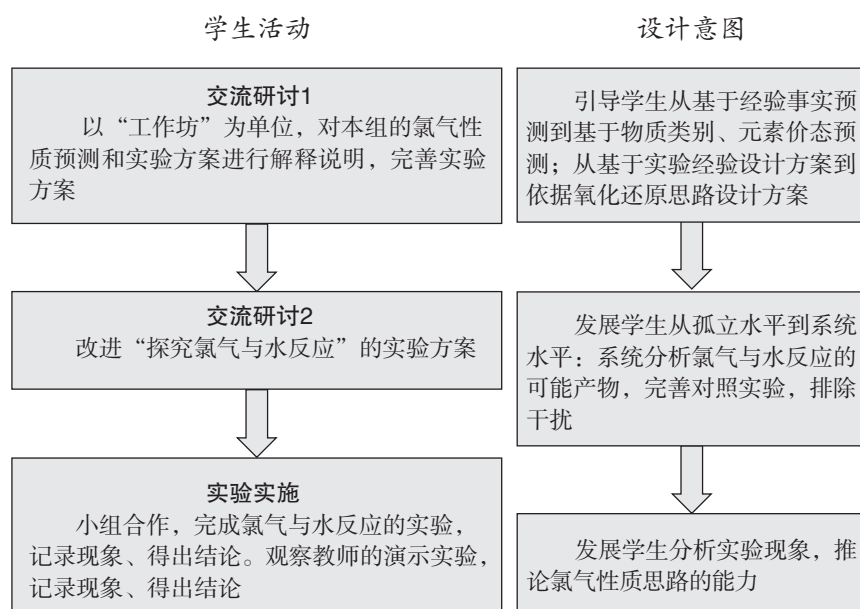
普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）

【评价任务1】诊断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。

【评价任务2】发展学生探究物质性质的能力水平（基于经验水平、基于概念原理水平、系统设计水平）。

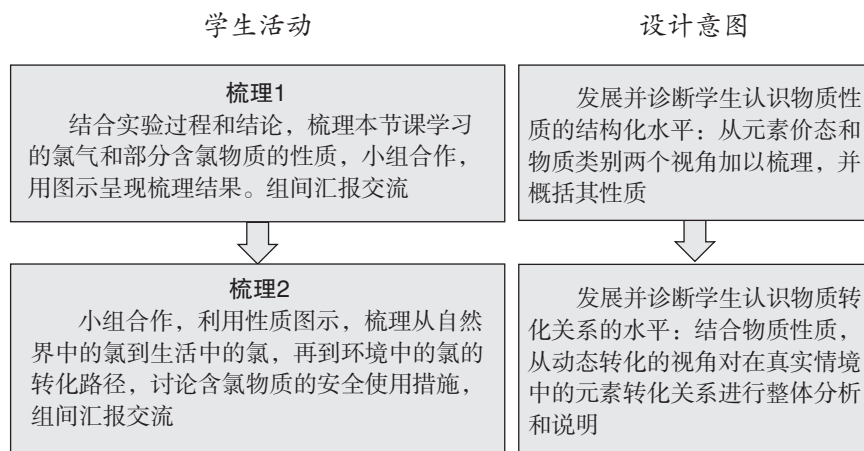


学习任务2 教学流程图

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。

【评价任务3】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）。

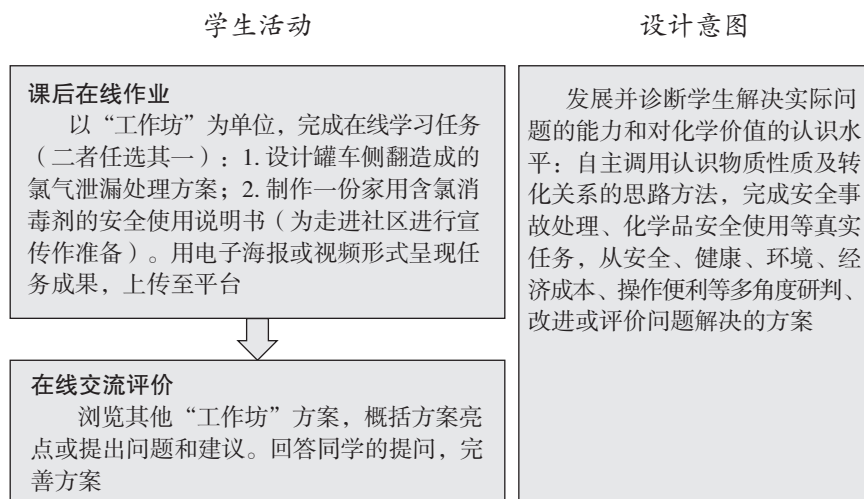


学习任务3 教学流程图

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交流，在线展示改进后的方案并相互评价。

【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）。



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。

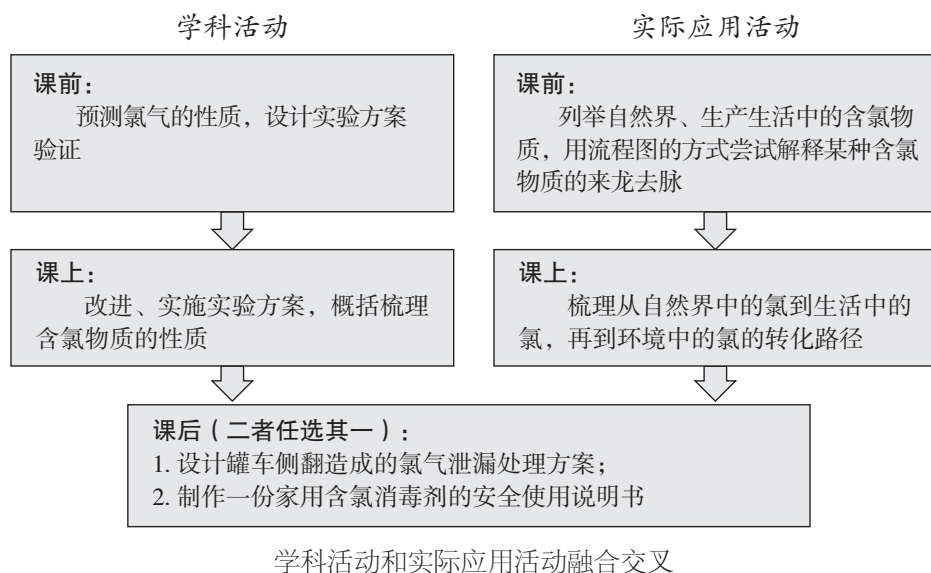
1. 线上线下结合，突破学习场域

本节课采用线上和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做好准备，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，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，有助于实现学生的深度学习。



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	15
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	22
9. 乙醇、乙酸的主要性质	22
 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	40
7. 乙酸乙酯的制备与性质	48
8. 有机化合物中常见官能团的检验	49
9. 糖类的性质	51