



核心素养视角下高中化学教材中诺贝尔奖资源的比较研究

张健莹 谭宏亮

(江西师范大学化学化工学院 江西 南昌 330022)

摘要: 诺贝尔奖的发展推动化学学科发展。对比新旧人教版高中化学必修教材中有关诺贝尔奖资源的内容,得出新教材中引入的诺贝尔奖资源数量、种类增多的特征和承载的学科核心素养。新教材充分利用诺贝尔奖资源,旨在培养学生的化学学科核心素养和学科能力。本文着重分析了2019年三版高中化学必修和选择性必修新教材中有关诺贝尔奖资源的分布特征、呈现方式及蕴含的学科能力,并提出了教学建议。

关键词: 诺贝尔奖资源;三版教材;核心素养;教材分析

文章编号:1008-0546(2023)08-0079-06

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2023.08.017

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。在其指导下,2019年人民教育出版社(简称“人教版”)^[1]、山东科技出版社(简称“鲁教版”)^[2]、江苏凤凰教育出版社(简称“苏教版”)^[3]的三版《普通高中教科书(化学)》教材均呈现了具有化学学科核心素养发展价值的知识内容和学习素材。在研读时,我们发现这三版新教材以不同程度、不同方式引入了诺贝尔奖资源,具备科学性、丰富性与可读性的特征。将诺贝尔奖资源引入教材,旨在强化学科知识,提升学科视野,突出前沿研究的科学方法,有助于学科观念建构,^[4]促进能力素养的落实。

本文选取2003年人教版《普通高中课程标准实验教科书(化学)》2本必修教材(以下简称“旧人教版”),^[5]2019年三版必修和选择性必修15本新教材,对教科书中有关诺贝尔奖资源进行统计梳理和对比分析,深入探索化学学科的独特魅力。

一、新旧人教版必修教材中诺贝尔奖资源的对比分析

1. 数量特征

我们对旧人教版化学必修《化学1》、《化学2》与2019年人教版必修第一册、必修第二册教材中有关诺贝尔奖资源数量特征进行统计,详见图1所示。

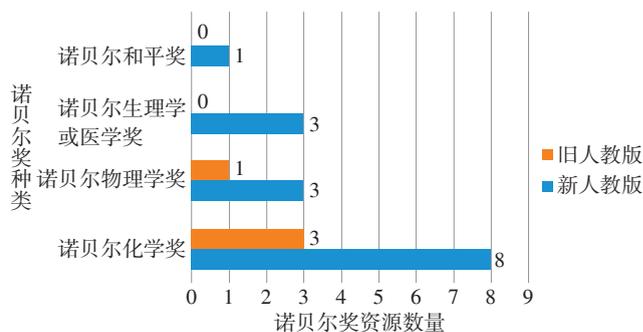


图1 人教版新旧必修教材中诺贝尔奖资源的统计

从图1可以看出,新教材中有关诺贝尔奖资源引入的数量明显增多。其中旧人教版必修教材共引入4处诺贝尔奖资源,新教材必修教材共引入15处诺贝尔奖资源。两版教材均在第一章正文介绍了诺贝尔化学奖中¹⁴C同位素测定文物年代的应用和诺贝尔物理学奖得主的范德华及范德华力。在第四章正文提及诺贝尔化学奖得主哈伯实验室合成氨和博施工业合成氨的成就。

同时,对比两版教材,新教材中有关诺贝尔奖资源引入的种类明显增多。新教材必修部分不仅增加了诺贝尔化学奖、诺贝尔物理学奖资源的引入数量,而且新添了诺贝尔生理学或医学奖和诺贝尔和平奖的相关资源,学科内与学科间相互整合,素材资源结构更加丰富。新教材必修部分的内容我们进行了整理,具体见表1。



表1 新人教版必修教材中诺贝尔奖资源统计

教材	章节标题	栏目名称	内容	对应诺贝尔奖时间	关联知识
必修第一册	第一章第二节 离子反应	方法导引	阿伦尼乌斯电离模型	1903年诺贝尔化学奖	离子反应
	第四章第一节 原子结构与元素 周期表	科学史化	汤姆孙原子模型	1906年诺贝尔物理学奖	原子结构模型的演变
			卢瑟福原子模型	1908年诺贝尔化学奖	
			波尔原子模型	1922年诺贝尔物理学奖	
	第四章第三节 化学键	化学与职业	W.F.Libby 发现 ^{14}C 同位素断代法	1960年诺贝尔化学奖	核素
科学史化		维尔纳制成现代形式元素周期表	1913年诺贝尔化学奖	元素周期表的发现	
必修第二册	第五章第二节 氮及其化合物	科学史化	哈伯实验室合成氨 博施工业合成氨	1918年诺贝尔化学奖 1931年诺贝尔化学奖	合成氨
	第五章第三节 无机非金属材料	正文	富勒烯	1996年诺贝尔化学奖	碳纳米材料
	第七章第一节 认识有机化合物	资料卡片 注释	鲍林化学键理论和物质结构研究	1954年诺贝尔化学奖、1962年诺贝尔和平奖	有机化合物中碳原子的成键特点
	第八章第二节 化学品的合理使用	科学技术社会	DDT的功与过	1948年诺贝尔生理学或医学奖	化肥农药的合理使用
			屠呦呦发现青蒿素及合成药物	2015年诺贝尔生理学或医学奖	化学与药物设计合成
		正文	阿司匹林消炎药及反应机理	1982年诺贝尔生理学或医学奖	合理用药

2. 素养指向

从表1可知,4种诺贝尔奖均在必修新教材中体现,突出教材与时俱进,与学科前沿紧密结合,化学学科多角度发展的特点。新教材中诺贝尔奖资源的不断更新,不仅是化学学科核心素养融入化学课堂的创新转变,而且是落实STEM理念的一个重要途径。

(1)借助诺贝尔奖研究成果,指向“变化观念与平衡思想”的核心素养。人教版新旧教材必修部分,通过诺贝尔奖得主对影响化学反应限度因素的研究与生产实际条件的选择,突破以氮气和氢气为原料从实验室到工业化合合成氨的技术难关,解决人类饥饿问题,让学生初步体会化学平衡的学科思想。

(2)与新课标的要求相呼应,指向“证据推理与模型认知”的核心素养。新人教版必修第一册,增添了诺贝尔化学奖得主阿伦尼乌斯的电离模型。教材首次提出“模型”的概念,运用模型描述、预测和解释问题的方法研究物质,注重电离模型的建构。新教材在学生认识物质结构的伊始,呈现了汤姆孙、卢瑟福、波尔原子结构模型的演变和发展。必修第二册增添了

青蒿素的提取、分离、结构测定的科学史料,突出物质“组成-结构-性质-用途”的关系。通过诺贝尔奖得主提出的原子结构模型、有机物的研究方法及人物的介绍,促进学生的思维联想,增强学科知识与学科发展的理解。

(3)诺贝尔奖是对科学最高荣誉的表彰,指向“科学探究与创新意识”的核心素养。多数诺贝尔奖获得者毕生致力于特定领域进行研究,彰显了科学家们不懈奋斗,勤于进取的科学精神。基本原理的独创性与创新性的研究为人类揭开了新世界的大门。热爱祖国是立身之本、成才之基。基础教育是国家创新型人才培养的根本,除了化学学科独特的化学用语学习工具,诺贝尔奖资源也是不断发展的教学资源,揭示课程内涵的创新发展,提高学生的创新意识和热爱祖国的人文素养。

(4)诺贝尔奖资源来源于社会热点情境,指向“科学态度与社会责任”的核心素养。必修部分在认识有机化合物章节,通过资料卡片和注释,介绍了诺贝尔化学奖和和平奖得主鲍林的研究贡献。真正的教育



给人的不仅仅是知识,知识目标的达成伴随着其他方面的发展。诺贝尔奖资源是作为情意类素材发挥其价值,学生在学习的过程中耳濡目染、潜移默化、多学科协同运作,从而建立起正确的世界观、人生观。新教材中增添了与诺贝尔生理学奖或医学奖研究领域的成果,包括 DDT 对人类社会的贡献以及过度使用带来的生态危害,有效治疗疟疾的青蒿素的发现与药物的合成,阿司匹林止痛消炎药的出现,在人类生命医学上都留下浓墨重彩的一笔。诺贝尔奖资源的引入不仅增强学生对 STEM 理念的理解,而且能感受化学的实用性和价值。

二、三版必修和选择性必修教材中诺贝尔奖资源的对比分析

新教材中引入诺贝尔奖资源是其一大特色。为更好地帮助大家了解诺贝尔奖资源在新教材中的分布情况,理解诺贝尔奖资源在教学过程中应用的可能性,我们选取了 2019 年三版必修和选择性必修共 15 本教材中出现的有关内容,进行了整理与分析。

1. 分布特征

首先,对三版必修和选择性必修新教材中出现的有关诺贝尔奖资源进行了统计,详见图 2。

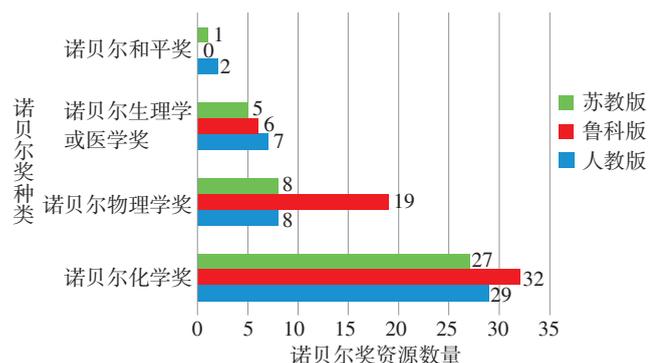


图 2 三版教材引入诺贝尔资源的统计

从图 2 可知,三版必修和选择性必修教材共计 15 本,144 处引入诺贝尔奖相关资源,与诺贝尔本人有关资源为 2 处,共计 146 处。诺贝尔化学奖的内容 88 处,占总数的 60.27%。其中人教版新教材引入诺贝尔奖资源 46 处,诺贝尔化学奖占总数的 63.04%;鲁科版新教材引入诺贝尔奖资源 57 处,诺贝尔化学奖占总数的 56.14%;苏教版新教材引入诺贝尔化学奖 27 处,占总

数的 62.79%。可见,三版教材均突出以化学为本的学科特点。

表 2 人教版 5 本教材诺贝尔奖资源的数量统计

教材	诺贝尔化学奖	诺贝尔物理学奖	诺贝尔生理学或医学奖	诺贝尔和平奖	总计
必修第一册	4	3	0	0	7
必修第二册	4	0	3	1	8
选择性必修 1 化学反应原理	4	0	0	0	4
选择性必修 2 物质结构与性质	6	5	1	1	13
选择性必修 3 有机化学基础	11	0	3	0	14
总计	29	8	7	2	46

表 3 鲁科版 5 本教材诺贝尔奖资源的数量统计

教材	诺贝尔化学奖	诺贝尔物理学奖	诺贝尔生理学或医学奖	诺贝尔和平奖	总计
必修第一册	2	0	3	0	5
必修第二册	2	2	1	0	5
选择性必修 1 化学反应原理	4	0	0	0	4
选择性必修 2 物质结构与性质	7	17	1	0	25
选择性必修 3 有机化学基础	17	0	1	0	18
总计	32	19	6	0	57

表 4 苏教版 5 本教材诺贝尔奖资源的数量统计

教材	诺贝尔化学奖	诺贝尔物理学奖	诺贝尔生理学或医学奖	诺贝尔和平奖	总计
必修第一册	4	4	2	0	10
必修第二册	2	0	1	0	3
选择性必修 1 化学反应原理	2	0	0	0	2
选择性必修 2 物质结构与性质	10	4	0	1	15
选择性必修 3 有机化学基础	9	0	2	0	11
总计	27	8	5	1	41+2

注:“41+2”表示 41 处诺贝尔奖资源和 2 处诺贝尔本人相关资源。

其次,通过观察表 2、3、4,三版新教材在《物质结构与性质》和《有机化学基础》中均设置较多的诺贝尔奖资源。纵观诺贝尔奖颁奖领域,目前研究热点也是在有机化学、生物化学、医学等交叉领域迅猛发展。



(1) 在新课标的指引下,新教材与学科前沿发展的成果渗透、资源融合,遵循科学性、适量性和适当性。整体比较分析,三版教材必修部分出现的诺贝尔奖资源数量相对适中。学习动机就像化学催化剂,必修阶段的内容,关乎高考选考化学的学生数量,以及生源的质量,同时也关乎未来化学学科的走向和发展,不应过于繁杂。教材借助诺贝尔奖领域的成就,激发学生学习化学的动机,激励学生想学化学、愿意选学化学。选择性必修部分的教材,借助诺贝尔奖领域的成就,帮助学生认识化学内容和研究方法,以及开展化学教学活动的意义,激发学生深入研究化学的雄心。通过学习广博深厚的知识,提升学生的化学学科核心素养水平。

(2) 三版新教材中引入的诺贝尔奖资源与其发展具有一致性。三版教材版本不同,但知识体系基本一致。原子模型、富勒烯、合成氨、飞秒化学、青蒿素、范德华力、手性催化剂、阿司匹林等重要内容均在三版新教材中出现。化学学科如同历史学科,有自己的发展时间主线。一百多年来诺贝尔奖的表彰,见证了化学学科发展的方向和脉络。立足于课程改革的方向,不变的是理论,改变的是新添的血液。中学化学核心知识与诺贝尔奖发展密不可分,教材的不断更新顺应着学科多元化发展和时代需求。例如,三版《物质结构与性质》有关晶体章节,从伦琴发现X射线,多位科学家利用X射线衍射技术发现晶体、分析物质结构、到谢赫特曼发现准晶体,蕴含着人类对晶体认识的时间线和研究历程。《化学反应原理》的第二章化学反应速率中均引入了1999年的诺贝尔化学奖的成果——飞秒化学在化学反应方面取得的开拓性进展,启发我们做科学研究时,不仅技术设备要先进,同时需要长期积累和不断创新,培养学生的探究与创新意识。

(3) 不同版本的教材,诺贝尔奖资源的引入各有所侧重。与有机化学领域相关的诺贝尔奖资源大多出现在《有机化学基础》中,与物质结构测定有关的诺贝尔奖资源多数呈现在《物质结构与性质》中,增加高考选学化学学生的学习深度与广度。以鲁科版新教

材为例,在有机物合成章节中展示了20世纪来化学家有机研究领域获得的诺贝尔奖成就,以时间为主线,帮助学生清晰明了地认识有机化学发展方向。诺贝尔奖的表彰推动着有机化学的发展,更开拓了化学在医药卫生、生物大分子等研究新领域。

(4) 教材内容体现了学科发展的基础、时代特征和人文精神。诺贝尔奖资源是社会热点内容,基础教育引入诺贝尔奖资源是学科发展的特色,是时代发展的特殊产物。三版新教材多次引入屠呦呦发现青蒿素、奎宁的全合成;胰岛素的测定与表征;不对称合成、逆合成分析法合成药物;放射性治疗、同位素示踪法应用于现代医学诊断疾病,以保障人类健康;导电聚合物的发现、锂电池的发展,环境保护等诺贝尔奖资源。学生可以通过阅读有关诺贝尔奖得主的故事,加深对学科发展的理解,增强科学体验,加深理解化学学科的思维和方法,感受化学家的探索与热爱。

2. 呈现方式

表5 三版教材中诺贝尔奖资源呈现方式

教材	成果简介	人物介绍	故事介绍	实验探究	习题	总计
人教版	30	5	8	2	1	46
鲁科版	33	7	13	2	2	57
苏教版	16	8	9	0	10	43
总计	79	20	30	4	13	146

从表5可知,新教材中诺贝尔奖资源主要以成果简介、人物介绍、故事介绍、实验探究及习题形式呈现,仍然是围绕化学学科的核心概念或原理展开,在学科背景支持下开展学习活动。^[6]

三版新教材中的诺贝尔奖资源多数以成果简介的形式出现,占总数的54.11%。教材的文本知识仅是学习资源的一部分。教材是教学内容的源泉和主宰,是资源链接,引发学习兴趣的内容可以深度挖掘,搜集相关资料进行深度学习。

新教材多处出现诺贝尔奖得主的个人简介和科学研究内容,以故事、彩图的形式呈现,增强阅读趣味性。在苏教版《有机化学基础》中首次讲述了诺贝尔



因硝化甘油,创立了诺贝尔奖,造福人类的故事。多样化形式提高学生学习的趣味性,降低学习难度,增加学科理解,体会科学精神,提高钻研化学的热情和动机。

人教版和鲁科版新教材中有关诺贝尔奖资源的习题数量较少,苏教版新教材中相关习题的数量较多。查阅“物质结构大师”鲍林在化学方面的贡献写读后感。^[7]查阅资料,了解研究有机化学而获得诺贝尔奖的科学家,^[8]并撰写报告。习题的设置能够拉近学生对于基础学科知识和学科前沿的认识距离。同时可以培养学生从题目背景中检索和提取信息的能力,有效检测学生学习效果,落实化学信息素养和化学思维素养,有助于人才培养。

3. 能力指向

基础学科知识的学习旨在培养学生能力。根据王磊等人提出的学科能力三个一级要素,^[9]即学科的学习理解能力、应用实践能力、迁移创新能力,从图3可知,三种能力是一个逐渐发展并不断提升的过程,

可以看作依次升高的三种水平。对应知识到能力到素养的过渡,是知识逐渐发展为学生素养的外在表现。^[10]各栏目引入的诺贝尔奖资源,体现了发展学生不同水平的学科能力。

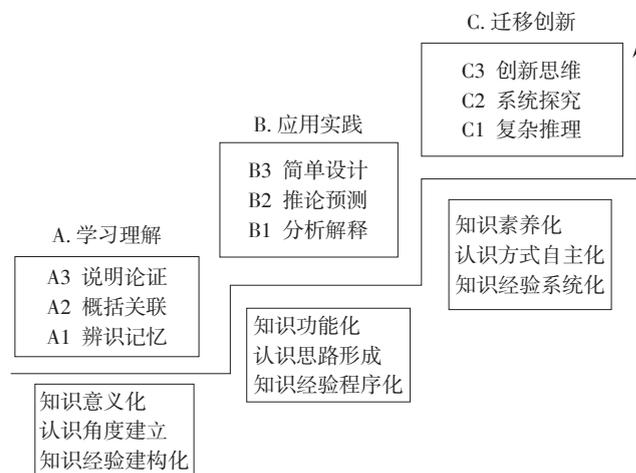


图3 从知识到能力和素养的转化模型

教材栏目的多样化,有助于教师组织多种教学活动,发展学生不同水平的学科能力。结合该模型,我们对三版必修和选择性必修教材中有关诺贝尔奖资源所在栏目进行了统计与分析,详见表6。

表6 三版教材中诺贝尔奖资源所在栏目统计

人教版		学科能力	鲁科版		学科能力	苏教版		学科能力
方法导引	1	A2	拓展视野	13	A2	拓展视野	7	A1
科学史化	11	A2	化学与技术	6	A2	科学史化	8	A2
化学与职业	1	A1	交流·研讨	1	B1	交流讨论	1	B1
科学技术社会	9	B2	学习·理解	1	A2	理解应用	5	B1
提高与复习	1	B1	应用·实践	1	B3	综合评价	5	B1
正文	8	A3	正文	8	A3	正文	16	A3
注释	7	A3	微项目	1	C3	注释	1	A3
引言	3	A3	追根·寻源	1	C2			
资料卡片	3	A2	资料在线	18	A2			
实验活动	1	C2	联想·质疑	6	B2			
探究	1	C2	活动·探究	1	C2			
总计	46			57			43	

从表6可知,整体上教材中设置的诺贝尔奖资源多数以拓展资料形式呈现,通过阅读、关联和论证,知识就能达到学科的学习理解能力水平。少数处于应用实践和迁移创新的较高能力水平,达到联系实际、学以致用目的。实际教学时往往会忽略此类知识,教师需要将教材栏目与教学相融合。例如,在学习了

¹⁴C 同位素测定文物年代的应用后,通过化学与职业栏目向学生介绍考古学职业,将学科知识联系到个人职业选择与未来理想,产生良好教学效果。了解青蒿素的发现与药物研制后,在微项目、活动探究等栏目设计实验,组织开展利用X射线分析技术测定青蒿素结构以及药物合成等活动。通过多样化的学习方式,将



学科知识转化为实际应用,帮助学生体会教材栏目中的资源利用与活动开发,提高学生的应用实践与迁移创新能力。

三、教学建议

1. 创设教学情境,落实核心素养

一方面,根据不同阶段的学习内容,新课标建议使用诺贝尔奖资源作为教学情景素材,^[1]新教材也呈现了相关资源。另一方面,诺贝尔奖资源是提升素养的通道,学生能力素养发展的导向。教师可以借助诺贝尔奖资源,建立学科核心知识与素养情景实质性联系,创设与学科发展密切联系的真实情景,让“书面化”的学科知识回归“生活化”。将基于真实情景的学习融入化学,从而实现素养内涵与能力表现的整合,帮助学生实现从知识能力到素养发展的进阶。

2. 创设优质试题,增强学科背景

新课标倡导多元化的评价方式,纸笔测验要体现时代特征,综合创设,提高学生的化学信息素养和化学思维能力。试题选材来源于教材又高于教材。新课标中关于学业水平考试命题建议部分呈现了有关诺贝尔生理学或医学奖青蒿素为背景的典型试题,旨在发展学生“宏观辨识与微观探析”的核心素养。^[1]第35届中国化学奥林匹克竞赛决赛试题中涉及不少诺贝尔奖资源。决赛(1)第四题以2008年诺贝尔化学奖——绿色荧光蛋白的研究为背景。题目考察了荧光蛋白发色团的结构简式,以及荧光蛋白改进后颜色变化的原因,并从电荷的角度探讨了荧光蛋白的氨基酸序列。此类题目切入点是考察有机化学基础的内容。决赛(1)第五题以2016年诺贝尔化学奖——分子机器的研究为背景,涉及到复杂功能的组合分子的分子结构、工作机理和如何发挥特殊功能,实则考察物质结构与有机化学相关知识。还有与C₆₀,氟氯碳化物等有关诺贝尔奖的试题背景,使学生“由景生情”,在深度解决问题时,感受化学在社会、环境、人类生活中的作用和价值。

3. 开展学习活动,增强情感体验

教材中不同的诺贝尔奖资源穿插在各类知识之间,是化学学科的“灵魂”,是学生情意发展的“催化

剂”。教师应积极开展相关活动,帮助学生获得科学态度和科学精神以及爱国主义等情感体验,形成科学的价值观、物质观。将思想落实在不同阶段的学习目标中,应强调学习者的全身心投入、鼓励学习者深入探究。例如,鲁科版新教材中的微项目——青蒿素的结构测定实验,要求学生参与实验设计与实施、获得结论的全过程,经历类似于科学家探究知识的过程,体验科研的魅力。感受化学对人类社会的的作用,从而孕育出化学学科独特的科学情感态度与价值观。教师可以利用混合式教学开展化学问答竞赛,探索有关锂电池发展史的活动课程;在班级图书角中设计诺贝尔奖专栏,为学生提供最新的图书和期刊文章,拓宽视野。诺贝尔奖资源也可作为校本课程加以开发,使学生的基础知识和基本技能得到培养。同时借助诺贝尔奖的发展,启发学生不要迷信权威,对于科学要脚踏实地,不断探索,树立辩证唯物主义的世界观。

4. 更新教学资源,推进课程实施

不断学习,与时俱进。教材中诺贝尔奖资源的引入具有相对性,不存在绝对性。教材编写者提供的素材有限,教师应当持续关注化学热点,不断挖掘和扩充教学资源。开展教学活动前,教师可将三版新教材进行对比研究,了解有关诺贝尔奖资源在教材中存在和分布的形式,与教学内容交叉融合。阅读有关学科前沿的高质量论文、著作,建立素材链接,形成丰富的资源网络,增进知识的理解和灵活应用能力。例如,在学习甲烷时,鲁科版和苏教版新教材中均未体现范霍夫提出的正四面体假说,教师可以引用人教版的资源进行教学。介绍NO时除了告知学生它是作为大气污染物出现,同时也让学生知道它还是“信号分子”。讲解化学反应历程“活化能”这节抽象内容时,可介绍1956年诺贝尔化学奖授予的反应机理和链式反应的研究,一定程度上引起学生的无意识注意,增强情感体验。既拓宽知识的深度和广度,又增强学生对复杂知识的理解。教师是促进学

(下转第89页)

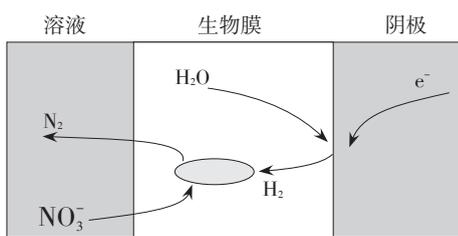
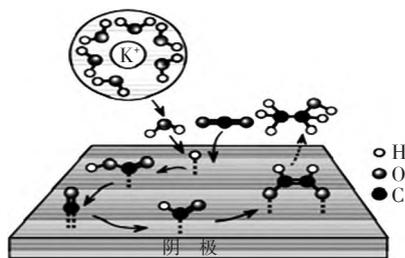


图13 电极生物膜法原理

还原反应生成无污染的 N_2 , 有效去除水体中的 NO_3^- 。该反应机理表征为: H_2O 在阴极得电子生成 H_2 , $2H_2O + 2e^- = H_2 \uparrow + 2OH^-$, H_2 与 NO_3^- 在生物膜中发生脱硝反应, $2NO_3^- + 5H_2 = N_2 \uparrow + 2OH^- + 2H_2O$ 。

案例 10. 以 KOH 溶液为电解质溶液, CO_2 在阴极(铜板)转化为 C_2H_5OH 的机理如图 14 所示。(○表示氢原子吸附在电极表面, 也可用 *H 表示, 其他物种依此类推; 部分物种未画出)。

图14 CO_2 转化为 C_2H_5OH 的机理

乙醇广泛用于生活和生产中, 并且需求量大, 寻

求制备乙醇的新方法成为当今科技研究的热点之一。该反应研究的是以 CO_2 为原料, 以 KOH 溶液为电解质溶液, 在阴极上生成 C_2H_5OH 的机理。依据图 14 和“机理表征模型”可知该反应机理: 反应物为 H_2O 和 CO_2 , 场所在阴极, 介质为 KOH 溶液, 首先是溶液中的 H_2O 在阴极表面得到电子生成 *H , *H 与 CO_2 反应生成 *COOH , *COOH 与 *H 反应生成 *CO 和 H_2O , *CO 与 *H 反应生成 *CHO , *CHO 又结合生成 $^*OHC-CH^*O$, 最后再与 *CO 、 *H 结合生成 C_2H_5OH 和 CO_2 。阴极使用含 F^- 的铜板可加快 *CO 生成 *CHO 的速率, 其原因可能是含 F^- 的铜板中的 F^- 与水合钾离子通过库伦作用(或氢键)促进 H_2O 在阴极表面得到电子生成 *H 。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 王晶, 郑长龙主编. 普通高中教科书(选择性必修1 化学反应原理)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2021.
- [3] 罗渝然, 俞书勤, 张祖德, 姚天扬等. 再谈什么是活化能[J]. 大学化学, 2010, 25(3): 35~36.
- [4] 傅献彩, 沈文霞, 姚天扬, 侯文华. 物理化学(第五版)(下册)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [5] 宋心琦. 普通高中课程标准实验教科书(化学)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2004.
- [6] 闫枫, 孙锡凤. 化学课程能力培养初探[J]. 化学教育(中英文), 2006(12): 35.
- [7] 王祖浩主编. 普通高中教科书(化学选择性必修2)[M]. 南京: 江苏凤凰教育出版社, 2021.
- [8] 王祖浩主编. 普通高中教科书(化学选择性必修3)[M]. 南京: 江苏凤凰教育出版社, 2021.
- [9] 王磊. 学科能力构成及其表现研究——基于学习理解、应用实践与迁移创新导向的多维整合模型[J]. 教育研究, 2016(9): 83~92.
- [10] 孙瑜, 程萍. 基于学科能力视角的江苏高考化学试题研究[J]. 化学教育(中英文), 2021, 42(15): 15~20.
- [11] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.

(上接第 84 页)

生全面发展的催化剂, 可结合“翻转课堂”、混合式教学、项目式教学等多样化的教学形式, 融合学科前沿, 创新教学设计与课程实施。利用“教、学、评”一体化评价模式撬动学生深度学习, 推进学生的综合能力与素养发展。

参考文献

- [1] 王晶, 郑长龙等. 普通高中教科书(化学)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.
- [2] 王磊, 陈光巨等. 普通高中教科书(化学)[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2019.
- [3] 王祖浩主编. 普通高中教科书(化学)[M]. 南京: 江苏凤凰教育出版社, 2020.
- [4] 陈凯. 促进化学教师专业发展的化学前沿资源例析[J]. 化学教育(中英文), 2018, 39(3): 25~32.