



核心素养视域下深度融合化学史的教学设计*

——以“电解池”为例

王国洪¹ 解慕宗² 王 伟³

(1 深圳市龙岗区横岗高级中学 广东 深圳 518100; 2 华中师范大学龙岗附属中学 广东 深圳 518172;

3 深圳市龙岗区教育科学研究院 广东 深圳 518172)

摘要:以发展学生的核心素养为主旨,在电解池的课堂教学中深度融入化学史。通过化学家的思考探究推动教学的深入,利用微型装置丰富课堂实验,引导学生在认知冲突中自主完成知识的理解与建构,并结合生产生活情境,培养学生的高阶思维能力,促使学科核心素养在课堂教学中落地。

关键词:核心素养;化学史;电解池;微型实验

文章编号:1002-2201(2023)10-0019-04

中图分类号:G632.42

文献标识码:B

《普通高中化学课程标准(2017年版)》^[1]指出: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。化学史作为真实的情境素材,在其孕育、形成、发展以及演变过程中所体现出的逻辑性、曲折性和前进性,正是发展核心素养的养料。通过对学科发展的追根溯源,改变教学过程中知识本位现象,让学生在历史的坐标系中体会化学学科的意义和价值,将学习概念转变为发现概念,将记忆知识转变为探索知识,将好奇心升华为求知欲,从而培育科学精神,促使学科核心素养落地。本文以人教版选择性必修1“电解池”一节为例^[2],探析深度融合化学史的教学对发展学科核心素养的促进作用。

一、深度融合化学史的“五四”模型

化学史与教学的融合并非是史料与知识的简单叠加。以知识为本的化学史教育会给学生造成一种错觉,误认为科学都是按照合乎逻辑的思维前进的。事实上,知识从无到有往往是一个长期积累、曲折前进的过程,这背后是科学家探索自然奥秘的强大求知欲、冲破思想禁锢的非凡勇气,所体现出来的科学方法和科学态度正是教学中最宝贵的财富。美国斯蒂芬·布拉什教授也曾提出:“把历史材料引进科学课程应不仅教给未来的科学家以事实和技能,而

且教给他们正确的态度或一般的方法。”教学过程中若忽略科学发展的艰辛历程,淡化科学思维的矛盾冲突,也就失去了化学史应有的教学功能和素养价值。

将化学史深度融入教学设计应对史料进行“五维度、四层次”的挖掘,“五维度”包括科学史实、灵感思维、探究思维、科学本质以及科学精神;“四层次”包括知识性、曲折性、规律性和思想性。深度融合化学史的“五四模型”指向学生学科核心素养的发展,其具体内容如图1所示。

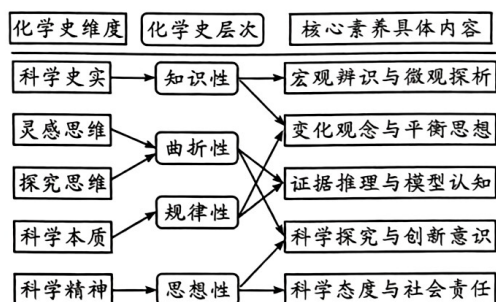


图1 深度融合化学史的“五四”模型

将化学史教育由“走近”历史变为“走进”历史,在真实问题情境中建构思维模型,能为学科核心素养的发展提供有效路径^[3]。首先,化学史最基本的作用是作为故事(科学史实)呈现,让学生在了解史料的过程中产生求知欲,具有知识属性;其次,新知识的提

* 广东省教育科学规划 2021 年度中小学教师教育科研能力提升计划项目“融合 STSE 教育的中学化学校本课程育人实践研究”(课题编号:2021YQJK608)研究成果。

出往往源于特有的历史背景,经历了曲折的探索历程,学习史料有助于理解问题认识的起点(灵感思维)和问题解决的过程(探究思维),具有教学功能;最后,科学家所持有的不同观点均有其合理之处,最终都在思维碰撞、实践探索中不断接近真理,促成了理论的演变和更新(科学本质),而他们在求索真理的过程中所展现出的尊重事实、敢于质疑的思想品质(科学精神)正是学生需要汲取的养分,具有素养价值。因此,深度融合化学史的教学,为学生提供了与先贤对话的机会,能引导其洞悉科学发现的一波三折,体会概念演变的百转千回,感受探寻真理的柳暗花明,为知识向素养的转变提供有效通道。

二、设计思路

“电解池”作为“化学反应与电能”的核心内容之一,主要包括电解原理和电解原理的应用两部分。通过原电池的学习,学生对电化学系统(电极材料、电极反应、电子导体和离子导体等)已有初步的认识。与原电池较为单一的氧化还原反应相比,电解池的电极反应由于微粒得失电子能力的差异而显得更为丰富。为了帮助学生厘清迷思概念,建构思维模型,本节教学内容以化学史料为主线,引导学生回溯化学家的研究历程,体验科学探究的过程,并通过微型实验验证科学家的想法,促使学生转变学习方式,实现知识体系的主动构建。教学设计思路如图2所示。

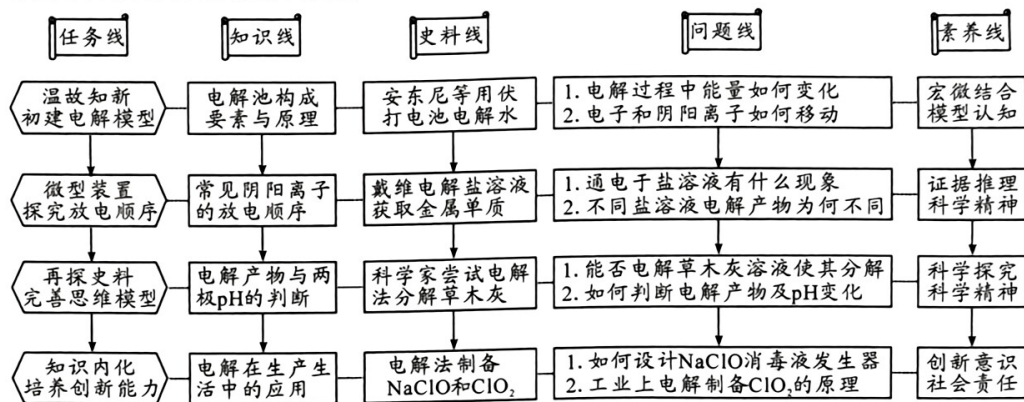


图2 教学设计思路

三、教学过程

1. 任务一:温故知新,初建电解模型

[史料1]1789年,特鲁斯维克首次通过静电装置发电并利用金电极将水电解成气体;1800年,伏特发明伏打电池数周后,尼克森和卡莱尔将其运用于电解水。

[问题1]阅读史料,思考:水在室温下能不能自发分解为氢气和氧气?为什么需要通电才能将水分解?电解水的过程中能量是如何变化的?

[学生]回忆电解水知识,明确电解池的概念。

[问题2]安东尼等人在伏打电池刚问世几周就将其运用于电解水实验,其科研敏感性值得称道。结合电解水实验和原电池知识,思考电解池的构成要素有哪些?

[学生]讨论与总结。

[问题3]电解过程中,电子和阴阳离子是如何移动的?尝试绘制电解水的微观示意图。

[学生]绘图,标注电解过程中微粒的移动方向。

观看电解水的Flash动画,从能量转化、微粒移动、电极反应等角度初步建构认识电解池的一般模型。

设计意图:此环节是对学生已有知识的再建构。从对电解水的宏观认识深入到电解池的微观原理,再到认识电解池问题的一般模型。对化学史料进行了三方面的挖掘:一是更为完整的电解水历史事实;二是从能量角度认识电解是水分解的必要手段;三是化学家的科研敏感性与模仿迁移能力。

2. 任务二:微型装置,探究放电顺序

[史料2]电解水的成功,使得电能广泛运用于化学研究中。不久之后,思维敏捷的英国科学家戴维将研究方向转为电化学,在总结前人经验的基础上,他不禁思考:如果电解盐溶液,会产生什么现象?

[实验探究1]将湿润的淀粉碘化钾试纸贴在微电解装置上方(见图3),两根碳棒固定在6V干电池的正负极,电解浸润有CuCl₂溶液的海绵。

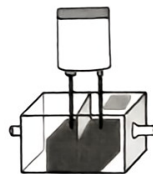


图3 微型电解池装置



[学生]分组实验,汇报实验现象:电解 CuCl_2 溶液,阳极附近产生了使湿润淀粉碘化钾试纸变蓝的气体,阴极碳棒上有红色固体产生,说明电解生成了 Cl_2 和 Cu 。

[问题4]假如你是化学家,结合上述实验,你想利用电解技术做些什么?

[学生]通过电解制备更多的金属单质,为生产生活服务。

[史料3]法国化学家拉瓦锡在其1789年出版的《化学概要》中,预言了苛性碱在将来一定会被分解,并提出将来有望利用新的分解方法发现新物质。后来,戴维受电解水研究的启发,决定采用电解法从盐溶液、固体化合物中提取新的金属单质。

[问题5]英雄所见略同。阅读史料,你发现戴维的想法有问题吗?

[学生]固体化合物不导电,电解固体化合物无法得到金属单质。

[实验探究2]利用微电解装置电解浸润有 NaCl 溶液的海绵。

[学生]分组实验,汇报实验现象:阳极产生了使湿润淀粉碘化钾试纸变蓝的气体,阴极也产生了气体,点燃后能听到爆鸣声,电解过程中并没有钠单质生成。

[问题6]为什么电解 CuCl_2 溶液可以得到铜单质,而电解 NaCl 溶液阴极却无法析出钠单质?填写表1,思考并讨论其原因。

表1 电解实验对比分析

实验探究	电解 H_2O	电解 CuCl_2 溶液	电解 NaCl 溶液
两极	阴极		
产物	阳极		
电解前溶液中的离子			
发生反应的离子			
电极	阴极		
反应	阳极		
结论(放电顺序)			

[问题7]结合微粒的氧化性和还原性,你对阴阳离子的放电顺序有没有新的理解?

[学生]从氧化性、还原性的角度认识阴阳离子的放电顺序,构建放电顺序模型(见图4)。

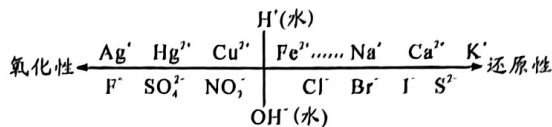


图4 放电顺序模型

设计意图:本环节沿着戴维发现碱金属元素的探究思路,引导学生领悟化学家的思维过程,并对戴维的实验想法进行科学评价,培养学生不迷信权威、敢于质疑的精神。基于电解水和电解 CuCl_2 溶液可以得到单质的实验事实,鼓励学生继续探究可否通过电解 NaCl 溶液得到钠单质,创设认知冲突,引出对放电顺序的讨论。

3. 任务三:再探史料,完善思维模型

[史料4]19世纪初,人们仍然认为从草木灰中提取出来的 K_2CO_3 是一种元素,但戴维不迷信前人的结论,试图通过电解 K_2CO_3 溶液使其分解。

[问题8]戴维的实验能成功吗?根据放电模型预测电解 K_2CO_3 溶液的产物,并设计微电解实验进行验证。

[学生]预测实验结果,设计实验验证猜想。

[实验探究3]利用微电解装置电解浸润有 K_2CO_3 溶液的海绵。

[学生]电解 K_2CO_3 溶液并不能使其分解,电解产物是 H_2 和 O_2 。

[问题9]由实验可知,电解 K_2CO_3 溶液和电解水效果相同。尝试预测并验证电解 CuSO_4 溶液、 MgCl_2 溶液和盐酸的产物,总结出不同电解质溶液的放电规律。

[学生]分析预测,分享结果。在教师的引导下总结规律,得出判断电极产物的思维模型(见图5)。

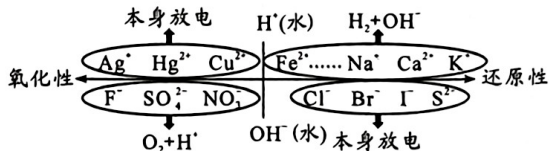


图5 判断电极产物的思维模型

设计意图:本环节是电解池模型在知识层面的迁移应用,设计学习任务时由化学史料引入,进一步发挥史料的育人功能,结合微型实验的设计验证预测,建构思维模型,有效突破电极产物判断这一难点。

4. 任务四:知识内化,培养创新能力

[问题10]电解原理在生活中有诸多妙用。能否设计电解装置制备 NaClO 消毒液?需要何种电解质溶液和电极材料?



[学生甲] NaClO 是由 Cl_2 和 NaOH 溶液反应制备,反应的关键在于电解产生 Cl_2 ,所以溶液中需要有 Cl^- 和 OH^- ,可尝试电解 NaCl 和 NaOH 的混合溶液。

[学生乙]根据电极产物判断模型,可在单一的电解质溶液中实现:直接电解 NaCl 溶液,阳极处 Cl^- 放电生成 Cl_2 ,阴极附近水中的 H^+ 放电,生成 H_2 和 OH^- ,阴阳两极的产物混合即可制备 NaClO 消毒液。

[活动1]设计并改进消毒液发生器,其成品如图6所示。

[问题11]工业生产中往往不希望电解产物之间发生反应,怎样将电解产物分隔开?

[学生甲]通过隔板分开阳极室和阴极室的溶液。

[学生乙]用隔板会导致离子无法迁移,造成内电路的“断路”,需要使用只允许特定种类离子迁移的隔膜。

[活动2] ClO_2 广泛应用于自来水消毒,工业上可通过惰性电极电解 NH_4Cl 和盐酸混合液的方法制备 ClO_2 ,根据图7所示装置分析其电解原理。

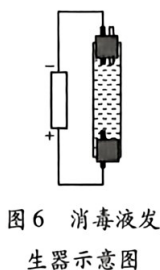


图6 消毒液发生器示意图

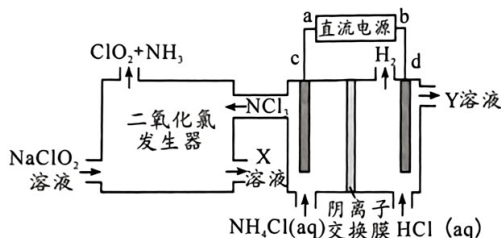


图7 工业制备 ClO_2 示意图

[素材]离子交换膜的种类和作用介绍。

[问题12](1)制备 ClO_2 主要分为两步,其反应方程式分别是什么?

(2)工业生产为了保证电解产物的纯净,采用了什么方法?

(3)标注电解池的电极,书写电极反应式。

(4)X、Y溶液分别是什么?

[学生]分析与讨论。

设计意图:本环节将真实情境贯穿于学习任务中,通过 NaClO 消毒液发生器的设计、工业制备 ClO_2 装置的分析,展现了电解池在生产生活中的应用。在解决实际问题的过程中外显思维、内化知识,培养学生收集、处理、整合信息解决陌生问题的能力,促使学生真切感受到创新并非遥不可及,体验到应用知识的获得感和成就感。

在潜移默化中培养学生的证据意识、创新能力、科学精神和社会责任感,促使学科核心素养的落地。

四、教学反思

1. 以史为线,构建知识体系

化学史承载着化学学科知识的动态发展过程,蕴藏着化学家面对问题时的思维方法与探究方式,具有丰富的素养价值和育人功能^[4]。本节课将安东尼和戴维等人对电解的探索历程深度融入电解原理这一核心知识的教学中,沿着科学家的探索脉络推动教学。以安东尼电解水为学习起点,从学生已有知识出发初步建构电解模型;以戴维的探索为思维转折点,引导学生认识放电顺序;以消毒液的制备为认识升华点,深化对电解模型的理解。通过真实的生产生活情境培养学生解决陌生问题的能力,在对化学史的深度挖掘中,将科学家如何发现问题(灵感思维)和如何解决问题(探究思维)的过程展示给学生,让学生体会到实验探究精彩纷呈、探索知识其乐无穷。

2. 微型实验,创设认知冲突

微型实验可以提升课堂的实效性,让课堂重复化学家的复杂探究过程成为可能,也是学生自主获取知识的重要手段。本节课通过一系列微型电解池实验,帮助学生自主构建并完善放电顺序模型。对电解 CuCl_2 溶液实验进行处理时,并未直接引出放电顺序,而是从电解 H_2O 、电解 CuCl_2 溶液都能得到单质出发,引导学生思考能否电解盐溶液得到碱金属,这与戴维当年的想法不谋而合。该过程遵循科学探究的一般思路,再通过微型实验创设认知冲突,学生能深切感悟到“离子放电有先后之分”。

3. 模型活用,增强创新意识

证据推理与模型认知是科学探究与创新思维的核心,科学探究与创新活动是培养学生证据推理与模型认知素养的驱动力。通过引导学生发明家用 NaClO 消毒液发生器,体会化学知识服务于生产生活的核心价值,真正将“学以致用”落到了实处,看似枯燥的知识点在该过程中幻化成美妙的音符。但创新能力的培养并非一蹴而就,教师在日常教学中应从只关注知识本身发展到注重提高思维水平,有意引导学生将化学知识生活化,从而实现科学思维与科学实践的融合。

深度融入化学史的课堂教学,不能仅仅停留在机械重复化学家的实验过程,更重要的是见证化学家面对问题时的思维方式,体会科学进步背后的探索精神。