

基于手持技术数字化创新实验的促进学生化学学科核心素养发展的教学设计——以《化学反应与电能》为例

李秀彩

广东仲元中学, 中国·广东 广州 511400

摘要: 本文以人教版化学必修第二册(2019年6月第1版)第六章化学反应与能量第一节第二课时《化学反应与电能》为例,利用手持技术数字化创新实验的教学设备,测定了负极和正极附近氯离子的浓度变化,借助灵敏电流计证实了导线中有电子的转移,将抽象的化学知识变得直观“可见”。通过原电池工作模型的构建过程,培养学生模型认知与证据推理、科学探究与证据推理等化学学科核心素养。

关键词: 手持技术; 化学学科核心素养; 化学反应与电能

Teaching Design for Promoting the Development of Students' Core Literacy in Chemistry Based on Digital Innovation Experiments with Handheld Technology: A Case Study of "Chemical Reactions and Electrical Energy"

Li Xiucui

Guangdong Zhongyuan High School, China Guangdong Guangzhou 511400

Abstract: Taking the second class of the first section of Chapter 6 "Chemical Reactions and Energy" in the second volume of the Compulsory Chemistry Textbook (People's Education Press, June 2019, 1st Edition) as an example, this paper uses the teaching equipment of digital innovation experiments with handheld technology to measure the concentration changes of chloride ions near the negative and positive electrodes, and confirms the transfer of electrons in the wire with a sensitive galvanometer, making the abstract chemical knowledge intuitive and "visible". Through the process of constructing the working model of the primary battery, it cultivates students' core literacy in chemistry such as model cognition and evidence reasoning, scientific inquiry and evidence reasoning.

Keywords: Handheld technology; Core literacy in chemistry; Chemical reactions and electrical energy

1 选题

林崇德认为化学学科应立足于学生终身发展和社会发展所必需的必备的品格和关键能力^[1]。《普通高中化学课程标准》(2017年版)也指出^[2]:学科核心素养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的价值观念、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,全面展现了化学课程学习对学生未来发展的重要价值。根据化学学科的特点,将化学学科核心素养分为“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡观念”“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个维度。该5个方面侧重点各有不同,比如“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡观念”证据推理与模型认知,培养学生形成化学学科的思想和方法;“科学态度与社会责

任”揭示了对学生更高层次的价值追求。5个方面相辅相成,在帮助学生形成正确的价值观念、必备品格和关键能力中发挥着重要的作用。

从教学内容涉及的知识关联上看,“化学反应与电能”的内容(以下称为“原电池”)属于电化学部分的知识,电化学是研究化学能和电能相互转换的装置,是高中化学基本理论知识体系的重要内容之一,不仅衔接了高中化学主线之一的氧化还原反应,同时也是大学物理化学的重要组成部分^[3]。电化学所涉及的化学能与电能的转化、金属的腐蚀和防护、金属的冶炼方法、电镀及物品的表面装饰、金属的精炼、电解原理和物质合成等领域,是最贴近学生生活的应用,也是整个高中接触最多的知识主线之一的氧化还原反应的应用的直接体现。原电池也是“化学反应与热能”部分的延续,热能揭示了能量变化的本质,电能则

诠释了化学能转化为电能的原理,两者不仅充分体现了化学反应中的能量转化规律,也反映了化学与生活、生产的联系。化学能转化为电能更是对能量守恒知识体系的丰富和完善,它让学生加深了“能量可以通过多种方式从一个主体向另外一个主体转移”的深刻认识,从电子定向转移的微观过程到产生电流和新物质的宏观现象,从本质上揭示了氧化还原模块中氧化剂和还原剂之间电子的转移及其得失电子强弱的规律。

教材内容前后衔接紧凑、由表及里、由易到难,知识体系呈螺旋式发展变化,是发展学生化学核心素养的重要知识载体和实操阵地。原电池所蕴含的化学学科素养和发展水平如表 1 所示。

表1 高中化学人教版必修二“化学反应与电能”所蕴含的化学核心素养

内容要求	化学学科核心素养	
人教必修二的学业要求 ^[4] (1)能举出化学能转化为电能的实例,能辨析简单原电池的构成要素,并能分析简单原电池的工作原理。 (2)认识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。	变化观与平衡思想	知道化学能可以转化为电能,能依据实验事实获得的现象概括化学能转化为电能的条件
	宏观辨识与微观探析	能根据实验现象辨析电极反应物、电极产物及电极反应,能从微观视角认识溶液中离子的运动及电子的转移情况。
	证据推理与模型认知	能依据实验事实、数据、物理及化学理论基础等,分析化学问题并推理、提出假设,构建认识原电池的认知模型,并能根据构建的模型认识分析简单原电池的工作原理。
	科学探究与创新意识	能根据原电池的认知模型,与同学合作完成设计原电池,例如水果电池,分析解释实验现象,得出实验结论。
	科学态度与社会责任	从物质和能量变化两个角度评价燃料的使用价值及并分析存在问题,能说明化学电源对提高生活质量的重要意义。

2 教学整体分析

2.1 教材分析

“化学反应与电能”是 2019 年版人教版(以下称为“新教材”)必修二第六章第一节第二课时的内容,属于化学反应规律类的内容,理论性比较强,涉及的化学原理与学生的实际生活联系密切。“化学反应与电能”既是金属活动顺序和电解质溶液知识的具体运用,也是新教材必修一氧化还原反应部分的拓展和延伸,更是能量转化的生动体现,还为学生今后学习盐桥原电池、化学电源、电解池等内容做好了铺垫。与元素化合物的知识相比,“化学能与电能”概念的建构过程具有丰富的化学学科核心素养的发展价值,是高中一年级全体学生都要重点学习的内容。

本节内容属于概念教学,理论性强,微观分析多,较

为抽象,教学中应当从已有知识或生活经验出发,采用宏观与微观相结合、印证的方式来推进教学,形成观念,通过探究实验来引导学生体验和巩固知识重点,使知识显性化。根据新课标的内容要求,该内容重点是要让学会建构“原电池”的思维模型,培养学生证据推理与模型认知,科学探究与创新意识的学科核心素养。

2.2 学情分析

学生在前面已经学习了氧化还原反应原理、电解质和电离模型、金属活动顺序、化学能与热能之间的相互转化等基础知识,同时学生还具有一定的元素观、类别观、转化观等核心观念和一定的实验探究能力和证据推理能力,但概括总结及迁移应用能力不强。在实际生活中学生广泛接触到电脑、手机、数码相机等电子设备的电池及空调遥控器等使用碱性锌锰电池,对“电和电池”已经有了一定的认识。同时物理课上已经学习过带电粒子的定向移动形成电流和金属导电的原因等知识,所以会对化学能如何转化成电能产生强烈的好奇心。但是学生对电池的构造以及电池是如何工作的却知之甚少,这些所涉及的原理知识与学生的生活相距较远且又抽象,因此学生对新学的原电池知识在认知上存在一定的难度。要帮助学生顺利越过认知障碍,需要从具体生动的情境或直观的实验中获得感性认知,真切感受电子的定向移动和离子的运动。

2.3 原电池学习障碍点分析及策略

化学基本概念掌握不牢,导致已有的知识体系和认知结构发生断层。需要课前对氧化还原反应、电解质等知识进行复习检测,同时补充电流的产生的原理、闭合回路等相关物理知识,为原电池的教学做好知识铺垫。

微粒观认知模型薄弱。电子如何转移?离子如何转移?如何构成闭合回路?特别是溶液中离子的移动方向一直是学生理解的难点,学科核心素养难以得到有效地提升。王维臻^[5]认为学生在学习电化学知识时,在判断电极、溶液中阴阳离子的移动方向、电子流向、电极方程式的书写等方面存在不同程度的困难,这些困难从学生接触电化学开始,一直到高三的复习,伴随整个电化学学习的过程。究其原因是原电池原理的抽象性。电子的移动问题可以通过灵敏电流表的偏转去感知。

解决问题的策略:先将电流表与一节干电池连接,根据指针的偏转方向判断电子的移动方向,再去判断锌铜原电池中电子的转移方向。判断离子的移动方向,可以先从物理上闭合回路的角度进行理论分析,再利用手持技术将抽象的微观过程“被看到,被感知”,让学生亲自体验、

亲眼看到“阳离子移向正极，阴离子移向负极”。

数字化实验的一大优点是直观，可以将看不见的微观过程表征为“宏观”现象。本节课的教学中使用数字化实验仪器氯离子传感器，通过对比正负极氯离子浓度的变化来判断氯离子的移动方向，再结合物理上闭合回路的理论分析，让学生真正地“看到”离子的移动这一微观过程，帮助学生更直观地理解离子的移动方向问题。

2.4 教学目标

结合本节课的课程目标和学业质量要求，以及其蕴含的素养价值和学情，制订本节课的教学目标和重难点。

教学目标：

(1) 通过实验探究认识化学能可以转化为电能，基于证据推理加深对氧化还原反应本质的理解。

(2) 知道原电池是一种将化学能直接转化为电能的装置，以锌铜原电池（盐酸做电解液）为例，通过宏观（实验现象）——微观（线路中电子、溶液中离子流动的方向分析）——符号（电极反应式）三重表征，了解原电工作原理。

(3) 能根据原电池的工作原理判断原电池的正负极，以及电子、电流、溶液中离子的流动方向。

(4) 能通过对原电池工作原理的再次分析，总结归纳出原电池的构成要素；根据原电池的构成要素，会设计简单原电池（单液）和水果电池。

教学重点、难点：

(1) 重点：原电池的概念、工作原理、原电池的构成要素。

(2) 难点：原电池的工作原理。

3 促进问题解决的氯离子传感器手持技术数字化实验

手持技术是由传感器、数据采集器和配套分析软件组成的实验技术系统。可以采集实验中的各种常见的数据，呈现直观可视曲线图像，是一种有助于帮助学生克服抽象概念的学习认知工具^[6]。

(1) 实验目的：使用氯离子传感器分别测定锌电极和铜电极附近氯离子浓度的变化，判断氯离子的移动方向。

(2) 实验用品：铜片、锌片、导线、培养皿，0.2mol/L HCl 溶液和蒸馏水，Vernier 氯离子传感器和数据采集器。

(3) 实验过程：①氯离子传感器校正：将氯离子传感器与数据采集器、电脑连接，按照使用说明，用氯化钠标准溶液进行校准。使用的氯离子传感器如图 1 所示。

②在培养皿中倒入约培养皿一半体积的 0.2mol/L HCl 溶液，将锌片和铜片分别插入盐酸溶液，并使其间隔约 8cm 后固定铜片和锌片，再将铜片和锌片用导线连接。最后将氯离子传感器先后放在铜片、锌片附近，插入深约 3cm、距离底端约 0.5cm、距离电极约 0.5cm，开始采集数据。实验过程如图 2 所示。

使用的传感器



图1 氯离子传感器



图2 用氯离子传感器测定铜片附近氯离子浓度变化

③数据采集：用氯离子传感器采集到的氯离子浓度随时间变化的数据，得到氯离子浓度随时间变化的曲线。导出采集的数据表。

需要说明的是，阴阳离子的移动受电场力和扩散力共同影响^[7]，由于离子时刻在迁移，且氯离子传感器比较敏感，实验整个过程中装置要固定好，不可以出现晃动等情况，且传感器插入的位置、深度、距离电极的距离等都要控制好，因此对实验者的动手操作能力要求较高。测定的过程中，可能受产生的氢气等不可抗拒因素的影响，会导致传感器的读数出现跳跃式变化，并非理想中的“直线式移动”，但这并不影响数据的科学性和准确性。

④试验结束：将氯离子传感器用蒸馏水清洁后擦干后，将氯离子传感器的下端浸入盛有保护液的小瓶中，结束实验。

⑤数据分析：用氯离子传感器测定正负极附近氯离子浓度随时间的变化，结果如图 3 和图 4 所示。

表2 教学设计表

情境线	任务线	知识线	素养线	评价线
情境一：火力发电的弊端是什么？可以直接转化为电能吗？	完成化学能转为电能的实验探究 分析实验过程中产生的实验现象得出结论 分析化学能转化为电能的原理。	原电池的 工作原理	宏观辨识与微观探析 证据推理与模型认知	对实验现象进行原因分析，判断学生从宏微结合视角收集证据的能力，并根据证据做合理的猜想，从实验现象验证的猜想
情境二：根据原电池的工作原理，原电池装置由哪几部分组成？构成原电池的要素是什么？	观察实验现象，推理，总结得出原电池的构成条件	原电池的 构成条件	宏观辨识与微观探析	通过探究构成原电池的条件，诊断学生能采取控制变量的方法进行实验探究，发展学生的证据意识提升学生的证据推理能力。
情境三：设计原电池，拓展延伸，如何让小车跑得更快：小车竞速赛	分组设计尽可能多的原电池，通过实验探究找到获得更大电流的方法，进行小车赛跑比赛 分析比赛的结果，思考原电池的缺陷	原电池的 应用	科学探究与创新意识 学科态度与社会责任	通过设计原电池，诊断学生对原池工作原理的理解，通过如何获得更大的电流，诊断学生通过控制变量的思想在实验探究题中的运用能力，以及观察实验分析实验改进实验的能力。

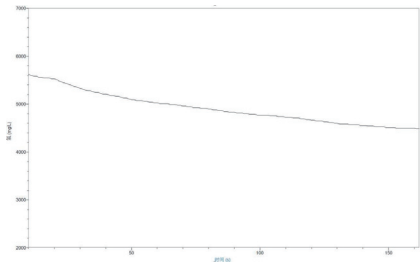


图3 正极附近氯离子浓度随时间变化图

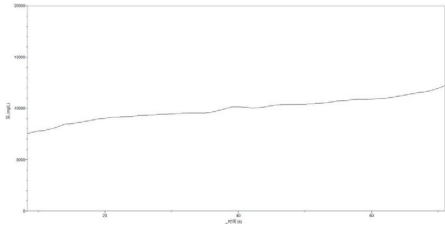


图4 负极附近氯离子浓度随时间变化图

从图中可以看出负极附近氯离子浓度随时间推移逐渐增大，正极则逐渐减小。由此可得出结论，氯离子向负极发生了移动。通过正极产生的气泡，可以推出氢离子移向了正极。由此可推断出原电池中内电路阳离子移向正极、阴离子移向负极，成功地将抽象的苦涩的微观过程直观形象地展示在学生的面前。相对于传统的讲授法，手持技术数字化的创新实验大大降低了学生的学习原电池原理的难度，能够给学生鲜活的视觉冲击，不仅对结果印象深刻，且对原理的分析过程也更加的清晰。

4 教学设计

教学设计如表 2 所示。

5 教学反思

学生参与度高：通过手持技术实验，吸引了学生的注意力，激发了他们的学习兴趣和积极性。

理论与实践相结合：通过实验教学和案例分析，学生不仅能够理解原电池的基本原理，还能够将其应用于实际生活中，提高了学习的实用性。

互动环节设计合理：我通过小组讨论、问题抢答等方式，让学生在交流中碰撞思想，共同解决问题，培养了学生的合作精神和沟通能力

将抽象的内容化为直接容易理解的知识，学生建构良好的原电池认知模型。

参考文献：

[1] 林崇德 . 中国学生核心素养研究[J]. 心理与行为研究, 2017,15(02):145-54.

[2] 中华人民共和国教育部 . 普通高中化学课程标准（2017 年版）[S]. 北京：人民教育出版社，2018:3-5.

[3] 方婷 . 学生“电化学”概念的认知发展研究[D].上海：华东师范大学，2008.

[4] 房喻，徐瑞钧 . 普通高中化学课程标准（2017 年版 2020 年修订）解读 . 北京：高等教育出版社，2020:107-109.

[5] 王维臻，王磊，支瑶，等 . 电化学认识模型及其在高三原电池复习教学中的应用[J]. 化学教育，2014，35(01):34-40.

[6] 王立新，钱扬义，李言萍，等 . 电化教育研究，2017,38(10):100-105.

[7] 鲁战胜，汤华森，王后雄 . 原电池中离子定向移动的“推手”[J]. 中学化学教学考，2012,(11):35.

作者简介：李秀彩（1983.07-），女，汉族，河南新乡人，硕士研究生，现职称：中学一级。