

# 基于深度学习的实验教学实践研究

## ——以“电解池”为例

林 娟, 阮丽娟

福建省漳州第一中学, 福建 漳州

收稿日期: 2022年1月20日; 录用日期: 2022年2月16日; 发布日期: 2022年2月22日

### 摘 要

以苏教版《化学反应原理》“电解池”教学为例, 设计深度学习目标, 开展有挑战性学习主题, 进行实验探究的深度学习活动和持续性评价, 从宏微结合、变化守恒的视角, 运用证据推理与模型认知的思维方式, 解决综合复杂问题, 最终构建“电解池”的知识体系。建立运用化学学科思想解决问题的思路方法, 培养学生的创新精神和实践能力, 促进学生核心素养的发展。

### 关键词

深度学习, 实验探究, 电解池

# Research on Experimental Teaching Practice Based on Deep Learning

## —Taking “Electrolytic Cell” as an Example

Juan Lin, Lijuan Ruan

Zhangzhou No. 1 Middle School, Zhangzhou Fujian

Received: Jan. 20<sup>th</sup>, 2022; accepted: Feb. 16<sup>th</sup>, 2022; published: Feb. 22<sup>nd</sup>, 2022

### Abstract

Taking the teaching of “Electrolytic cell” in the chemical reaction principle of the Jiangsu Education Press as an example, we designed the deep learning goal, carried out the challenging learning topic, carried out the deep learning activity of the experiment inquiry and the continuous evaluation, from the perspective of macro-micro combination, change conservation, evidence reasoning and model cognition are used to solve complex problems, and finally to construct the knowledge

system of “Electrolytic cell”. To establish the way of thinking to solve problems by chemistry subject, to cultivate students’ innovative spirit and practical ability, and to promote the development of students’ core quality.

## Keywords

Deep Learning, Experimental Exploration, Electrolytic Cell

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

科学探究是化学学生核心素养形成的实践基础, 学生在进行科学探究的过程中通过宏观辨识与微观探析、证据推理与模型认知, 形成关于变化观念与平衡思想的化学思维、科学观念、创新意识, 从而形成科学精神与社会责任感。化学是一门实验为基础的科学。实验探究是化学科学探究的重要组成部分。因此, 学生化学实验探究的深度是学生化学核心素养形成的关键。

## 2. 在实验探究中开展“深度学习”的意义

### 2.1. 高中化学实验教学现状分析

2021年黄丹青老师对福建省高三毕业班学生化学实验试题的答题情况进行统计与分析, 发现学生对如何在陌生情境中解决实验问题的把控能力明显不足, 实验基础知识、技能和实验探究能力两头皆弱, 缺乏实验中必要的证据推理和模型认知能力, 对于实验方案设计的理解、实验现象产生的原因分析、化学反应原理的综合运用及定量分析等方面的出错率高, 与预测难度差异较大[1]。主要由于传统课堂实验教学, 教师、教材包办过多。课堂实验通常是学生按照课本或者教师写好的方案, 按部就班的完成, 观察现象, 解释现象。处于看实验、听实验的浅层实验学习阶段, 难以发挥学生的主观能动性。这十分不利于培养学生的实验能力和创新思维。学生没有在实验探究中深入探究实验。对于实验探究六步骤(发现问题、做出假设、资料收集、设计方案、得出结论、评价与反思)实施较为不好。

### 2.2. “深度学习”的内涵

深度学习是相对于浅层学习而言的。学生照本宣科根据课本实验过程实验并观察现象即为浅层学习。胡久华教授提出深度学习是在教师的引领下, 学生围绕具有挑战性的学习主题, 开展以化学实验为主的多种探究活动, 从宏微结合、变化守恒的视角, 运用证据推理与模型认知的思维方式, 解决综合复杂问题, 获得结构化的化学核心认知, 建立运用化学学科思想解决问题的思路方法, 培养学生的创新精神和实践能力, 促进学生核心素养的发展[2]。深度学习目标、持续性评价、挑战性学习主题和深度学习活动是深度学习教学设计的四大要素[3]。化学作为一门以实验为基础的科学, 有效开展深度的实验探究, 能够促进学生深度学习和培养深度学习的能力[4]。

## 3. 开展“深度学习”的意义

基于“深度学习”的实验探究能够培养学生高阶思维能力。提升高阶思维品质是学习活动的最终目的。是否发展了高阶思维是深度学习与浅层学习的水岭[5]。基于“深度学习”的实验探究需要学生在

实验探究中通过宏微结合、变化观念、平衡思想的化学思维与联系、比较、鉴别、分析、归纳、综合、演绎、推论、解释、论证、概括、设计、评估、批判等普适性高阶思维相结合。而非仅仅按照课本中的实验方案进行验证性实验。高阶思维指在信息获得、加工和\监控中, 思维超越了一般层次所表现出来的综合运用能力, 是创造力的核心[6]。因此, 高阶思维能力的提升同时还会提升学生的创造性。如学生在“电解池”实验探究中, 因为使用学生电源过程中发现其太过笨重使用起来及其不便, 提出利用手机充电器对学生电源进行改进(如图 1 所示)。该电源携带方便, 电源可以根据实验需要换成常见充电器的电压值如 5 V、12 V 等。



Figure 1. Student power supply improvement  
图 1. 学生电源改进

## 4. 开展高中化学实验教学“深度学习”的要素

### 4.1. 制订基于深度学习的实验探究教学目标与评价设计

教学目标是指通过课堂教学行为以及学生反馈实现学生发生从内容框架到行为能力的变化的具体方面的表述, 同样也表达了教师在教学活动后希望学生学习结果的理想状态。在素养目标下, 结合课程标准中给出的中学阶段学生化学学习的目标和苏教版教材当中的单元学习目标, 制订每一节课的教学目标。教师的教学和学生的学习在目标的导向下进行。“学得怎么样”和“教得怎么样”的评价又反馈于学生的学习和教师的教学。教师在教学设计时应该根据素养目标、教学目标预设可实施的的评价内容、评价任务、评价标准和评价反馈方法。其中, 将评价标准进行 ABC 评级, 有利于教师课堂中快速的判断学生掌握情况。评价任务和评价反馈的设计相辅相成, 评价任务的确定有利于课堂评价的进行, 使课堂教学评一体化, 评价反馈使评价任务落实情况得到反馈, 让教师掌握学生课堂学习情况, 真正的实现学生深度学习。

以“电解池”为例, 依据课程标准的最终学习目标和课本中的单元学习目标, 制订本项目的教学目标。并基于教学目标设计相应的评价内容、评价标准、评价任务、评价反馈, 见表 1 所示。

Table 1. Teaching objective and evaluation objective design

表 1. 教学目标与评价设计

素养目标	教学目标	评价内容	评价标准	评价任务	评价反馈
核心知识	电解池的基本概念、电极、电极反应书写、内外电路带电粒子的移动方向	电解池的工作原理	A 能够系统分析、解释电解池的工作原理, 熟练掌握离子在电极上放电顺序, 能准确书写电极反应方程式 B 仅能分析熟悉电解池的工作原理, 了解离子在电极上存在放电顺序, 能准确书写熟悉电极反应方程式 C 对电解池的工作原理不理解	课上分析熔融氯化钠和电解饱和食盐水等教材案例; 课下习题任务	课堂观测; 课下作业反馈

## Continued

宏观辨识 与微观探析	厘清内外电路带电粒子的移动方向, 并通过的是电子顺序正确书写电极方程式。	电解质溶液中离子移动方向, 与电极材料上物质的转化	A 能够完整叙述离子导体和电子导体中微粒的移动方向, 能够根据实验现象分析解释实验微观原理, 能够准确书写电极反应方程式 B 能够叙述离子导体和电子导体中微粒的移动方向, 能够叙述实验现象; 能够准确书写熟悉电解池的电极反应方程式 C 对熟悉的电解池不能进行准确分析	课上分析电解池中离子导体和电子导体中微粒的移动方向, 书写电极反应方程式; 课下相关的习题作业	课上的活动表现及反馈; 课下作业反馈
证据推理 与模型 认知	掌握电解池的四个基本要素, 并能够分析陌生电解池	电解池的系统分析模型	A 能够自主按照电化学体系的四个基本要素来研究陌生的电解池 B 能够自主按照电化学体系的四个基本要素来研究较熟悉的电解池 C 不能按照四个基本要素进行电解池的学习	课上研究熟悉及陌生的电解池; 课下完成相关作业	课上的活动表现及反馈; 学生互评, 师生互评
科学探究 与创新意识	能够设计简单的电解池	能设计简单的电解池	A 能够利用模型和已有知识进行简单的电解池设计 B 能够利用模型和已有知识进行简单的电解池设计, 但设计上存在缺陷 C 仅能画出熟悉的电解池, 不能设计陌生的电解池	课上设计简单的单液电解池, 汇报课下研究成果; 课下双液电解池的探究	课堂观测学生的活动表现; 课下实践性作业设计

## 4.2. 有挑战性的实验问题引入思考

好的问题是解决问题的关键。教师在学科知识中提炼有挑战性的实验问题, 学生通过解决学科问题, 进行深度学习, 发展学生化学核心素养。郑长龙教授提出对化学学科本原性问题的探究。本原, 意味着刨根问底、溯本求源。提出本原性问题要求教师对化学知识进行本原性思考, 抽提出学科本原性问题。教师在教学过程中起主导作用, 教师对学科知识的理解程度是学生深度学习的关键。只有教师形成对化学学科知识及其思维方式和方法的深层次认识, 才能引导学生开展深度学习, 发展学生化学学科素养[7]。与本原对应的是浅表。因此, 本源性的问题引入的思考具有挑战性, 能引发学生的深度学习。

如三个新版本教材都将“电解池”的内容改为全部在选择性必修当中进行学习, 并且还是沿用原版教材中的三个实验: 电解氯化铜溶液的实验、电解熔融氯化钠和用离子交换膜电解饱和食盐水实验。虽然实验内容没有变化, 但是选修阶段的电解池教学除了要求学生掌握电解池基本概念和基本原理, 同时要掌握对电解池的知识进行设计和应用创新的高阶思维。电解饱和氯化铜溶液的实验由于阴阳两极实验现象较为明显, 学习电解池时作为阴阳极得失电子情况的验证实验。电解熔融氯化钠和饱和食盐水实验让学生体会同一电解质处在不同状态(熔融或水溶液)时生成物的差异, 同时也让学生了解到多液电解和离子交换膜的用途等。课本对于阴阳离子的移动这一微观现象并没有体现, 知识靠教师传授性的讲述, 学生生硬地背记下来。多液电池需要用到离子膜, 电解熔融氯化钠和饱和食盐水实验由于较多条件限制, 无法在中学阶段的课堂中真实进行, 只能通过视频或图片分析。学生对交换膜的作用一知半解, 仅仅停留在记忆层面。课本中的三个实验只能帮助学生进行基本概念和基本原理的学习。要让学生掌握对电解池的知识设计和应用创新的高阶思维显然是不够的。作者在此基础上提炼问题: 电解池中离子移动方向的可视化。从问题情境出发, 分析有哪些物质会显色, 结合电解池如何让其显色, 从而提高学生的实验实践能力, 形成高阶思维。

【提出问题】回忆电解池的基本概念, 并思考在电解质溶液中离子是如何移动的呢?

【回忆旧知】阳离子往阴极移动, 阴离子往阳极移动。

【追问】为什么离子如此移动？

【学生推测】外电路中电子从负极出来，再从正极进去。电子带负电，溶液中的阴离子的移动方向应该和电子相同。

【提出任务】那么我们能设计一个能够直观观察到离子移动方向的实验呢？如果需要看到离子的移动，那么我们要选择怎么样的离子才能让我们看得到呢？

【小组讨论】经过对有色物质的讨论。学生提出选择铜作为阳极。这样阳极失电子生成铜离子有色，再观察生成的铜离子的移动方向。阴极可以选择观察  $\text{OH}^-$  的移动方向，通过酚酞来显色。因此，可以通过已学过的电解水让阴极  $\text{OH}^-$  生成。

【实验方案】铜片做阳极，碳棒做阴极，电解滴加酚酞的硫酸钠溶液。如图 2 装置。

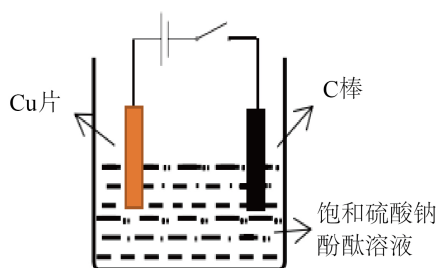


Figure 2. Experimental device

图 2. 实验装置

【教师追问】为什么不选择 Fe 作为阳极呢？

【学生阐述】铁失电子得到的是二价铁，二价铁不稳定。

【学生实验】该实验从设计到实施都由学生自主探究，实验效果较为明显，实验开始后 30 s 即可观察到明显现象。阳极附近溶液变蓝，并向阴极移动。说明阳极发生  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ；阴极溶液迅速变红，红色迅速向阳极移动，说明阴极发生  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ ，实验现象如图 3 所示。

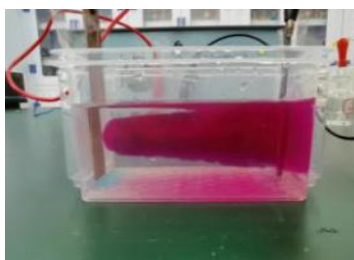


Figure 3. Experimental phenomenon

图 3. 实验现象

### 4.3. 利用校本选修体验实验探究的深度学习

常规课程中教师总是会遇到实验时间、设备等问题，因此很多教师在课堂上更喜欢包办实验，使课堂更加可控、一切尽在掌握中。但是，这种可控的课堂很难真的能够培养学生的创造力，培养面向未来的人。教师可以充分利用校本选修课的时间，让学生实践从问题提出到产品呈现的完整的实验项目，再根据课堂的需要展示部分研究过程，这样就可以解决课堂时间不够的问题。

上一轮探究的结束，是新一轮探究的开始，如此循环反复。学生对单液电解池设计进行评价、反思

和修正提出新的问题, 解决新问题, 再继续评价、反思、修正。

【学习任务】设计一个可以看到电解质溶液离子移动的双液电解池。

【教师引导】单液电解池中离子容易相互干扰, 两极反应只能有一种电解质。在原电池中我们通过盐桥来设计双液原电池。

【提出任务】那么我们能不能设计一个双液电解池更直观地观察到离子的移动呢?

【实验方案】利用琼脂的可塑性将琼脂制成一个两室的容器, 两极都为碳棒, 阳极室为硫酸溶液, 阴极室为氢氧化钠溶液, 在琼脂中添加饱和硫酸钠的甲基橙溶液并调节 PH 至甲基橙显橙色。(通过课外兴趣小组为期两个月的探究, 在一次次的失败中总结经验得出)。

【学生实验】电解池中出现红→橙→黄的现象, 如图 4 所示。



Figure 4. Two chamber electrolysis phenomenon

图 4. 两室电解实验现象

该实验现象明显, 趣味性强。适合作为学生的校本选修课程进行课堂实验补充。学生在实验过程中体会到科学家探究过程的艰辛与不易, 同时也体会到了实验成果的喜悦感。学生在实践应用中充分体验科学探究的螺旋式上升过程和循环过程。学生在如此不断反复的质疑、行动、反思中形成科学的分析性思维、实践性思维和创造性思维。

## 5. 总结

化学是一门实验为基础的科学。传统的实验探究主要是以验证性为主, 教师和学生通过课本的实验步骤进行实验, 再分析实验现象。缺乏让学生发现问题、收集资料、提出实验方案、评价总结的过程。使实验探究流于浅层学习。“深度学习”是在教师的引领下, 学生发现问题, 教师凝练有挑战性的问题, 开展的一系列化学实验探究, 解决综合复杂问题, 最终构建的知识体系。建立运用化学学科思想解决问题的思路方法, 培养学生的创新精神和实践能力, 促进学生核心素养的发展。

## 参考文献

- [1] 黄丹青, 赖增荣. 指向“教、学、评”一体化的化学实验测评与教学反思[J]. 化学教育, 2021, 42(5): 15-19.
- [2] 胡久华, 罗滨, 陈颖. 指向“深度学习”的化学教学实践改进[J]. 课程·教材·教法, 2017(3): 90-96.
- [3] 王晶莹. 中美理科教师对科学探究及其教学的认识[D]: [博士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2009.
- [4] 王凤春, 李德安. 基于核心素养的深度学习[J]. 教育教学论坛, 2020(9): 258-259.
- [5] 陈新华. 化学学科核心素养为本的高三化学深度复习——以沉淀滴定为例[J]. 化学教育, 2019, 40(1): 26-31.
- [6] 高杰, 刘银. 化学创造性探究教学设计指向学生高阶思维培养[M]. 北京: 教育科学出版社, 2020: 16-17.
- [7] 郑长龙. 化学学科理解与“素养为本”的化学课堂教学[J]. 课程·教材·教法, 2019, 39(9): 120-125.