

Teaching Practice Based on “Model Cognition” of Core Literacy in Development Chemistry——Taking “Chemical Power” Teaching as an Example

Wei Kong

Xindeng Middle School, Fuyang District, Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

As one of the important contents of the core literacy of chemistry, model cognition plays a very important role in chemistry teaching. Taking the teaching of “Chemical Power” as an example, the paper explores and analyzes the connections between various types of chemical power from the evolution of the model, and develops students’ model literacy.

Keywords

Chemical Power; model recognition; core literacy

基于发展化学学科核心素养“模型认知”的教学实践——以“化学电源”教学为例

孔伟

富阳区新登中学, 中国·浙江 杭州 310000

摘 要

作为化学学科核心素养的重要内容之一, 模型认知在化学教学中有着十分重要的地位。论文以“化学电源”教学为例, 从模型演变中探究和分析各种类型的化学电源之间的联系, 发展学生的模型认知素养。

关键词

化学电源; 模型认知; 核心素养

1 引言

《普通高中化学课程标准》(2017 年版) 第 3 页提出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”“科学精神与社会责任”5 个方面。在具体教学实施过程中, 五条化学学科核心素养可有主次、选择之分。其中证据推理与模型认知能够帮助学生理解一些比较抽象的学习内容, 如物质微观形态的探析、陌生概念理论的辨析、化学反应原理的分析等, 掌握其背后的核心知识并运用到解决复杂问题情境中。

无论是必修 2 还是选修 4, “化学电源”的知识内容都包含一次电池(以锌锰干电池为例)、二次电池(以铅蓄电池为例)、燃料电池(以氢氧燃料电池为例), 以往的教法往往是对上述电池逐一介绍, 知识的呈现非常割裂, 给学生

的感觉是每种电池各不相同, 毫无关系, 而且在练习或考试中碰到陌生的原电池时无法做到知识的迁移。如何在三类化学电源下众多的电池中通过构建模型的方法找到一条逻辑主线, 将碎片化的知识整合在一起, 帮助学生更好地理解不同化学电源之间的内在联系, 在碰到陌生情境下的化学电源时也能抽丝剥茧, 找出其和已经学过的化学电源之间的关系。

在综合文献和实际教学的基础上, 笔者从发展学生的化学学科核心素养出发, 在“化学电源”教学中, 以“模型认知”为着力点, 建立起不同类型的化学电源之间的内在联系, 使原本割裂的知识内容构建起一定的逻辑关系。

2 教学思路

2.1 教材分析

“化学电源”在苏教版化学必修 2 专题 2 第三单元“化

学能与电能的转化”和苏教版化学选修4专题1第二单元“化学能与电能的转化”中均有涉及，知识的呈现上有一定区别，必修2主要让学生知道“是什么”，而选修4则要求学生知道“为什么”。

表 1

	必修2	选修4
普通锌锰干电池	无电极反应式，无构造示意图	无电极反应式，有构造示意图
燃料电池	无电极反应式，有构造示意图	有电极反应式，有构造示意图
铅蓄电池	无电极反应式，无构造示意图	有电极反应式，有构造示意图

2.2 学情分析

对于学习必修2的学生来说，在之前一课时已经学习了如何将化学能转化为电能，初步认识了原电池的概念和原理，对铜-锌原电池有一定的认识。对于学习选修4的学生来说，前一课时学习了原电池的工作原理，对铜锌原电池的原理和缺点已有较深的认识，初步学会将单液原电池改进成双液原电池以提高电池的工作效率^[1]。

3 教学实录

师：2017年3月25日，杭州市作为积极响应“地球一小时”活动的城市之一，于20点30分至21点30分关闭西湖景区及市区内所有的景观灯。“地球一小时”活动是呼吁我们节约用电。在我们的日常生活生产中，大到航天器，小到手机手表，都离不开化学电源提供的稳定而持久的电流。那么化学电源是如何被发现的呢？今天就让我们沿着科学家的足迹一起探索化学电源的发展历程。



图 1

设计意图：在日常生活生产中，电必不可少，各种各样的电器都需要化学电源提供电，那么形形色色的化学电源经历了怎样的一个发展历程？由此展开本节课的学习。

【第一世：一次电池】（以普通锌锰干电池为例）

师：（播放视频）1780年，意大利生物学家伽尔瓦尼通过实验宣称动物组织能产生电。意大利物理学家、化学家伏打认为是不同的金属产生了电。就这样，伏打电堆问世了。



图 2

设计意图：通过视频还原两位意大利科学家的“电流之争”，感受科学家意外发现，理性分析从而有了伏打电堆的问世。同学们在观看视频后学习热情高涨^[2]。

师：将伏打电堆的一个单元放大，就是我们熟悉的铜锌原电池。请写出铜锌原电池的正负极电极反应式和总反应式。

生：负极 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$

正极 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

总 $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$

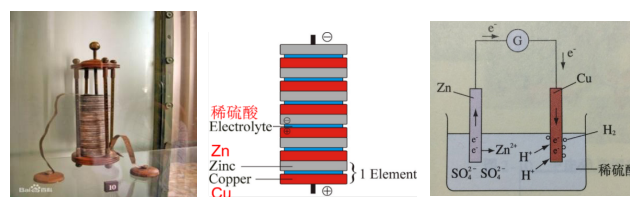


图 3

设计意图：通过建模的方式将不熟悉的伏打电堆和熟悉的铜锌原电池联系起来，明白伏打电堆的本质就是铜锌原电池。电极反应式的书写既是对上节课的复习，也为本节课后续内容做了铺垫。

师：伏打电堆能够输出电流，但是作为化学电源有什么缺点？

生：装置笨重，携带和使用不方便。

师：1887年，英国发明家赫勒森在铜锌原电池的基础上研究发明了最早的锌锰干电池。让我们来看一看，在铜锌原电池进化到锌锰干电池的过程中，具体有哪些变化？

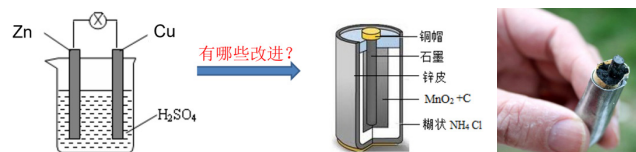


图 4

生：（展开激烈讨论）

师：（总结学生回答）考虑到石墨更加便宜，于是将铜改成石墨棒。考虑到硫酸酸性太强，将其换成酸性更弱的氯化铵。请写出负极反应式。

生: $\text{Zn}-2\text{e}^{-}=\text{Zn}^{2+}$

师: 正极 $2\text{MnO}_2 + 2\text{NH}_4^{+} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^{-} = 2\text{MnO}(\text{OH}) + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。总反应式则为正、负极反应式叠加 $\text{Zn} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{NH}_4^{+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{MnO}(\text{OH}) + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

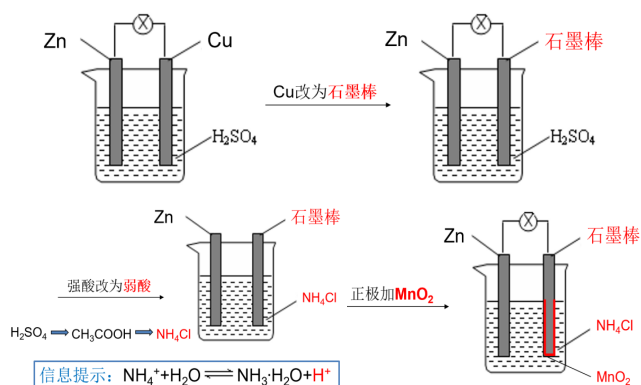


图 5

设计意图: 正因为伏打电堆的缺点, 赫勒森发明了锌锰干电池, 从铜锌原电池到锌锰干电池到底有多少的跨越? 通过模型认知的方法, 找出看似毫无关联的铜锌原电池和锌锰干电池的内在联系, 体会科学探究和创新意识在化学电源发展中的重要作用^[3]。

师: 1866 年, 法国科学家勒克朗谢将其变成了现实。它的负极是锌和汞的合金棒, 而它的正极是以一个多孔的杯子盛装着碾碎的二氧化锰和碳的混合物。在此混合物中插有一根碳棒作为电流收集器。负极棒和正极杯都被浸在作为电解液的氯化铵溶液中。此系统被称为“湿电池”。在此基础上, 负极锌棒改成锌壳, 电解液加入淀粉变为糊状, 就得到了我们所熟悉的锌锰干电池。



图 6

设计意图: 锌锰干电池和铜锌原电池看似毫不相干, 但在抽丝剥茧后发现原来两者之间有着千丝万缕的联系。可以说锌锰干电池的出现正是建立在解决了铜锌原电池一个又一个的问题之上。

师: 一次电池除了普通锌锰干电池外, 还有碱性锌锰干电池、银锌纽扣电池等, 一般用于照明设备、手表、玩具等。根据你的生活经验, 请你谈谈一次电池的优缺点。

生: 优点是价格便宜, 使用方便, 缺点是不可充电, 污

染环境。

【第二世: 二次电池】(以铅蓄电池为例)

师: 基于以上缺点, 二次电池应运而生, 铅蓄电池是二次电池中极其重要的一类, 广泛应用于生产生活中。铅蓄电池的总反应式为 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。请写出该反应的离子方程式 (提示 PbSO_4 难溶于水)。

生: $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 4\text{H}^{+} + 2\text{SO}_4^{2-} = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

师: 请先判断氧化剂、还原剂和氧化产物、还原产物, 再写出负极反应式。

生: 负极 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^{-} = \text{PbSO}_4$

师: 请写出正极反应式。

生: 正极 $\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

师: 你能否在铅蓄电池上看到铜锌原电池的身影?



图 7

生: (先独立思考, 再小组讨论, 构建模型)

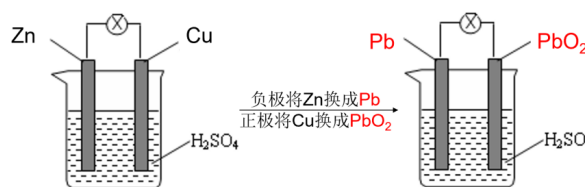


图 8

设计意图: 在学习了铜锌原电池向锌锰干电池的模型演变后, 学生通过小组合作的方式找出铜锌原电池和铅蓄电池的联系, 体会模型认知在解决实际问题中的作用, 发展学生的模型认知素养。

师: 二次电池有铅蓄电池、锂电池等, 一般用于电动车、手机等。根据你的生活经验, 请你谈谈二次电池的优缺点。

生: 优点是可重复使用, 缺点是比能量低, 污染环境。

【第三世: 燃料电池】(以氢氧燃料电池为例)

师: 基于以上缺点, 人们发明了燃料电池。燃料电池中非常重要的一类是氢氧燃料电池。氢氧燃料电池的发明同样可以追溯到伏打电堆。伏特把伏打电堆中的电解质溶液由稀硫酸换成盐水, 发现也有电流产生。

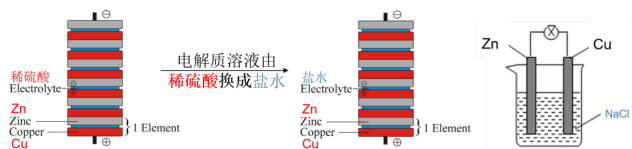


图 9

师：当伏打电堆中的电解质溶液由稀硫酸换成盐水，电流产生的原因是什么呢？请写出负极反应式。

生： $\text{Zn}-2\text{e}^{-}=\text{Zn}^{2+}$

师：那么正极反应式呢？什么物质得电子？（提示氧化性： $\text{O}_2>\text{H}_2\text{O}$ ）

生： $\text{O}_2+4\text{e}^{-}=2\text{O}^{2-}$

师： O^{2-} 在水溶液中能否存在？（ $\text{O}^{2-}+\text{H}_2\text{O}=2\text{OH}^{-}$ ）

生：正极 $\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}+4\text{e}^{-}=4\text{OH}^{-}$

师：把电解质溶液由稀硫酸换成盐水后，由 O_2 在正极得电子，而在负极失电子的仍是 Zn 。

设计意图：当把伏打电堆中的电解质由酸换成盐溶液后，其实形成了金属—空气原电池。如果把锌换成铝即铝空气电池，而如果把锌换成铁即铁空气电池，同学们会发现铁的吸氧腐蚀本质上就是铁空气电池。

师：直觉敏锐的科学家马上就想到了能否将 Zn 换成其他的还原剂，比如 H_2 。氢气与氧气的反应产物是水，非常绿色环保。那么这个想法能否实现呢？（进行氢氧燃料电池实验）我们发现发光二极管亮了，说明这个想法是能实现的。请写出中性条件下（ Na_2SO_4 溶液）正、负极电极反应式和总反应式。

生：中性条件

负极 $2\text{H}_2-4\text{e}^{-}=4\text{H}^{+}$

正极 $\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}+4\text{e}^{-}=4\text{OH}^{-}$

总 $2\text{H}_2+\text{O}_2=2\text{H}_2\text{O}$ 。

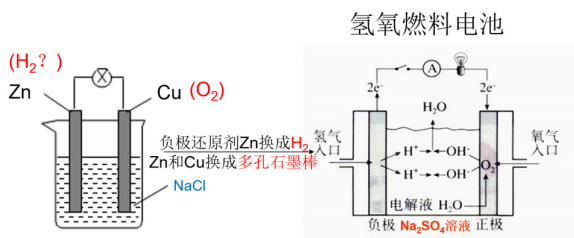


图 10

设计意图：氢氧燃料电池的发明还是可以追溯到铜锌原电池，学生再次通过构建模型的方式来发现氢氧燃料电池与铜锌原电池的微妙联系，认识到其实不管是锌锰干电池、铅

蓄电池还是氢氧燃料电池都脱胎于铜锌原电池，因此原电池原理部分就是以铜锌原电池为例来呈现。

师：如果把电解质 Na_2SO_4 换成 KOH 或 H_2SO_4 ，电极反应式会有变化吗^[3]？

生：碱性条件

酸性条件

负极 $2\text{H}_2-4\text{e}^{-}+4\text{OH}^{-}=4\text{H}_2\text{O}$ 负极 $2\text{H}_2-4\text{e}^{-}=4\text{H}^{+}$

正极 $\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}+4\text{e}^{-}=4\text{OH}^{-}$ 正极 $\text{O}_2+4\text{H}^{+}+4\text{e}^{-}=2\text{H}_2\text{O}$

总 $2\text{H}_2+\text{O}_2=2\text{H}_2\text{O}$ 总 $2\text{H}_2+\text{O}_2=2\text{H}_2\text{O}$

师：在中性、碱性、酸性条件下氢氧燃料电池的正负极电极反应式书写略有区别，但总反应式是一样的。

师：燃料电池有氢氧燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池等，可用于燃料电池汽车、航天器等。请你谈谈燃料电池的优缺点。

生：优点是能量转换效率高、排放废弃物少，缺点是造价较高。

师：化学电源的发展经历了第一世一次电池，第二世二次电池和第三世燃料电池。也许还会经历第四世，第五世……，这就需要在座的各位同学了，未来是你们的！

设计意图：虽然电池已经经历了很大的发展，但是前景还是十分乐观的。新型电池的呈现可以拓宽学生的视野并激发学生对化学的学习兴趣，将来投身到电源的发展中去。

4 结语

通过对三类化学电源建构模型，以模型演变的方式呈现三类化学电源之间的联系，将原本比较碎片化的知识通过一条逻辑主线整合在一起，使学科知识更有条理，帮助学生沿着化学电源发展的足迹，体会传承和创新在人类生产生活发展中的重要作用。同时学生的化学学科核心素养“模型认知”得以提升，在将来的实际问题解决中必将得以体现。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准 (2017 年版) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [2] 陈进前. 化学必修课程与化学学科核心素养的匹配性研究 [J]. 化学教学, 2018(5).
- [3] 江敏. 发现人类思维的脉络——“化学电源”教学实践与思考 [J]. 中学化学教学参考, 2016(13):1-5.
- [4] 戴建良. “化学能转化为电能”教学实录与点评 [J]. 中学化学教学参考, 2016(15):23-27.