

“原电池的工作原理”教学设计及课堂实录

张福涛*

(山东省昌乐一中 262400)

摘要 对“原电池的工作原理”进行了教材分析、学情分析,在必修2学习的基础上,结合生活实际设计了4个教学环节:通过生活中的原电池和必修知识的复习,引出原电池原理;通过铜锌原电池的设计、分析,掌握单液原电池原理;从原电池的能量转化效率出发,学习双液原电池原理;利用原电池的形成条件,设计原电池。

关键词 原电池工作原理 教学设计 课堂实录

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2013070184

1 教学设计理念

建构主义的教學理論認為對學習內容較為深刻的理解和掌握是通過學生主動建構達到的,而不是通過教師向學生傳播信息獲得的。學習者在一定的情境下學習,或利用原有認知結構的有關經驗同化新知識,或通過順應、改造、重組原有的認知結構來同化新知識,理解、掌握學習內容,達到對新知識的意義建構。因此,教學設計強調以學生為中心,強調教學情境的設計,強調利用各種信息資源來支持學生的自主學習和合作學習,強調學習過程的最終目的是完成知識的意義建構。“原電池的工作原理”的教學設計將充分利用學生已學知識,精心設計情境,注重活動探究的設計,通過學生的自主學習、合作學習掌握原電池的工作原理,同時充分理解原電池的工作原理的功能和價值。

2 教材分析

2.1 教材知識體系(如圖1、圖2所示)

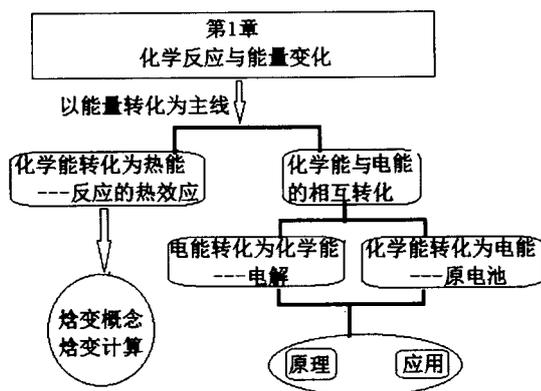


圖1 魯科版《化學反應原理》第1章教材知識體系

“原電池的工作原理”處於《化學反應原理》教材第1章第3節,其他2節依次為:化學反應的

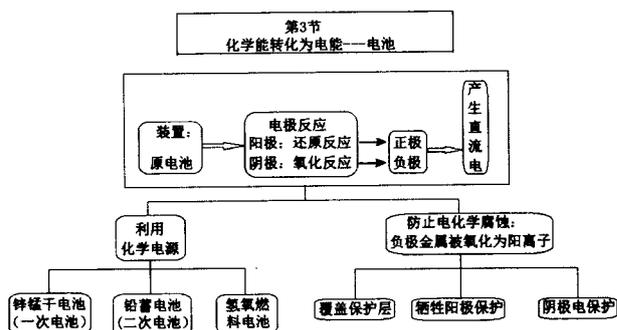


圖2 魯科版《化學反應原理》第1章第3節教材知識體系
熱效應、電能轉化為化學能——電解。教材以“能量轉化”為綱,首先介紹如何通過實驗測定方法和理論計算方法來定量描述化學反應的熱效應,其次介紹電能与化學能相互轉化的具體形式——電解和電池。先學熱化學後學電化學、先學電解後學原電池,符合由易到難,由簡單到複雜的認知過程。第3節“化學能轉化為電能——電池”又包含3部分內容,其先後順序分別為原電池的工作原理、化學電源、金屬的腐蝕與防護,先學習原理,然後再學習原理的應用,體現了原理的價值和功能。

2.2 學科價值

原電池作為化學電池的一種,不僅與物理學中的電學有重要的聯繫,它與化學學科中的幾大領域也有著密切的關聯。

通常人們都說原電池的本質就是氧化還原反應,但原電池之所以能夠產生電流是由於原電池的兩極存在電勢差,而造成電勢差的原因就是兩極物質的結構不同,得失電子的能力就不同。物質的結構決定著物質的性質(氧化性和還原性)和氧化還原電對的電極電勢,從而影響了氧化還原反應的過程和反應的方向以及限度,實現了物質的化學能到

* 通信聯系人, E-mail: zhangfutaol968@163.com

电能的能量转化,这些维度的研究便形成了物理化学中可逆电池研究的基础,而可逆电池的研究也为这些维度的发展提供了理论指导,研究化学电池的科学家更关注的是如何设计出可以批量生产的电池,这与材料科学的领域又有着密不可分的关系。

因此,原电池与化学学科的分支领域有着密切的联系,例如,物质结构、物质性质、化学反应、能量转化、反应方向和限度、分析化学、物理化学以及材料科学等。所以,有关原电池的研究是非常有价值的,对于学生化学学科的学习也是有很大帮助的。

3 学情分析

3.1 学生认知起点及障碍点

通过初中化学和高中化学必修模块的学习,学生已经了解了氧化还原反应的知识,也已经初步认识到原电池的功能即将化学能转化为电能,选修中又学习了热化学和电解的知识,从物质的反应、微粒的运动、能量的转化等各个角度,为原电池的学习奠定了基础。

但原电池内容涉及到发展学生对氧化还原反应、微粒观的认识发展以及分析体系中化学反应的基本思路的培养,这些都会对学生的认知发展带来障碍。虽然关于原电池的知识难度从必修到选修阶段是一个螺旋上升过程,但是由于学生关于电化学知识的欠缺、受到物理学知识的影响以及对语言的错误理解,导致学生存在一定的认知障碍。例如,如何认识电极材料与电极反应物的关系、电解质溶液与电极反应物的关系?如何认识原电池中氧化反应、还原反应分开进行?怎样从微观视角分析原电池中微粒的运动与反应?

3.2 学生思维发展点

首先,可以发展对氧化还原反应的认识。在原

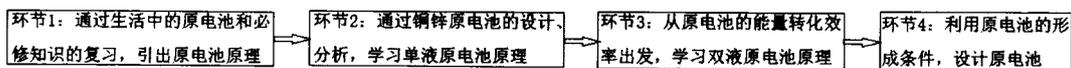


图3 教学设计流程

5.2 课堂实录

5.2.1 通过生活中的原电池和必修知识的复习, 引出原电池原理

[教师] “2013年冬季,全国许多城市出现雾霾天气,再次引起大家对环保节能型汽车的关注。”播放视频:中央电视台新闻频道关于我国氢燃料电池汽车的新闻报道。“氢燃料电池是依据什么原理制造的?”

[学生] 认真观看视频并自主思考。大部分同

学回答:“原电池原理。”
[教师] “那么它是怎样设计的呢?我们先来看看在必修2中已经学过的锌铜稀硫酸原电池,你能否试着画出该装置图,并且写出该装置中发生的总反应方程式呢?”
[学生] 学生A上黑板板演,其他学生在练习本上完成。
[教师] “我们请一位同学评价这位同学画得是否正确。”

4 教学目标及重难点

(1) 知识与技能:了解原电池原理,知道原电池中电子、离子的运动方向、电极反应之间的关系;能写出简单电池的电极反应式和电池反应式。

(2) 过程与方法:通过铜锌原电池电流形成过程的探究,认识到微粒运动(导线中电子和溶液中阴阳离子的运动)和物质变化(电极反应)的内在联系;通过比较分析单液电池和双液电池的异同,拓展对化学反应的认识,更加深刻理解原电池。

(3) 情感态度与价值观:通过学习原电池的功能,让学生体会原电池对于解决能源问题的意义;通过探究实验,比较单液电池和双液电池,让学生体会科学研究对于人类社会可持续发展的重要意义。

(4) 教学重点:原电池的工作原理,书写电极反应式和电池反应式。

(5) 教学难点:原电池中电流形成。

5 教学过程

5.1 教学设计流程图(图3)

[学生 B] 评价学生 A 的板演并修改、完善。

[教师] “我们怎样证明原电池中有电流形成呢?”

[学生 A] “将外电路中接入一个检流计, 根据检流计的指针偏转, 证明原电池中有电流形成。”

5.2.2 通过铜锌原电池的设计、分析, 学习单液原电池原理

[教师] “上述装置可以将锌与稀硫酸反应的化学能转化为电能, 那么换成是其他的反应是不是也可以呢? 请利用提供的试剂和仪器完成下列探究任务。” PPT 展示以下内容:

锌与 CuSO_4 溶液反应中的能量变化与能量转换

1. 将锌粉加入 CuSO_4 溶液中, 测量溶液温度的变化, 分析能量变化情况。

2. 如果锌与 CuSO_4 溶液的反应是放热反应, 请设计实验将该反应所释放的能量转化为电能并实施你所设计的实验。

试剂和仪器: CuSO_4 溶液, 锌粉, 锌片, 铜片, 温度计, 检流计 (G), 导线, 大烧杯。

要求: 小组内先自主思考, 然后小组合作讨论实验方案并实施实验, 组长负责协调。

[学生] 各小组按照要求依次完成实验 1, 设计实验 2 方案并进行实验, 记录实验现象。

[教师] 巡视, 指导。

[教师] “哪个小组展示一下你们的实验现象?”

[学生 C] “我们小组实验 1 的现象: 锌粉溶解, 温度计示数上升, 溶液颜色变浅, 有铜析出。”

[学生 D] “我们小组实验 2 的装置与锌铜稀硫酸原电池相同, 实验现象是: 检流计指针发生偏转; 锌片溶解, 表面也有红色固体物质附着; 铜片表面出现一层红色固体物质; CuSO_4 溶液颜色变浅。”

[教师] “请同学们结合实验现象分析以下几个问题: ①铜片表面析出的红色物质是什么? 这些物质是怎样产生的? 发生了什么反应? ②锌片上发生什么反应? ③电流是怎样产生的? 同学们自主思考后, 可以在小组内交流讨论。”

[学生] 先自己思考后小组讨论。

[教师] “哪个小组展示一下自己的成果?”

[学生 E] “我们小组认为, 锌片失去电子发生氧化反应, 电子转移到铜片上, 溶液中的铜离子移向铜片得到电子发生还原反应, 铜片上析出的红色物质是铜; 检流计的指针发生了偏转, 说明有电流产生, 这是因为电子发生了定向移动。”

[学生 F] “我们小组认为电流的产生不只是电子发生定向移动, 还与溶液中的离子定向移动有关。”

[学生] 鼓掌。

[教师] “同学们回答的很好, 我们再从微观角度分析电流的形成过程。” PPT 动画模拟原电池工作原理。

“因为负极上锌失电子, 电子沿外电路的导线流向了铜电极, 而内电路中 Cu^{2+} 要移向铜极, 定向移动形成了电流, Cu^{2+} 在铜电极上得到电子生成了铜。我们将两极的反应过程表示如下。”

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

[教师] “在该装置中我们将一个氧化还原反应分在了两极发生, 锌电极称负极, 铜电极称正极。可以利用电子的流向记住电极的名称。将正极反应和负极反应相加就可以得到总反应式。请大家写出总反应式。”

[学生] 写出锌和 CuSO_4 溶液反应的化学方程式。

[教师] “请同学们接着思考, 刚才我们做的 2 组实验, 实验 1 是锌片直接与 CuSO_4 溶液反应, 实验 2 采取了这样一个装置, 那么这 2 个反应是否相同? 结合教材第 20 页图 1-3-3 回答。”

[学生] 看课本图片, 进行思考。

[教师] “请一位同学谈谈他的观点。”

[学生 G] “我的观点是, 从本质上看它们都是锌与 CuSO_4 溶液的反应, 反应本质是相同的; 不同点有 2 点, 一是电子转移方式不同, 在铜锌原电池中电子转移是有序的, 锌片与 CuSO_4 溶液的反应电子转移是无序的; 二是能量转化方式不同, 原电池中是化学能转化为电能, 而锌片与 CuSO_4 溶液反应是将化学能转化为热能。回答完毕。”

[学生] 鼓掌。

[教师] “请大家将今天学习的铜锌 (硫酸铜溶液) 原电池与必修 2 中学过的铜锌 (硫酸溶液) 原电池比较, 它们有什么相同点呢? 你能不能从中提炼出这类反应构成原电池的条件呢?”

[学生 H] “我觉得构成这类原电池的条件有 2 点, 一是负极是活泼性较强的金属, 并能与电解质溶液发生反应, 正极材料导电即可; 二是必须将两金属电极用导线连接后插入电解质溶液中。回答完毕。”

[教师] “非常好, 我们可据此设计原电池。”

5.2.3 从原电池的能量转化效率出发, 学习双液原电池原理。

[教师]“刚才做实验时, D 同学所在小组观察到电池工作一段时间后, 锌片上也有少量的红色物质析出, 这是为什么呢? 请同学们先自主思考, 然后小组内交流自己的看法。”

[学生] 自主思考, 然后小组讨论。

[教师]“哪个小组说一下你们小组的结论?”

[学生 I]“我们小组认为产生上述现象的原因是锌和铜盐直接接触, 电子在 Zn 与 Cu^{2+} 之间直接转移, 发生了置换反应。”

[教师]“可以通过哪些方法证明你们的判断? 你们的依据什么?”

[学生] 思考, 小组讨论。

[学生 I]“我们可以通过温度计测量反应前后的温度变化来证明我们的判断, 因为如果直接接触发生置换反应, 化学能就有一部分转化为热能, 导致电解质溶液反应前后温度不同。”

[教师]“如何避免这种现象发生呢?”

[学生] 思考, 小组讨论。

[学生 J]“为了避免这种情况的发生, 只能将锌与 CuSO_4 溶液隔开。但隔开又形成了断路, 不能形成原电池了。我们能否再用导线将其连接起来形成闭合回路呢?”

[教师] PPT 展示锌与 CuSO_4 溶液隔开后的装置图。“从图中可以看出, 用导线是不能将 2 种电解质溶液连接起来的。我们可以采用盐桥将其连接, 那么大家看一下教材第 21 页, 什么是盐桥? 盐桥有什么作用?”

[学生] 看书。

[教师] 准备双液原电池的装置。“这是我们制作的盐桥——1 只 U 型管, 请同学们观察, 未插入盐桥之前, 检流计指针是否发生偏转?”

[学生]“没有。”

[教师]“请同学们认真观察插入盐桥后的现象。”演示实验。

[学生]“检流计指针发生偏转, 锌片溶解, 铜片表面出现一层红色固体物质, CuSO_4 溶液颜色变浅。锌片表面无红色固体物质。”

[教师]“比较图 1-3-2 和图 1-3-4 表示的原电池, 两者有何区别? 你觉得哪个装置更适合设计成化学电源呢? 为什么?”

[学生] 先自己看图思考, 后小组讨论。

[教师] 巡视指导, 参与讨论。

[教师]“哪个小组愿意把你们的结果展示给大家?”

[学生 K]“我们小组认为, 2 电池均实现了化学能向电能的转化, 但图 1-3-4 所表示的原电池能量转化效率更高, 因为它避免了 Zn 与 Cu^{2+} 直接发生置换反应。因此, 有盐桥的原电池更适合设计成化学电源。”

[学生] 鼓掌。

[教师]“我们通过分析可以发现, 加入盐桥后的原电池, 负极上的锌, 也就是还原剂不再接触该反应的氧化剂, 也就是说, 通过这样一个盐桥装置将氧化反应和还原反应分在了 2 个电极发生, 提高了能量转化效率。”

[教师]“我们前面曾提到过氢氧燃料电池, 想一想氢气和氧气能不能混在一起? 它是怎样设计的?”

[学生] 思考。

[教师] PPT 展示氢氧燃料电池的装置图。“分析如图所示的氢氧燃料电池, 其中所发生的氧化还原反应是什么? 两极发生反应的物质分别是什么?”

[学生] 先自己思考, 后小组交流。

[教师] 巡视指导, 参与讨论。

[教师]“哪个小组展示你们的想法?”

[学生 L]“我们小组认为, 该原电池中发生的反应是氢气和氧气反应生成水, 其中负极上反应的物质是氢气, 正极上反应的物质是氧气。”

[教师]“回答的很好。根据以上学习, 你认为原电池中电极反应的反应物一定来源于电极材料或者电解质溶液吗?”

[学生 L]“电极材料和电解质溶液可以不参与反应, 只起导体作用。”

[教师]“很好。那么对于原电池的电极和电解质溶液的作用和选择, 你有何更深的理解? 你能否将前面总结的原电池的构成条件进行完善?”

[学生] 思考。

[学生 M]“形成原电池的条件可以总结为: ①根据反应, 选择合适的金属或非金属材料做电极材料; ②将氧化剂和还原剂分别置于两极表面; ③将两极连接后浸入电解质溶液中。”

5.2.4 利用原电池的形成条件, 设计原电池

[教师]“如果给你一个氧化还原反应, 你能否将其设计成原电池? 应该考虑哪些因素? 请大家思考。”

[学生]“我认为, 对于铜锌(硫酸铜溶液)这类原电池, 我们可用金属作为原电池的电极; 而对于氢氧燃料电池, 我们可选择石墨做电极, 然后将氧化剂和还原剂分别置于两极的表面, 最后用导线

连接两极,并将两极插入电解质溶液中即可。”

[教师]“分成了2类进行分析,非常好。那么根据构成原电池的条件,你能否将氯化铁溶液与铜的反应设计成原电池?请尽可能采用多种方法画出它的装置图。”

[学生]画图(2位同学到黑板上画)。

[教师]巡视指导。

[教师]“请大家看一下黑板上2位同学画的图。先看第1位同学的,你为什么设计出了这样一个原电池?”

[学生N]“我根据铜和氯化铁溶液反应的离子方程式,判断出铜为负极,负极发生氧化反应,正极发生还原反应,并且正极导电就可以了,所以我选择了石墨。关于电解质溶液,我选择了氯化铁溶液。所以构成了这个原电池。”

[教师]“大家做图要规范,我们再来看第2位同学的图,请你谈一谈为什么设计成这样一个装置图。”

[学生O]“为了不让氯化铁和铜直接接触降低转化率,我设计了将石墨和氯化铁放入一个烧杯中,将铜和硫酸铜放入另一个烧杯中,中间用盐桥连接,石墨做正极,铜做负极,电子沿导线移向石墨电极,三价铁离子得电子后生成二价铁离子。”

[教师]“好,盐桥在这里起到导电的作用。很好!有的同学将铜和氯化铁溶液放在了同一烧杯中,能否避免直接反应?”

[学生]“不能。”

[教师]“同学们在用盐桥设计原电池时,不能将负极与能够反应的盐溶液直接接触。”

[教师]“下面请同学们回顾本节课所学内容,并画出本节课的思维导图。”

[学生]画图(各小组各安排一位同学到黑板上画)。

[教师]“请解释你们所画的思维导图。”

[学生]学生解释思维导图,各小组组长及时补充,教师及时给予引导。

[教师]“这一节课我们学习了原电池的工作原理和构成条件,特别是设计原电池时,我们一定要根据反应类型来科学合理地设计。”

6 教学反思

“原电池的工作原理”是各个版本《化学反应原理》教材中非常典型的内容,各种资源较多,在进行本教学设计之前,查阅了很多该课时的设计,发现存在以下问题:

(1) 没有注意各模块教材之间知识的总体设计,对必修和选修的知识深广度把握不准。课堂教学中对必修中已经解决的问题重复设计,既浪费了时间,又让学生失去了学习的兴趣,降低了教学效益。

(2) 对教学素材的组织和挖掘不够深刻。没有认识到素材证据对学生学习知识的重要性,教学素材单一,照本宣科,缺失了知识应有的学习过程,学生的学习难以形成正确的认识,难以形成严谨的知识体系。

(3) 学生活动的探究价值体现不到位。仅仅探究完铜锌原电池的原理就停止了,没有拓展开来,学生对于原电池的认识不够深刻甚至是片面的,对后续学习造成障碍。

(4) 教学中没有充分体现原电池的功能和价值。为什么要学习原电池?学习的意义是什么?导致学生学完原电池的工作原理后,不知道能够利用所学知识解决什么问题。

(5) 对于教材的功能价值理解不到位,割裂了本节知识和本章其他节知识的关系,学生学完本节知识不知道和其他章节内容的宏观联系。

基于以上问题,通过集体研究课程标准、教材和学生基础,在本教学设计中努力还原本部分内容的功能和价值:

(1) 从学生熟知的氢能源和化学电源入手设置情境,既体现本章“能量转化”主线,又体现本节“电池”这一线索,同时还利用新的任务促使学生产生学习的兴趣和动力。

(2) 充分利用活动资源,层层设计问题,促使学生在思考的过程中,对知识逐渐加深认识的同时,利用已有知识解决问题并发现问题,充分体现探究功能,培养学生的思维能力和创造能力。

(3) 充分挖掘教学素材,利用“问题”驱动知识学习的深入展开,形成科学严密的知识学习证据链条,为形成正确的认识奠定基础。同时也解决了单双液原电池的教学设计问题,实际上都是学习原电池的证据链条上不同层次的具体体现。

致谢:感谢北京师范大学王磊教授、海淀区教师进修学校支瑶老师对笔者课堂教学设计的指导!

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(实验). 北京:人民教育出版社,2003:23-24
- [2] 王磊. 普通高中课程标准实验教科书:化学反应原理(选修). 济南:山东科学技术出版社,2011