



# “具身认知”视域下的高中化学课堂教学课例\*

## ——“原电池的原理及应用”

杨 茵

(江苏省木渎高级中学 江苏 苏州 215101)

**摘要:**具身认知是一种全新的认知范式。以“原电池的原理及应用”为例,阐述具身认知视域下的高中化学教学是学生身体体验的过程,更加注重认知的情境性,更加注重参与体验,更加注重合作交流。让学生以体认的方式认识化学世界,发展学生的思维能力,提升学科核心素养。

**关键词:**具身认知;体验;化学课堂;原电池;应用

文章编号:1008-0546(2022)04-0066-04

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2022.04.014

20世纪70年代以来,认知科学领域经历了一场重大变革,从关注学习者“心理”发展为重点的“离身认知”,走向意识到身体的参与对学习意义建构重要性的“具身认知”。叶浩生教授是国内第一个为具身认知作出较完整定义的学者,他认为具身认知可以从三个视角解读:第一,身体的状态直接影响着认知过程的进行,知觉和运动系统在概念形成和理性推理中扮演了要素角色;第二,大脑与身体的特殊感觉—运动通道在认知的形成中扮演着非常重要的角色,概念的使用涉及到真实体验的感觉—运动状态的再激活;第三,认知是基于身体的,而身体处在环境的大背景下,认知、身体和环境组成了一个动态的统一体<sup>[1]</sup>。

随着具身认知理论的发展,把具身认知理论应用于教学的研究也逐渐兴起。具身学习理论强调学习者学习过程的具身性,让学习者的心智、身体与环境不断交互包容,在此过程中学习概念,发现规律,掌握原理。这与化学教学中常用的实验探究、观察思考、证据推理、模型认知等的研究方法非常契合。具身认知视域下的高中化学课堂,教师在教学中应强化情境性、具身性以及交互性的设计。具体可通过创设真实、探究的教学情境调动学生动手的积极性;通过问题讨论增加师生、生生交互性;借助实验以体认的方式认识化学世界,形成化学经验。从而使学生在亲历中感受到丰富的、直接的体验,使课堂更开放和有意

义,有效提高教学的实效性,发展学生的化学学科素养。

笔者以原电池的原理及应用高二复习课教学设计为例,谈谈具身认知视域下的化学课堂体验教学。

### 一、课前思考

复习课是我们教学中一种重要的课型,它可以诊断和弥补新授课中的不足,帮助学生建构系统化和结构化的知识网络。但若还是像新授课一样仅仅关注知识点的讲解,学生会觉得“炒冷饭”,没意思。因此,本节课从具身认知角度对学科知识进行重构,以研究主题为中心,以问题为导向,以探究为载体,以实验为抓手,充分发挥了学生的主动性,让学生在一个动态、开放的环境中接收知识,培养学生实验动手能力和创新精神,注重渗透核心素养的培养,让学生感受化学科学的生活价值、社会价值。

整节课明暗两条线索贯穿课堂研究的始末,明线以“设计装置使LED灯发光”为研究主题,三个探究性问题:“为什么会亮”“如何使它亮”“如何更亮,亮的时间更长”培养学生在实际问题解决过程中不断迁移应用化学知识的能力,锻炼学生开阔的思路,提升学生思维水平。同时以电池发展史教学素材为暗线,沿着原电池科学发展轨迹,从电池材料和电池结构两个方面的发展帮助学生厘清原电池工作原理在具体的应用实践中研究的视角和路径。

\*本文系江苏省前瞻性项目“指向深度学习的自能教育的深化研究”、江苏省教育科学“十三五”立项课题“化学教师对模型的认识与应用研究”(项目编号:D/2018/02/09)及江苏省教育科学“十三五”立项课题“基于专业学习共同体的教研组变革策略研究”(项目编号:J-c/2018/41)的阶段性研究成果。



本节课设定的教学目标为:

1.通过对真实问题情境“如何使LED灯亮”的探索,经历思考、讨论、实验等交互活动过程,让学生的心智、身体与环境不断交互“碰撞”,获取对学科知识的“活”的生活体验。

2.从电势差角度深度理解原电池的工作原理,发展学生宏微探析的能力。

3.能运用原电池工作原理设计简单原电池装置,培养学生探究与实践实际运用知识的能力。

4.通过对电池发展史的了解,理解社会生活中的科学,感受到化学对人类生活的改变。

## 二、教学过程

### 1.创设情境,激发兴趣

【引入】小侄儿的自然课老师要求用家里的物品设计装置使LED灯亮起来。现在家里有这些物品。

【情境】有铅笔、水、水杯、泡沫塑料盒、铜钥匙、铁钉、带鳄鱼夹的导线、柠檬、9V南孚电池、LED灯、鱼缸增氧泵、硫酸铜、袋装食盐等物品。如何设计装置让LED灯亮起来?

【讨论一】LED灯为什么会亮?

【学生】有电流。

【过渡】该装置实现了能量怎样的转化? 这样的装置称为什么装置?

【学生】原电池:化学能转化为电能

设计意图:具身认知认为大脑嵌入身体,身体嵌入环境,三者构成了一体的认知系统<sup>[2]</sup>。身体一旦离开了情境,大脑的工作往往是机械性的,所以,通过创设“如何设计装置使LED灯亮起来”的实验问题情境,给学生创造充足的与环境互动的机会,调动学生的多种感知觉经验,让学生身临其境地去发现问题、思考问题和解决问题,这样不仅能调动学生学习积极性,还能促进学生认知的发展。

### 2.动脑动手,探索路径

【讨论二】你能想到几种方法让LED灯亮起来?

【学生1】铁钉、铜锁插入柠檬中,连接导线与LED灯连起来。

【学生实验1】铁铜“水果电池”使电流表指针偏转,但不能使LED灯亮。

【提问】铁铜“水果电池”是否构成电源? 为什么LED灯不亮?

【学生回答】构成电源,但电压小,所以LED灯不亮。

【讲述】水果电池也是电源,依据“铁铜水果电池”画出等效电路图。电池中存在电势高低。

【提问】铁铜两极那端电势高?

【展示】铁铜原电池等效电路图(图1)

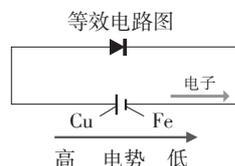


图1 铁铜原电池等效电路图

【讲述】电子从电势低的负极流出,定向移动形成电流。

【学生2】用导线把9V电池和LED灯连起来。

【解释】想法很好,但LED灯功率比较小,只有3V,9V电池接上去电压大会爆掉。

【学生3】削铅笔取铅笔芯,和铁钉、食盐水、导线构成原电池产生电流。

【学生实验2】铁棒-石墨棒-食盐水电池使LED灯亮。

【提问】正负极上什么物质在反应?

【学生】书写电极反应式

【讲述】这与我们熟悉的钢铁吸氧腐蚀发生的反应是不是一样的?其实这里就是发生了铁的吸氧腐蚀,氧化剂来自于空气中的氧气。我们知道很多金属都能和氧气反应,科技工作者由此制成了金属空气电池。

【展示】金属空气电池结构图(图2)

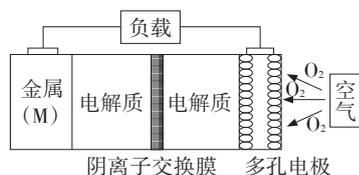


图2 金属空气电池结构图

【提问】多孔正极的作用?

【介绍】其中锌-空气电池是研究最多且已广泛应用的一种电池,用途之一可用作助听器专用电池。

设计意图:身体经验是建构知识的源泉之一,能让学生感受到课本知识“活”起来了,与生活环境“接轨”。通过问题讨论增加师生、生生交互性,获得多种实验方案;借助实验以体认的方式获得直观感受,引发认知冲突,简单原电池装置可以生电,但不一定有稳定电压,这样建构知识的认知方式能让学生印象深



刻。同时由简单的原电池工作原理类推出复杂的具有广泛应用的金属空气电池,培养学生对感知的情境进行类比应用的能力。从而使学生在亲历中感受到丰富的、直接的体验,使课堂更开放和有意义,有效提高教学的实效性,发展学生的化学学科素养。

### 3. 小组探究,提升功能

【讨论三】如何让LED灯更亮,维持时间更长?

【讲述】要使LED灯更亮,维持时间更长,也就是要增大电势差,增大电容量。有哪些方法?

【学生】可以把几个水果电池串联起来

【PPT】方法1.串联

【讲述】这个方法1800年伏打就使用了,他把锌板、铜板之间夹含食盐水的湿布,一层一层叠起来制成伏打电堆成功产生了电火花,提供人们研究直流电的可能性。伏打电堆就是课本上介绍铜锌硫酸原电池的雏形。

【学生实验3】多个铁铜“水果电池”串联使LED灯亮

【提问】我们知道单液原电池有很多缺陷,例如能量转化率很低。转化效率低的原因? 如何进行改造?

【学生】氧化剂和还原剂直接接触,部分能量以热能形式散发出去。可以把单液电池变为双液电池,将氧化与还原分开,让电子的运动有序。

【PPT】方法2.改变电池结构

【介绍】1836年丹尼尔发明双液电池,用盐桥构成闭合回路,能形成稳定电流,

【提问】双液电池中哪端电势高? 锌、铜电势差产生原因?

【讲述】金属在盐溶液中的“溶解沉积”平衡(图3)。

Zn片在ZnSO<sub>4</sub>溶液中存在:



金属越活泼,溶解趋势越大

Cu片在CuSO<sub>4</sub>溶液中存在:



金属越不活泼,沉积趋势越大

图3 金属的溶解平衡图

所以,锌棒上带负电荷,同时吸引溶液中异种电荷;铜棒上带正电荷,同时吸引溶液中的异种电荷。

【PPT】播放动画,锌棒和铜棒上产生电势差的原因(图4)

【讲述】锌棒和铜棒上产生电势差,锌电势低,铜

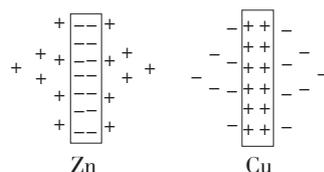


图4 铜、锌电势差

电势高。

【提问】当用导线把锌棒和铜棒连接,导线中发生什么变化?

【过渡】丹尼尔电池并不能广泛使用,因为体积太大。真实的第一个实用电池1887年赫勒森发明的干电池,和我们现在用的干电池差不多。

【展示】赫勒森干电池结构

【介绍】电解质不是溶液,而是糊状的氯化铵,便于携带。

【过渡】如果我们再来看新型的电池,内部结构又发生改变,是螺旋状的,正极、负极、电解质和隔膜都压成片状,螺旋状卷起来。

【展示】新型干电池解剖图

【提问】隔膜(离子半透膜)起了什么作用?

【学生】隔离正极和负极,防止接触产生短路;让离子能顺利通过,沟通离子通路。

【提问】大家想要的电池是什么样的?

【学生】质量轻,方便携带,提供电能大,便宜。

【过渡】电化学里把电能除以质量,得到一个参数叫比能量。就是参与反应的单位质量的电极材料放出电能的多少。比能量越高,电池是不是越好,满足大家希望的质量轻、电能大的要求。所以科学家们需要寻找比能量高的物质。

【PPT】方法3.改变电极反应物

【提问】比能量怎么求? 请以锌为例进行计算。

【讲述】老师把常见金属算了一下,排了个队。

【PPT】负极反应物角度寻找比能量高的物质

(1)金属中的比能量大小顺序:

Be	Li	Al	Mg	Ca	Na	Fe	Ni	Zn	K	... Pb
2	1	3	2	2	1	2	2	2	1	2
9	7	27	24	40	23	56	59	65	39	207

【讲述】虽然铍的比能量高,但是有毒,不能使用,所以我们现在常用电池的负极材料是锂铝镁。尤其是锂系电池,锂系电池中现在普遍使用的是锂离子电池。今年的诺贝尔化学奖颁给了三位在锂离子电池领域作出巨大贡献的科学家,研制出世界上最强的电池。

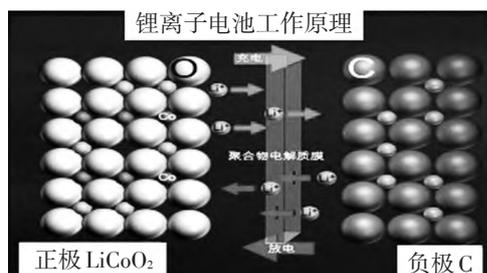


图5 锂离子电池工作示意图

【展示】锂离子电池工作示意图(图5)。

【提问】锂离子电池是如何工作的?

【介绍】脱嵌技术。在充放电过程中,  $\text{Li}^+$  在两个电极之间往返嵌入和脱出, 被形象地称之为“摇椅式电池”。充电时,  $\text{Li}^+$  从正极脱嵌经过电解质嵌入负极, 正极处于贫锂态, 同时电子的补偿从外电路供给到碳负极, 保证负极的电荷平衡; 放电时,  $\text{Li}^+$  从负极脱嵌经过电解质嵌入正极, 正极处于富锂态。

【提问】除了金属以外, 还有没有比能量高的物质?

【学生】 $\text{H}_2$

【PPT】(2) 非金属  $\text{H}_2$  的比能量:  $\frac{2}{2}$

【过渡】 $\text{H}_2$  的比能量特别的高。1839年格罗夫通过电解硫酸溶液制造了第一个“气体电极电池”, 该装置的原理是现代燃料电池技术的基础。下面我们也一起来实验一下。

【学生实验4】往泡沫塑料盒中倒入适量水(已加入少量硫酸钠溶液), 在铅笔芯两端接上9V电池电解水, 30秒后拿开9V电池, 接上LED灯, 观察实验现象。

【讲述】不同于一般电池的活性物质贮存在电池内部, 因此限制了电池容量, 燃料电池的正、负极本身不包含活性物质, 因此燃料电池是名副其实的能量转换机器。

【PPT】燃料电池结构示意图

【提问】燃料电池负极和正极反应物可以是哪些物质? 电解质可以有哪些类别的物质?

【学生】书写电解质为氧化物时燃料电池电极反应式。

【介绍】从最早的磷酸做介质的一代产品, 到熔融碳酸盐的二代, 以氧化锆、氢氧化钾作电解质的未来三代产品, 发电效率不断得到提高。

【提问】还有没有其他方法使LED灯亮?

【演示实验】把两块相同的铜片, 分别插入盛有不同浓度硫酸铜溶液的两只烧杯中(以盐桥连接两烧

杯), 接入灵敏电流计, 观察现象。

【解释】高浓度的为正极, 低浓度的为负极。由于浓度差异造成电势差异。硫酸铜浓差电池在两个电极上分别发生了氧化还原反应。

【介绍】海水浓差发电是利用陆地水和海水之间有3%左右的盐分浓度差, 实现化学能与电能的转换。

【讲述】利用原电池工作原理开发了很多电源(图6)。

【板书】如图6

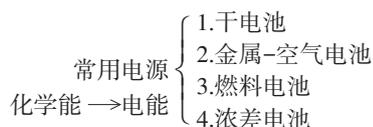


图6 常用电源

设计意图: 对深度知识的理解和掌握光靠想象很难实现, 需要教师通过多角度的问题链和多层次的具身实验, 让学生在问题解决中和实验探究中将心智根植于身体, 将身体根植于环境, 从身体和环境的互动反馈中深刻理解、把握和迁移运用知识。通过串联的方法增大电势差, 增大电容量, 这是学生容易想到的, 但改变电池结构和改变电极反应物这两个办法需要老师引导和启发。通过对电池发展史的介绍, 能很好地营造标识化科学环境, 让学生在沉浸式感染中挖掘电池发展的内涵和意义。

4. 展望未来, 深化认知

【过渡】展望未来, 要获得高电压, 高电容量的电池, 可以从哪些方面入手?

【学生】归纳未来电池的研究方向: (1) 寻找和改进合适的电池材料。(2) 改良电池结构。

【PPT】钠电池和石墨烯电池(图7)

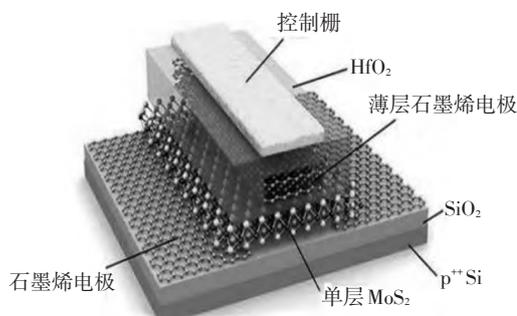


图7 石墨烯电池工作示意图

【介绍】(1) 锂是稀有元素, 比较昂贵, 可以用更容易获得的比容量也不低的钠离子制造钠电池, 大大降低电池的价格。

(下转第52页)



师:多角度有序地认识物质及其变化,能帮助我们更全面了解物质世界。为了进一步巩固所学知识,请同学们在课后再画一个物质的认识模型,请看屏幕。

(投影)迁移应用(课外完成):结合已有知识,通过上网查阅相关资料,参照“多角度认识物质的思维模型”,请你画出“关于双氧水的认识模型”。

### 六、教学效果与反思

本节课以宏微辨析和模型认知素养为导向,引导学生在四次基于化学视角的“画水”活动中较好地达到以下效果:(1)借助微观模型让水的变化过程动起来、外显出来,进一步提升了宏微融合能力。(2)通过建构关于水的认识模型形成了多角度分析问题的思考框架,进一步发展了模型认知素养。(3)在不同视角的“画水”活动中充分感受化学学习的魅力,进一步激发了学习化学的兴趣。

不足之处:(1)由于时间关系,部分“迁移应用”内容没能让学生在40分钟的课堂上完成,调整为在课后以巩固练习的方式完成。(2)由于笔者所任教的学校是一所生源不理想的乡村学校,通过观察学生的表现

(上接第69页)

(2)石墨烯电池:石墨烯一层层叠起来就是石墨。

【提问】石墨烯中每个碳原子杂化方式?

【学生】 $sp^2$ 杂化。

【讲述】对,每个碳原子均为 $sp^2$ 杂化,并贡献剩余一个p轨道上的电子形成大 $\pi$ 键, $\pi$ 电子可以自由移动,赋予石墨烯超乎想像的导电能力。另外,石墨烯电池中孔洞的数目比石墨要多,对于目前的利用脱嵌技术的电池来说,如果电极材料中的孔洞越多,则这个过程进行得越迅速。在宏观的角度看则表现为蓄电池充放电的速度越快。所以,石墨烯电池有非常远大的前景。

【总结】今天我们一起讨论了电池的前世今生和未来,从最初的伏打电池到现在的锂电池,仅仅经历了200多年的时间,但真切地改变了我们的生活,这些电池的发明都基于我们化学的原电池原理,可见科技力量的伟大。

设计意图:课堂的有效性来源于学生学习的有效性,身体的情境性、自主性和动态性能让学生积极投入到学习中,学习兴趣得到极大提高。抽象知识的学习来源于自身的经验和体验获得,具身性学习活动促

发现仍然有一部分学生(中下生)的微观探析和模型认知能力尚处于低水平层次。这也表明学科核心素养的形成与发展不是一朝一夕的事情,更不可能只是通过一两节课就可以养成。

改进建议:(1)从保持教学内容的完整性和给予学生充足思考时间的角度出发,可以尝试上60-80分钟的大课。(2)在初中化学第1至4单元学习乃至今后的化学教学中进一步突显素养导向。

### 参考文献

- [1] 徐泓,夏建华,盛恩宏.核心素养导向下中考化学试题特点分析及对命题的思考——以2018年安徽省中考化学试卷第15题为例[J].化学教育(中英文),2018,39(21):1-5.
- [2] 乐进军,潘立红.遵循认知规律 优化课堂教学——以“分子”教学为例[J].化学教育,2015,36(19):32-35.
- [3] 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.
- [4] 杨玉琴.化学核心素养之“模型认知”能力的测评研究[J].化学教学,2017(7):9-14.

进学生对原电池工作原理深度的理解,从而能迁移利用知识解决未来电池这类复杂的问题。

### 三、教后感悟

具身认知理论认为教学不应是简单地机械地记忆知识,而应是教师与学生、学生与学生之间合作认知发展的过程。这与新课程改革改变学生简单接受知识的现状,培养学生学科核心素养的理念是一致的。

所以,通过创设“如何让LED灯亮起来”的实验情境,让学生成为课堂实践中的“合法”参与者,充分调动学生参与课堂教学的积极性,在“设计实验方案-进行实验操作-感知实验结果-优化实验方案”的实践中增加对学科知识和学科技能的感受性和理解性,有助于学生对知识的积极建构和迁移应用。在与他人和社会的融合,自然与自我的统一中,探求知识情境化意义的生成,完成复杂问题的解决。

### 参考文献

- [1] 刘钊,舒寒.具身认知及其对课堂教学的启示[J].心理技术与应用,2015(7):34-37.
- [2] 叶浩生.具身含义的理论辨析[J].心理学报,2014(7):1032-1042.