

化学与物理、生物学科的跨学科 融合教学探索

——以“原电池的认识与运用”为例

储开桂

摘要:以“原电池的认识与运用”为例,综合运用物理、生物等其他学科资源,创设真实情境,整合教学内容,创新教学方式,促进学生综合素质和核心素养的提升,为高中化学课堂融合教学进行了有益的探索。

关键词:融合教学;原电池;物理;生物学科;模型构建

中图分类号:G434

文献标识码:A

2014年3月,教育部颁发的《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》明确指出,“要统筹各学科,充分发挥人文学科的独特育人优势,进一步提升数学、科学、技术等课程的育人价值,加强学科间的相互配合,发挥综合育人功能,不断提高学生综合运用知识解决实际问题的能力。《普通高中化学课程标准(2020年修订版)》^[1]中强调高中化学课程在教材编写、教学内容组织、选修课程建设上要重视跨学科内容与知识的综合,引导学生在更宽广的学科背景下认识物质及其变化的规律,帮助学生拓宽视野,开阔思路,综合运用化学和其他学科的知识分析解决有关问题,发展学生的科学素养。

以大概念引领、以跨学科融合为路径,进行多角度、多层次、全方位探究式学习,不仅有利于促进学生学习方式的转变,提升学生的综合能力与学业质量,更能使得学生有机会深

刻理解化学不仅与经济发展、社会文明的关系密切,也是材料科学、生命科学、环境科学、能源科学和信息科学等现代科学技术的重要基础。

一、问题的产生

学校校园文化艺术节是学生展示自己才华和能力的大舞台。化学科技节的活动因其独特的魅力备受学生青睐。“奔跑吧,小车”的科技节活动吸引了很多高一学生积极参与。每一队参赛选手需要完成的任务:①设计原电池,做动力——尽可能产生更多的电量;②制作创意小车,展示你的个性——自己制作,不买套装,可购买微型电动机和齿轮;③两者的完美结合,让它驰骋一中校园。这是一个集化学、物理、工程、技术等多个内容的挑战项目,是一个团队协作的项目。为了能使自己的“爱车”称霸校园,我们的参赛选手可谓“绞尽脑汁”“煞费苦心”。

赛后进行总结与交流时,学生们最关心的

储开桂,江苏省无锡市第一中学,高级教师。本文为2022江苏省基础教育前瞻性教学改革项目“大模型教学:深度发展科学思维的高中理科实践研究”、2023江苏省普通高中课程基地项目“像工程师一样实践”、无锡市“十四五”规划课题“发展学生工程思维的化学工程课程设计”(课题号:GCZX/2023/27)研究成果。

问题是:①小车为什么能跑起来?②为什么有的参赛选手设计的水果电池有电流通过,甚至电压达到1.7V(超过一节干电池),小车却没跑?③水果做电池是因为其中富含果酸等电解质,这些电解质是怎么产生的呢?

比赛之后产生的问题,有些问题的解答在我们高中化学课程的内容之内,有些还需要物理学科和生物学科知识的帮助。于是围绕“原电池的认识与运用”的课题,用跨学科融合的思想,和学生们一起探究问题背后的原因。

二、融合课堂的教学设计与实践

“原电池的认识与运用”融合课题基于真实情境的完整的问题,由3位不同学科教师协作完成。融合课堂进行的基础是3W方法理论:课堂融合是什么?为什么要进行课堂融合?怎么进行课堂融合?在充分研讨学生已有的认知、现阶段学生的素养发展要求的基础上,我们建立了如图1所示的教学程序。

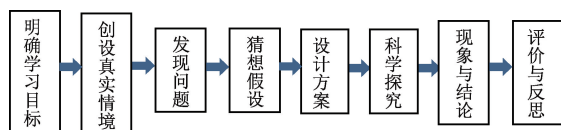


图1 三师融合课堂教学程序的模型构建

“原电池的认识与运用”的课题教学以化学课为引领,三科相关内容的教学方式均采用小组合作学习模式,通过科学探究的一般程序

去引导学生认识原电池、建构原电池和运用原电池。

(一) 确立学习目标,寻找知识的关联

通过高中化学必修课程的学习,学生应该知道化学反应可以实现化学能与其他能量形式的转化,能以原电池为例认识化学能可以转化为电能,能从氧化还原反应的角度初步认识原电池的工作原理。跨学科融合教学必须以核心素养为导向确定学习目标,启发学生从化学的角度发现、思考和解决“原电池的形成”的现实问题,通过对物理、生物学科的知识获得,实现跨学科知识的整合,从“原电池的形成”走向“原电池的运用”,提高学生综合应用知识的能力,促进学生学习方式的变革,努力使学生具备适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力。表1为跨学科融合教学“原电池的认识与运用”学习目标。

(二) 创设真实情境,理清学习的主线

跨学科融合教学的教学情境应该是真实的,源自生活实践,立足于学生的思维特点,遵循学生的身心发展规律。因此,我们创设真实且富有价值的问题情境,一方面能帮助老师们理清教学思路和主要线索,另一方面旨在激发学生学习的兴趣和内驱力,并通过亲自实践来解决遇到的实际问题。表2为跨学科三科融合教学情境创设。

表1 原电池与物理、生物相关联的内容与目标






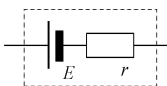
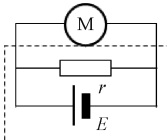
化学科内容与目标	关联的物理科内容与目标	关联的生物科内容与目标
能举出化学能转化为电能的实例		
能辨识简单原电池的构成要素,加深对氧化还原反应本质的理解	理解电源电动势和内阻,感受电源电动势与外电路电压的不同与内在联系	认识水果中的电解质;生物电池的初步认识
能分析简单原电池的工作原理	尝试研究电阻与导体长度、横截面积定性关系在原电池内阻上的应用	
构建学习原电池的模型,提高模型认知能力	建立“电动势+内阻”的实际电源模型,化学原电池到物理电源内阻的发现和探究	认识水果电池
科学态度与社会责任核心素养的养成		生物电池的前景与运用,提高学生的社会责任和学习积极性

(三) 巧设探究活动,养成核心素养

核心素养是新一轮课程改革明确倡导的一种全新的育人观,核心素养实际上是个体在面对复杂不确定的情境时,综合运用多学科知识、

原理和方法解决实际问题所表现出来的必备品格与关键能力,核心素养的培育离不开跨学科知识与思维的融合互通^[2]。对比研究可以发现,化学、物理和生门三门课程都聚焦学生的科

表2 三科融合教学情境创设

学科	情境创设	教学线索	学生活动
化学	①天津大学备成 Chem-E-Car 竞赛的高清视频 ②教师演示自制小汽车(镁片、铜片、稀硫酸溶液) ③如果你是参赛者,你准备如何设计你的汽车原动力?	视频和演示实验: ①小汽车为什么能跑?  电流的形成  电流形成原因分析  原电池装置的形成特点 ②原电池形成条件的设想  原电池形成条件的探究  原电池形成条件的总结(模型构建)	观看视频;观察演示实验,交流讨论总结出设计原电池需要的条件: ①金属或石墨棒做电极 ②电解质溶液如酸或者盐溶液等 ③形成闭合回路
物理	①电池能让额定电压为 1.5V 的小车运动,水果电池为什么不能让小车跑起来? ②如果我们将一个电阻连到电源两端,请大家根据电源模型,判断电阻两端测得的电压与电动势是什么关系。 ③国外有人尝试用水果电池给手机充电,也成功了,不过用到了两千多个橙子。	电源的两个重要物理参数 ①电源电动势(E)和内阻(r)  ②电压小于电动势  ③影响电阻大小的因素:距离、横截面积等	①观察老师演示水果电池拉小车(电压一样,小车跑不起来) ②学生猜想小车跑不出来的原因:电流不够大、电损失过快 ③分组实验,验证猜想。利用万用表测量水果的电阻、电压、电流 ④探究水果电池的内阻与探针在水果上距离的关系、水果横截面的关联 ⑤根据数据,总结实验结论:实际工作电压总是小于电动势
生物	①植物中有机酸的种类、来源(图片) ②介绍心脏起搏器的发展过程,尤其是中国科学家在这方面的研究	①复习细胞无机盐的种类和作用,了解植物对无机盐选择性吸收 ②了解有机酸的细胞内生成机理	了解生物电能的产生和利用,感受基础学科在生命科技中的应用

学(实验)探究、科学态度(责任)的培养。充分运用跨学融合思想,巧妙设计探究活动,为学生对“原电池的认识与运用”的深入学习提供平台和保障。下面是三科探究活动设计及实施过程。

探究活动 1:你能否让小车跑起来?(运用知识:化学)

师:目前新能源汽车迅速发展,其中一类新能源汽车就是纯电动汽车。今天我们就可以运用刚刚所学的内容,利用锌片(2片)、铁片(2片)、铜片(2片)、碳棒(2片)、 CuSO_4 溶液、硫酸溶液、无水乙醇、导线、电流计等实验用品

为小车设计一个简易电池,让这个“新能源小车”再次跑起来。

(说明:可根据学生已有化学知识适当增减探究活动提供的实验用品的种类)。

学生活动过程:①画出自己设计的原电池的装置图。

②分组讨论,各组汇报本组所设计的原电池的工作原理、材料选择。说明设计意图和理由。

③根据自己所选电极材料、电解质溶液、导线连接成原电池。

④使用万用表测定本组设计电池的工作电压和电流,并将所测数据填入记录表 3 中。

表3 电池设计方案及数据测定记录

设计方案	实测电压(V)	实测电流(mA)	备注
Zn- CuSO_4 -Zn	0 或者有微弱偏转	0	锌片纯度有差异,导致会有微弱电势差
Zn- CuSO_4 -Cu	1.4	1250	实测
Zn- CuSO_4 -C	1.5	1760	实测
Fe- CuSO_4 -Cu			提出设想,未测定
Fe- CuSO_4 -C			提出设想,未测定
Zn- CuSO_4 -Fe			提出设想,未测定

[设计意图]学生自己设计实验、探究实验,小组总结、修正原有的方案,使学生体会探究学习的一般过程。学生通过原电池形成条件及效果的探究,总结共性和规律,形成模型化认知,加强对原电池形成条件的认识和理解。培养学生思维的缜密性及口头表达能力。

探究活动 2: 探秘水果电池。(运用知识:生物)

师:①你觉得可以用水果代替上述电池中的电解质溶液吗?

②你觉得用什么水果效果会更好?谈谈你的想法。

③检验你的想法:利用上述电极材料和所提供的橙子,制作水果电池并测定其电压和电流。

学生活动过程:①了解水果中电解质的来源。

②学生分组实验,利用所给材料,连接成水果电池并测定其电压和电流(电压 1.5V - 1.8V,电流很微弱)(见图 2)。

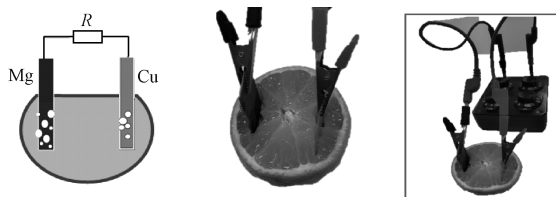


图 2 水果电池探究

[设计意图]利用水果电池激发学生的学习兴趣。学会运用所学知识,跨学科解决实际问题。通过对比实际电流值的差别,引起学生的思维冲突,激发进一步探究水果电池电流弱的原因。

探究活动 3: 利用水果电池验证几个猜想。(运用知识:物理)

师:提供实验器材:水果电池、电阻箱(9000 Ω)、电压表(20V);要求学生测量对象为电源电动势、R 两端的电压。

①R 两端的电压小于电源电动势吗?

②尝试测量内电阻 r 电压,验证电源内电流方向。

③有哪些实验手段可以减小内阻呢?

学生活动过程:①将水果电池(橙子电池)与 9000 Ω 的电阻箱连接,并用电压表测量电阻箱两端的电压(电压表示数约 0.4V)。总结得出结论:电阻分得的电压比电动势小。推测水果电池内阻的数量级大概几千欧。

②改变水果电池中两电极之间的距离,测定分压的变化与电极距离变化之间的关系。

③削掉部分水果中间区域,内阻横截面减小,观察内阻的变化情况。

[设计意图]通过在水果电池上外接电阻,探究水果电池的内阻,建立观点、结论和证据之间的逻辑关系。控制变量进行实验探究,认识科学探究是进行科学解释和发现、创造和应用的科学实践活动,培养学生敢于质疑、勇于探究的学科素养^[3]。

小组讨论后,每组根据讨论结果实际测定原电池的电压和电流,分析产生差异的原因。在总结的基础上,又提出可以设计出另外 3 种原电池。

(四)深化学科融合,走向深度学习

跨学科融合教学不是简单地将化学、物理和生物的学科知识进行堆砌和罗列,而是要通过各学科知识间的逻辑关系进行有机融合。高一的学生已经具备的认知含氧化还原反应理论、电解质及其电离理论、初中基本的电化学基础、生物学中对水果的初步认识、细胞无机盐的种类和作用等是我们进行融合教学的前提和基础。

通过“跑动的小车”的情境引入,激发学生思考小车跑动的原因,通过与氧化还原反应的理论知识相结合,得出形成电流的原因(见图 3)。然后学生通过实验探究,对比分析,归纳出形成原电池的条件。整个活动的设计指向学生核心素养“证据推理与模型建构”的养成。

在总结得出原电池形成条件后,物理老师就学生追问的“为什么有的小车跑不动”问题进行深度探讨。物理老师同样设计探究实验帮助学生检验“水果电池存在很大内阻”设想。将学生对原电池学习中存在的困惑逐一化解。并进一步提供研究材料:化学反应只在电极和

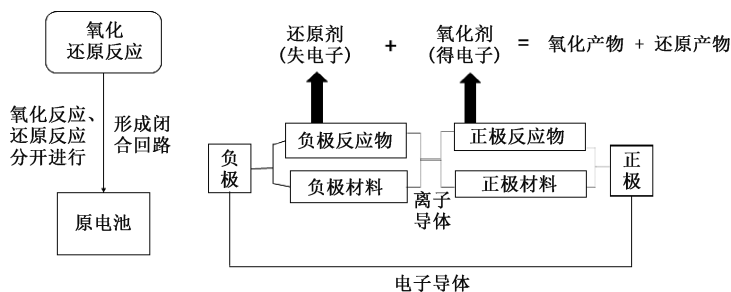


图3 设计原电池基本思路建模

溶液接触的一个极薄层内发生,这个薄层的厚度大约在 10^{-10}m ,这就意味着,在铜电极附近,这个薄层靠铜一侧的电压高于靠液体一侧的电压,同样,在锌电极附近也有类似的电压,这两个电压共同决定了电动势。为学生理解内阻和实验探究电池电动势做了深度分析。在此基础上研究了影响原电池内阻的因素。

生物老师从学生熟悉的电解质出发剖析了水果中电解质的形成过程,并对生物电池的应用做了拓展介绍,畅谈生物电池未来的情景,激发学生对于科学探究的热情以及树立学好科学服务人类的远大志向。

三、反思

以“原电池的认识与运用”为载体,通过化学课程的引领,与物理、生物课程进行跨学科融合教学活动是我们进行融合课堂教学的一次尝试;以“原电池的认识与运用”整合三门学科关联内容为基础,打破知识内容界限和学科壁垒,培养学生综合的问题解决能力和创新的实践素养,对我们理科老师的教学是一次突破。我们不仅做到了课堂教学形式上“创新”,更是在教学内容上“求实”、教学方式上“求变”、综合思维上“求活”。通过化学、物理、生物跨学科的

融合创生,使得学生对于“原电池的认识”从感性走向理性;通过有真实意义情境的创设,让学生在真实问题背景下进行探究学习,真正做到“做中学”“用中学”“创中学”。通过跨学科融合教学,形成“证据推理与模型建构”的典型教学方式。我们的老师在教学过程中有了新的收获和理解,我们的学生也得到意想不到的增值收获。通过跨学科融合教学的尝试,我们还需要在教育教学中不断优化实施路径,将国家课程与校本课程相结合,为学生创设更多的“大课堂”,鼓励学生综合运用跨学科知识进行项目探究、动手合作和实践创造,以期更好地满足学生实现终身发展和社会发展的需要,促进学生的全面发展。

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(2017年版2020年修订)[M]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [2] 张劼. 跨学科融合教学的问题与实践[J]. 中国教师,2021(9):67.
- [3] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[M]. 北京:人民教育出版社,2020.

(责任编辑:加顺花)