

ADI 模式在高中化学课堂教学中的应用

——以“电解池”教学为例

文 | 吴汝华 徐 斌

一、问题提出

新课程改革强调教育者要积极探索以情境、问题为导向,提倡互动式、启发式、探究式、体验式的课堂教学模式。论证式探究教学模式 (Argument-Driven Inquiry instructional Model) 简称 ADI。该教学模式建立在构建主义理论和认知学习理论的基础上,将活动探究和教学实践相结合,教师引导学生参与到论证和探究的过程中。Driver, Newton 和 Osborne 认为学生在经历论证中获取了科学知识、本质原因、模型构建、猜想与主张等一系列过程的学习就是学习如何去思考,就是沉浸式学习的过程,有利于学生认知的发展。

在实际教学中教师往往急于传授知识:给出电解池的工作原理、构成条件、放电顺序,反复练习不同电解池装置的电极反应式的书写,学生学得枯燥乏味,教学效果也不尽如人意! ADI 教学模式有助于学生深入理解科学概念、有效达成教学目标。该教学模式的步骤(见图 1)。

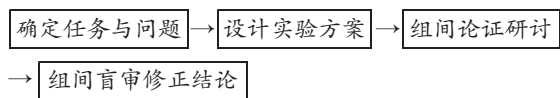


图 1 ADI 教学模式的步骤

二、教学分析

(一) 目标分析

认识电解装置是实现物质转化和储存能量的具体应用。通过实验自主探究构建电解池的工作原理、构成条件,建立相应的工作原理模型;利用构建的模型结合新电解装置的实验现象总结出离子放电顺序的经验规律;提升宏(实验现象)、微(微粒的移动)、符(电极反应式和电解总反应式的书写)三重表征能

力。通过分析不同电压下惰性电极电解 FeCl_2 溶液的实验现象,体会离子的放电顺序、浓度和电解的电压有关,培养学生变化观念与平衡思想的化学核心素养,避免思维固化。

(二) 学情分析

已具备的基础:刚刚学习了原电池的工作原理,具备了利用氧化还原理论分析电极反应的能力,知道电池装置中离子、电子的移动方向。在初中已学过电解水能生成氢气和氧气;在必修 2 第八章第一节自然资源的开发利用中已了解了工业上用电解法制备活泼的金属钠、镁、铝;知道氯化钠溶液电解的产物是烧碱、氢气和氯气。以上仅处于浅层次的了解,缺少对电解本质原因的认识。另外,从情感上电解和生活离得太远,电解主要用在工业上,难以引起学生情感的共鸣。

学习的疑难点:电解池的工作原理和两极的放电顺序比较抽象,学起来比较枯燥乏味,学习的主要困难在判断放电顺序,不能将氧化还原反应中的先后规律迁移到电解池的放电顺序上。

能挖掘的优势:高二的学生化学知识储备较多,具备分析、解释实验现象的能力,具备一定的概括整理能力。教师可利用实验探究激发学生的学习兴趣;利用教学模型的构建和完善,培养学生解决陌生的电解池的能力,培养模型认知能力。

三、ADI 模式下的教学流程

(一) 设计框架(见文末图 2)

(二) 教学过程

▲ 环节一 引入情境定任务

实验情境:净化空气,环境的消毒是一个重要环节,你知道用一根 USB 消毒液生成器(展示图片)和

厨房里的食盐在家里就能轻松制作消毒剂吗?

教师演示:考虑到电源比较大,学生使用不方便,用汽车充电宝作电源,用滴有酚酞的饱和食盐水为电解质溶液,连接电路,观察到溶液颜色先变红然后褪色,过程中偶尔还会出现红色但很快消失。

学生:很感兴趣,看到现象比较兴奋。

任务问题 1:溶液变红是什么原因?设计实验证明。红色为什么消失?设计实验证明。

学生 1:红色消失可能是酚酞被氧化了。

学生 2:NaOH 被氯气反应完了。

学生 3:NaOH 溶液太浓了。

教师追问:如何用实验证明?

实验验证:向褪色后的溶液中滴加酚酞或NaOH溶液或加水稀释,滴加酚酞时溶液恢复红色,说明学生 1 的猜想正确。

(设计意图:以消毒液为话题实验自制消毒剂,激发学生的兴趣和好奇心。从已知的电解 NaCl 溶液的反应猜想消毒液形成的原因,思考电解 NaCl 溶液的实验装置,激发学生思考现象背后的本质原因,建构新旧知识间的联系。)

▲环节二 实验探究得结论

分组探究:以 2B 铅笔芯为电极,用水宝宝作固定电极的载体以保证两电极间隔一定的距离,用小玻璃瓶盛装约 10 mL 滴有酚酞的饱和食盐水,用 9 V 干电池作电源。组内代表汇报实验现象。

学生 1:与电源正极相连的石墨棒上产生气体,与电源负极相连的石墨棒上产生气体且由电极附近变红逐渐向水宝宝外扩散。

学生 2:用湿润的淀粉 KI 试纸靠近与电源正极相连的水宝宝附近,发现变蓝。

任务问题 2:①根据实验现象书写两极的电极反应式和总反应式,思考能量转化的形式?②构建装置中电子和离子的移动方向和电极反应类型的模型。

学生:小组合作,组内代表汇报结果,组间评价纠正。总结归纳,得出结论:

①将电能转化成化学能,这样的装置叫“电解池”。②绘制“电解池”工作原理及两极的反应类型的简化图。

(设计意图:改进课本实验,使用学生熟悉的物

品,既能调动学生的学习积极性,又能激起学生的探究意识,培养创新能力、发散思维。同时微型实验节约资源,减少了污染物,培养学生的科学态度与社会责任。根据已有的电解食盐水的反应开展论证与探究活动,任务引领明确目的,通过对宏观现象的分析,加强学生的微粒观、能量守恒及宏、微、符三重表征能力。通过组内讨论、组间纠正,自主构建完善的知识模型,培养学生的证据推理与模型认知能力。)

▲环节三 实验探究构知识

任务问题 3:改变电解质的成份或改变电极材料,结果会变化吗?请设计实验汇报实验现象。

提供的用品:石墨棒(2B 铅笔芯)、铁钉、铜丝、CuCl₂ 溶液、Na₂SO₄ 溶液、饱和的 NaCl 溶液、淀粉 KI 试纸、石蕊试液、酚酞试液。

学生 1:阴极换成铁钉现象无明显变化。

学生 2:阳极换成铜丝时,铜丝表面产生蓝色并由水宝宝逐渐向外扩散。

学生 3:阴极换成铁钉时,溶液换成 CuCl₂ 溶液时,铁钉上附着红铜,阳极产生使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝的气体——Cl₂。

学生 4:溶液换成 CuCl₂ 溶液时,阴极石墨棒上附着红铜,阳极产生使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝的气体——Cl₂。

学生 5:溶液换成 Na₂SO₄ 溶液时,两极石墨上均产生气体。向阴阳两极附近的溶液中分别滴加酚酞和石蕊,观察到酚酞变红,加石蕊颜色变化不明显。

学生 6:阳极换成铁钉时,阳极不再产生气体,阴极仍然产生气体,一会儿后发现溶液颜色变浅绿色且有一些浑浊,等等。

任务问题 4:①根据汇报的实验现象组内讨论、思考两极的放电顺序,汇报结果。②符号表征宏观现象的本质原因,书写电极反应式和总反应式。③分析归纳微粒放电的顺序,构建思路(见图 3)。

(设计意图:通过设计实验方案、收集实验证据、分析证据形成初步结论,根据组间的汇报,结合组内的探究结果,相互论证,进行反思性讨论。)

情境引入:FeCl₃ 酸性溶液可以去除 H₂S 的污染。反应后的废液,通过控制电压,电解可以重新得到 FeCl₃。

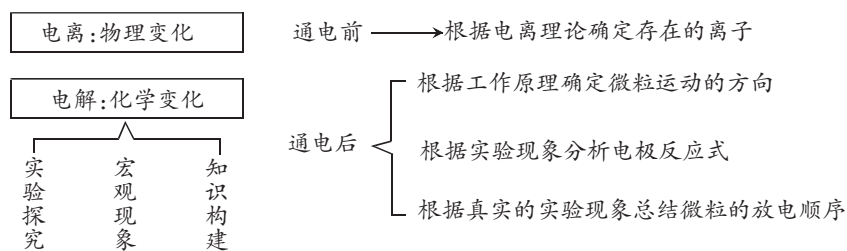


图3 构建放电顺序的思路

▲环节四 深度再探得结论

实验探究：使用石墨作电极，在不同电压下，电解 0.1 mol/L , $\text{pH}=1$ 的 FeCl_2 溶液。实验表明，当电压低于 5 V 阳极石墨表面无气泡产生，取少量阳极区域的溶液，滴加 KSCN 溶液，溶液变为血红色，说明有 Fe^{3+} 产生；当电压加到 5 V 时，阳极石墨表面产生明显的气泡，用湿润的淀粉 KI 试纸靠近，试纸立刻变蓝，同时取少量阳极区域的溶液滴加 KSCN 溶液，也产生血红色溶液，说明有 Fe^{3+} 和 Cl_2 产生。

任务问题 5：①根据氧化还原知识判断 Cl^- 和 Fe^{2+} 的还原性关系？②当电压低于 5 V 阳极石墨表面虽然无气泡，但 Fe^{3+} 产生的原因也可能是 Cl^- 在阳极放电，生成的 Cl_2 将 Fe^{2+} 氧化，所以需进一步验证 Cl^- 是否在阳极放电。

实验探究：不同电压下电解 $\text{pH}=1$ 的 0.2 mol/L NaCl 溶液。

实验表明当电压低于 3 V 时阳极没有检验到 Cl_2 ，当电压加到 5 V 时阳极石墨上聚集了较多的气泡，用湿润的淀粉 KI 试纸靠近电极，试纸立刻变蓝。

任务问题 6：上述实验事实说明了什么问题？

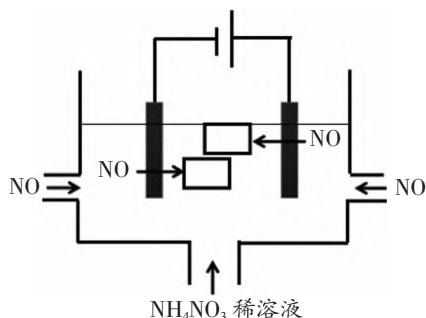
学生：组内讨论，汇报。

（设计意图：根据高一所学 Cl_2 将 Fe^{2+} 氧化得知 Fe^{2+} 的还原性强于 Cl^- ，按照构建的放电顺序，应该是 Fe^{2+} 优先放电，通过控制电压，电解相同 Cl^- 浓度的食盐水验证了 Fe^{2+} 先于 Cl^- 放电，同时体会到控制电压或改变离子浓度能改变离子的放电情况。）

▲环节五 类比迁移测评价

任务问题 7：①以 Fe 棒和 Al 棒为两电极材料的水质电解器检测自来水水质。自来水立刻变浑变色，还产生了絮状物。说明水质很差，有科学道理吗？②工业上，电解 NO 可制备 NH_4NO_3 生产氮肥，根据图 4 分析制备 NH_4NO_3 的原理，写出方框中微粒的符号。

③以小组为单位撰写电解相关的报告，总结实验论据以书面形式展现。

图4 电解 NO 制备 NH_4NO_3 的装置

（设计意图：新课程十分重视课堂教学中的教学评价，教学评价是素养教学的核心环节。教学评价的问题设置要有意识地关注学生的学业质量，学业质量要求学生能运用化学原理和方法解释或解决生产、生活中与化学有关的实际问题；能用数据、图表、符号等描述实验证据并据此进行分析、推理形成结论。）

四、教学反思

通过以上案例设计和实施可见，ADI 教学模式提倡学生自主完成探究、分析现象、寻找规律、总结归纳形成文字报告，注重学生的输出。在论证、探究过程中充分体现了以学生为主体，以任务问题驱动学生思考总结，引发学生深度思维，培养学生的自主学习能力和学习兴趣。教师通过探究获取知识结论，既培养了学生的合作学习能力，又培养了学生的逻辑推理能力和探究能力。

（一）适用的化学教学内容较广泛

论证式的探究教学适用于多个高中化学课堂教学。如，元素化合物知识、探究反应速率的影响因素、有机物性质的探究、有机合成路线的选择、探究影响平衡的因素、沉淀转化的原理探究、电池放电效率的探究等。ADI 教学模式可以有效改变灌输式课堂，活跃课堂气氛的同时发散学生的思维。

（二）有利于校本课程的开发和实施

目前，高中课堂时间约 $40\sim 45\text{min}$ ，有的论证式探究教学内容较为复杂，探究过程较长，教师选取这样的教学内容，以 ADI 教学模式开展教学，一个学期安排几个探究主题作为校本课程实施，挖掘学生的学科潜能，培养合作探究能力。

(三)有利于推动学习共同体发展

ADI 教学中的探究活动往往以小组为单位完成任务、寻找论证。学生轮流汇报,组间纠正,完善结论,教师及时给予评价,最后以小组的总结报告作为终极评价。探究活动中加强了合作学习、批判性学习,提高了学生的参与度和共同学习的能力。

ADI 教学模式的实施有利于提高教学质量和学

生的学科核心素养。但 ADI 教学模式在化学课堂中实施不够广泛,存在问题,如课时时长不够、评价工具不全、学生的科学写作水平不高、教师的教学观念难扭转等。在新课改的道路上,我们需要不断创新,让 ADI 教学模式更加完善地应用到化学教学中。

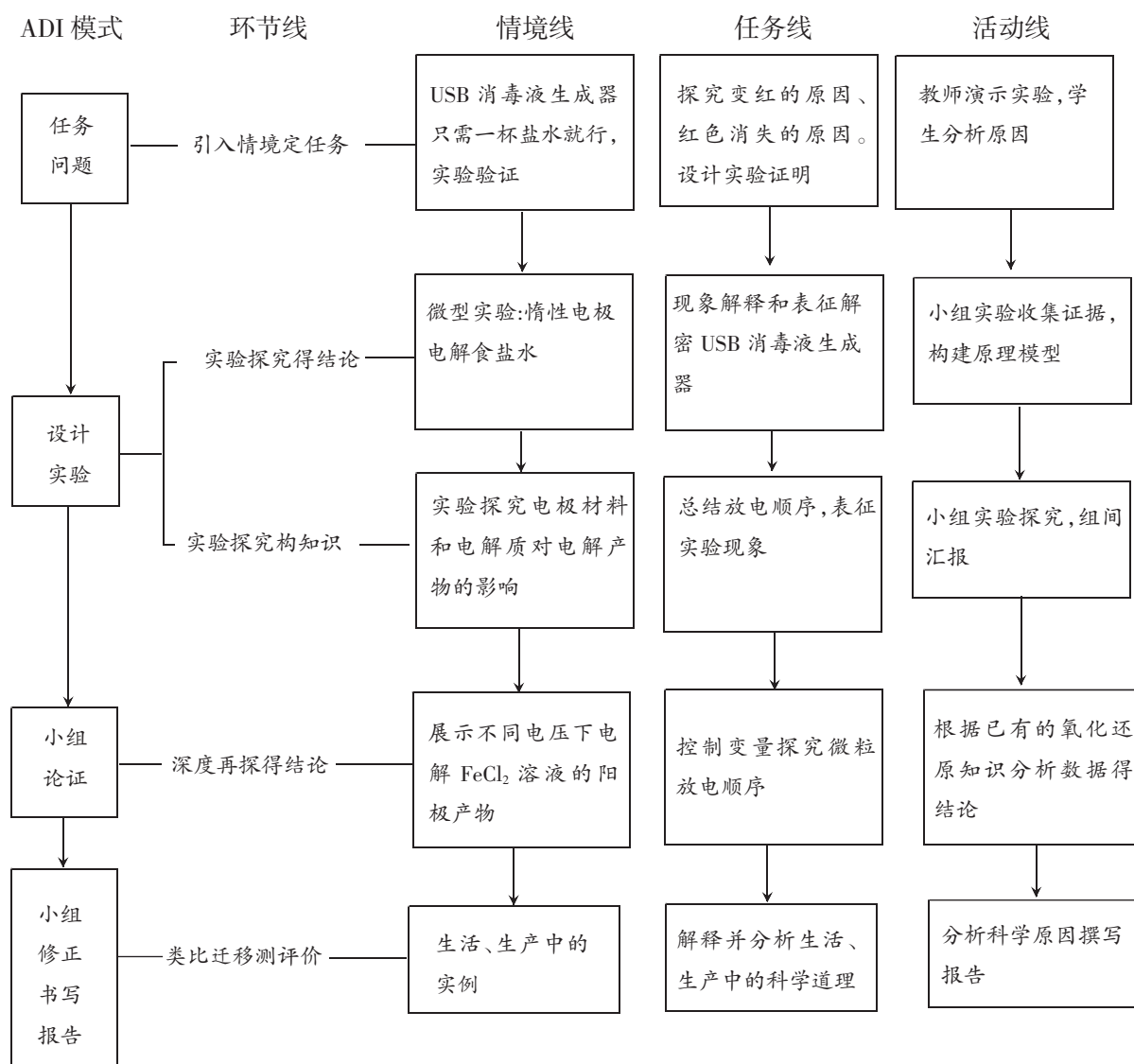


图 2 ADI 模式下“电解池”教学的整体框架

(作者单位:绍兴市阳明中学)

编辑:赵文静