

POE 教学策略融合数字化实验的化学课堂教学

——以科学使用含氯消毒剂为例

福建师范大学化学与材料学院 350108 李晓纯 杨发福*

一、设计理念

POE 教学策略是“Predict - Observe - Explain”的缩写,即“预测 - 观察 - 解释”,是基于建构主义和前概念等学习理论提出的一种教学策略,旨在通过对实验原理的预测,诊断学生已有的知识水平,在实验过程中引导学生观察并解释实验现象,促进学生新旧知识的概念转化和知识体系的建构。本文运用 POE 教学策略探秘含氯消毒剂的正确使用,通过数字化实验探究 84 消毒液与过氧化氢及洁厕灵的反应原理,利用压强传感器自动生成化学反应过程中的压强变化曲线,联系次氯酸钠的类别与元素价态,形成牢固的证据链,培养学生解决复杂问题的必备品格和关键能力。

二、教材与学情分析

“科学使用含氯消毒剂”选自鲁科版必修第二章元素与物质世界微项目,是在学生学习氯及其化合物的基础上,进一步培养化学素养、提升化学思维与能力的重要环节,具有承上启下的关键作用。承上是指在学习本节课之前,学生已经学习了氯及其化合物、氧化还原反应、离子反应等相关知识,具备一定的理论基础和化学素养,能从物质类别和元素化合价的角度分析和预测含氯消毒剂的相关性质;启下则体现在通过本节课的学习,学生能够利用 POE 策略解决复杂化学问题,为后续综合性知识的学习和高阶思维的培养奠定方法基础。虽然学生已经有一定的理论基础,但微项目中需要解决的问题具有综合性较强、难度较高等特点,因此,学生在学习本节课时仍存在以下学习障碍:(1)对反应的宏观现象与微观本质的联系掌握一般;(2)实验设计停留在定性认识,缺乏定量研究,无法从定量角度设计实验,难以利用图像解释抽象的化学知识;(3)面对复杂问题没有清晰的思路,利用陌生素材进行证据推理的能力较弱。

三、教学目标

1. 通过分析次氯酸钠的物质类别和元素化合价,预测其化学性质和可能发生的反应,提升预测

陌生物质性质的能力。

2. 通过设计实验、进行实验、分析并解释实验现象,学会根据实验现象和数据分析并验证物质的化学性质,培养证据推理与模型认知的核心素养。

3. 通过制作 84 消毒液的使用手册,培养动手能力,增强合理使用化学品的意识,发展科学态度与社会责任的核心素养。

四、教学设计

本节课运用 POE 策略,结合数字化实验设计如下五个教学环节。

1. 创设情境 提出问题

[情境导入]2020 年,新冠疫情肆虐,病毒蔓延,84 消毒液凭借价格低廉、使用方便、效果显著等优点迅速走红,在疫情期间发挥着重要的作用。然而,如果使用不当,不仅不能除去致病微生物,还可能导致严重的后果。那么要怎么正确使用 84 消毒液呢?本节课以 84 消毒液为例探秘含氯消毒液的正确使用。

[展示新闻]2016 年巴西里约热内卢奥运会期间,室外游泳池中的水变绿成为全民关注的话题。有关负责人说,池水变绿是藻类生长造成的。该泳池一直使用含氯消毒剂(下文以 84 消毒液为例进行说明)抑制藻类生长,而此次事件中工作人员错用了过氧化氢消毒剂。

[探究性问题]为什么错用过氧化氢消毒剂会导致藻类快速生长?为什么泳池中原有的含氯消毒剂不起作用了?加入过氧化氢消毒剂后发生了什么?

[设计意图]从真实情境出发,制造认知冲突,使学生对 84 消毒液背后的科学知识产生强烈的探索欲望。

2. 结合旧知 进行预测

[教师]请同学们从生物学的角度出发,分析藻类生长的影响因素,以及此次事件中促进藻类生长的主要因素。

[学生]温度、阳光、氧气、二氧化碳、含氮、磷

元素等营养物质会促进藻类的生长。

[教师]那么这几个因素,哪个是造成泳池水变绿的主要因素呢?可以从 84 消毒液和 H_2O_2 混合后产物的角度出发进行猜想。

[学生]84 消毒液和 H_2O_2 混合后所得产物可能为氧气,氧气可能是造成泳池水变绿的主要因素。

[教师]那我们要怎样验证产物呢?请同学们从氧气的性质入手,设计实验验证产物。

[学生]取适量 84 消毒液于试管中,滴加 30% 的 H_2O_2 溶液,将带火星木条伸入试管内,若带火星木条复燃,则产物是氧气。

[演示实验 1]证明 84 消毒液和 H_2O_2 混合后产物为氧气。

[教师]那么 84 消毒液和 H_2O_2 混合后是怎么产生氧气的呢?反应机理又是什么?请同学们结合已学的化学反应、物质类别、元素价态等理论知识,预测产生氧气的原因。

[学生]分组讨论,预测 84 消毒液和 H_2O_2 混合产生氧气的原因。

[学生 1] H_2O_2 可以分解产生氧气,此过程需要催化剂,NaClO 可能充当该反应的催化剂。

[学生 2]从物质分类的角度看,NaClO 属于盐, H_2O_2 属于非金属氧化物,二者可能可以发生化学反应。

[学生 3]从元素价态角度看,NaClO 中的氯元素为 +1 价,可以下降为 0 价,NaClO 具有氧化性,而 H_2O_2 中的氧元素为 -1 价,可以上升为 0 价, H_2O_2 具有还原性,因此二者可能可以发生氧化还原反应。

[投影]学生猜想见表 1。

表 1

猜想	内容	氧化剂	还原剂
猜想 1	NaClO 催化 H_2O_2 分解产生氧气促进藻类快速生长	H_2O_2	H_2O_2
猜想 2	H_2O_2 与含氯消毒剂反应导致含氯消毒剂被消耗,对藻类的抑制作用减弱;此外,二者反应产生氧气促进藻类快速生长	NaClO	H_2O_2

[教师]那么 NaClO 是充当氧化剂还是充当 H_2O_2 分解反应的催化剂呢?请同学们设计实验验证猜想。

[投影]学生设计的实验方案(见表 2)。

表 2

方案	内容
方案 1	向稀释后的 84 消毒液中加入过量的 H_2O_2 溶液,充分反应后,检验剩余溶液是否有漂白性。若仍有漂白性,说明 NaClO 是 H_2O_2 分解反应的催化剂;若没有漂白性,则 NaClO 为反应物
方案 2	向稀释后的 84 消毒液中持续地逐滴加入 H_2O_2 溶液,若持续产生气体,说明 NaClO 是催化 H_2O_2 分解的催化剂;若加入一定量后不再产生气泡,则 NaClO 为反应物

[教师追问]引导学生评价 2 种实验方案。 H_2O_2 也有漂白性,不论是哪种情况,充分反应的溶液都有漂白性,所以方案 1 不可行。不断滴加 H_2O_2 溶液,若持续产生气体,说明次氯酸钠是过氧化氢分解反应的催化剂,猜想 1 正确;若加入一定量后不再产生气泡,说明 NaClO 作为反应物被消耗,猜想 2 正确。

[设计意图]引导学生根据已掌握的氧化还原反应、离子反应等相关知识预测物质的性质,探究反应的原理,加强新旧知识的联系。

3. 定性验证,夯实基础

[教师]向学生介绍实验装置(如图 1 所示)。

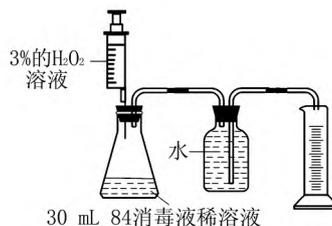


图 1

[演示实验 2]将注射器中 3% 的 H_2O_2 溶液均分 6 次注入锥形瓶,每次注入 H_2O_2 溶液后,待不再产生气泡,记录收集气体的体积(见表 3)。

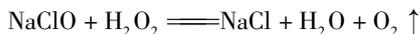
表 3

实验编号	1	2	3	4	5	6
量筒内气体总体积/mL	115	231	273	279	284	284

[教师]通过分析数据可得加入一定量 H_2O_2 后不再产生氧气,说明 NaClO 作为反应物被消耗,所以 NaClO 充当氧化剂而不是催化剂。接下来请同学们试着写出 NaClO 和 H_2O_2 反应的化学

方程式。

[学生]NaClO 和 H₂O₂ 反应的化学方程式为:



[教师]结合氧化还原反应的规律我们可以分析出 NaClO 和 H₂O₂ 反应的机理,从而验证猜想 2 正确。

[设计意图]引导学生设计实验并收集证据,提升证据推理与模型认知的核心素养。

4. 定量验证 拓展提升

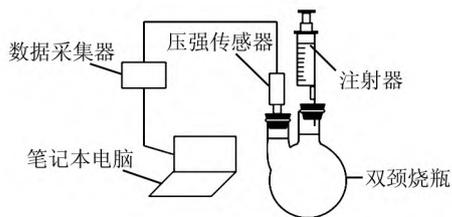


图 2

[教师]向学生介绍实验装置(如图 2 所示),实验装置由 2 部分组成:发生装置(由压强传感器和双颈烧瓶组成)、数据显示装置(数据传感器将数据传输到电脑中,再将电脑的画面投屏到显示屏)。

[数字化实验 1]向双颈烧瓶中加入 10 mL 物质的量浓度为 4 mol/L 的 84 消毒液,利用注射器注入 60 mL 30% 的 H₂O₂ 溶液(经计算,所加 H₂O₂ 为过量),插入压强传感器,形成密闭

体系。自动生成压强随时间变化的曲线(如图 3 所示)。

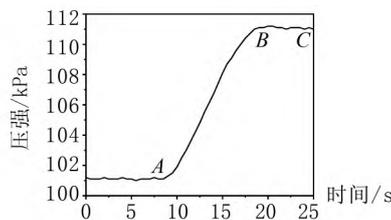
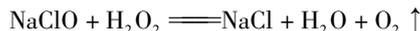


图 3

[学生]根据曲线的变化趋势将其分为两个阶段进行分析——压强明显升高阶段(AB 段)、压强趋于平缓阶段(BC 段)。分别从宏观、微观、符号三个角度对这两段曲线进行分析,形成四重表征(见表 4)。利用注射器注入 30% 的 H₂O₂ 溶液,双颈烧瓶内压强变化如 AB 段曲线所示,曲线呈明显上升趋势,说明氧气的含量在不断增多。此时,宏观上有气泡产生,微观上 NaClO 得电子,化合价降低,充当氧化剂, H₂O₂ 失电子,化合价升高,充当还原剂,将该反应用化学符号表示为:



说明 NaClO 可以与 H₂O₂ 反应生成氧气。而 BC 段曲线趋于平缓,可以观察到逐渐没有气泡产生,说明 NaClO 被消耗完就不再产生氧气,再次验证 NaClO 是充当氧化剂而不是催化剂。

表 4

	曲线	变化趋势	宏观	微观	符号	结论
	AB	上升	有气泡产生	H ₂ O ₂ 电子, NaClO 得电子	NaClO + H ₂ O ₂ \rightleftharpoons NaCl + H ₂ O + O ₂ \uparrow	NaClO 可以与 H ₂ O ₂ 反应生成氧气
	BC	平缓	逐渐没有气泡产生	—	—	NaClO 是充当氧化剂而不是催化剂

[设计意图]利用数字化实验形成曲线,增强学生的定量意识,发展科学探究与创新意识的核心素养。

5. 迁移运用,归纳总结

[教师]归纳总结巴西泳池水变绿的探究过程,帮助学生形成“预测-观察-解释”的研究思路和方法。

[探究性问题]有新闻报道一名家庭主妇将

84 消毒液与洁厕灵混用(通常含盐酸)导致有毒气体中毒。那么 84 消毒液和洁厕灵为什么不能混合使用?产生的有毒气体又是什么?请同学们运用“预测-观察-解释”的研究思路对以上问题进行分析。

[学生]84 消毒液与洁厕灵混用产生氯气。

[演示实验 2]取 1 支试管装入洁厕灵,注射器装有 84 消毒液,试管口处固定湿润的淀粉碘

基于学科理解的元素发展史教学实践*

——以初中化学“元素和元素观复习”为例

福建省建瓯市第四中学 353100 江昌标

福建教育学院化学教育研究所 350025 张贤金

一、教学内容以及现状分析

“组成物质的化学元素”为沪教版九年级化学课本中第3章第2节的知识内容,主要学习元素概念、元素符号、自然界中的元素存在、元素与人体健康等方面的知识。教材从学生熟悉的空气中氧气、某些蔬菜、食盐等物质入手认识组成元素,了解元素“做什么”的问题,然后介绍元素定义。学生对这样直接讲授元素概念往往含糊不清,一些学生常常把元素与原子、物质组成与构成相混淆,并提出为什么要把具有相同的核电荷数的同一类原子总称为元素,能否把具有相同电子数或者中子数的同一类原子总称为元素等质疑性问题。

要解决上述易混点和难点,从古代、近代和现代三阶段元素概念发展演变的事实(见表1),学习元素概念和元素观,从古代元素宏观猜想概念到波义尔实验理性的单质概念,从道尔顿微观原子概念到与经典原子结构、现代原子核结构联系的元素概念,建构元素概念,形成结构化认识。在形成元素观方面,从元素、原子分子视角对一些常

见物质组成、分类、化学反应等进行理解应用,让学生认识到化学至今从分子层次认识物质,对物质组成、结构、性质、转化及应用进行研究,不断取得了新的成果,培养学科观念和科学思维,发展探究能力,并形成学习元素和元素观的一般思路方法。

二、教学思想与创新点

在学习元素概念和元素观时,依据吴俊明,吴敏学科理解角度看元素思想演变(见表1),在“物质组成与结构”大概念统摄下,针对科学史上各阶段元素发展演变梳理、整合的内容和各阶段元素概念演变中颠覆性事实为突破口,设置情境,提出问题,进行探究,建构元素概念,理解元素是“同一类原子的总称”的内涵。通过“做中学”,让学生利用元素概念理解物质、元素、原子、分子、离子之间相互关系,认识物质是由元素组成的,认识物质多样性,认识物质的组成、结构决定物质性质和变化,物质性质变化决定用途等观念和知识,形成元素观,发展学科核心素养。

► 化钾试纸,支管口处接有气球,气球内含有浸有氢氧化钠的棉花进行尾气处理。缓缓推动注射器,将84消毒液注入洁厕灵中。

[学生]有黄绿色气体产生,湿润的淀粉碘化钾试纸先变蓝后褪色。

[教师]84消毒液本身含有氧化性微粒 ClO^- 和还原性微粒 Cl^- ,上述实验产生的氯气可能是84消毒液自身的氧化还原反应吗?

[数字化实验2]向双颈烧瓶中加入10 mL稀释后物质的量浓度为0.4 mol/L的84消毒液,插入压强传感器,利用注射器注入80 mL洁厕灵(盐酸含量为5%,经计算,所含盐酸为过量),形成密闭体系。实验结束后可得瓶内气体压强随时

间变化的曲线图。

[教师]描述曲线趋势,引导学生利用四重表征进行数据分析,得出氯气是由84消毒液和洁厕灵反应产生的。最后展示84消毒液的说明书,归纳总结84消毒液的正确使用方法,布置作业:让学生在课后向家人解读84消毒液的专业知识,并制作84消毒液的使用手册。

[设计意图]帮助学生建构探究物质性质的思路方法,培养高阶思维能力和科学建模能力,在建模的过程中体会科学探究的意义。

五、教学反思(略)

* 通讯联系人,Email: yangfafa@fjnu.edu.cn

(收稿日期:2023-08-15)