



“铁的吸氧腐蚀原理”的项目式教学

——以“探究暖宝宝的发热原理”为例

王嘉欣* 董文曦 古金龙 林梦思
(广东省惠州中学 广东 惠州 516000)

摘要:以铁的吸氧腐蚀的原理探究为项目,通过“分析暖宝宝的成分”“设计实验探究暖宝宝发热的原因”“设计实验验证原电池的电极产物”以及“改进实验验证氧气是否参与反应”四个任务,帮助学生在探究过程中建构实验探究模型以及深化对铁的吸氧腐蚀的理解,从而培养学生“科学探究与创新意识、证据推理与模型认知”核心素养。

关键词:吸氧腐蚀;暖宝宝;项目式教学;实验探究

文章编号:1002-2201(2023)12-0024-03

中图分类号:G632.42

文献标识码:B

一、项目内容主题分析

《普通高中化学课程标准(2017年版)》^[1]指出应开展以素养为本的教学,倡导真实问题情境的创设,开展以化学实验为主的多种探究活动,培养学生的创新精神和实践能力。而开展项目式教学,可以使学生成为项目的执行者,加强学生的课堂参与度,培养其创新意识、批判思维。因此,在高中阶段开展项目式学习与核心素养的发展内在要求不谋而合。

金属的电化学腐蚀是《化学反应原理》中的一个重要的内容,也是高考的热点话题之一。而金属的吸氧腐蚀是学生掌握金属电化学腐蚀的起点,但教材中只安排了“食盐水浸泡过的铁钉”生锈一个实验用于验证吸氧腐蚀,现象不明显且需时较长,导致许多教师只能定性描述现象,直接告知学生结论,学生难以理解实验的原理。因此,本项目引导学生分组设计实

验方案,并在文献的指导下和实践操作中逐步改进实验方案,完善实验设计,最后综合评价分析各组实验设计,提出适合课堂演示的吸氧腐蚀实验方案。

二、项目教学目标

1. 在查阅文献的基础上,通过小组合作探究暖宝宝发热原因和从定性、定量两个角度改进教材实验,提升科学探究与创新意识核心素养。

2. 通过小组交流讨论,在学习的过程中养成合作意识,树立团队精神;建立实验探究模型(提出问题—合理预测—实验探究—数据分析—得出结论^[2]),提升证据推理与模型认知核心素养。

3. 通过对暖宝宝发热原理的探究,感受化学给人类生活带来的便利,提升科学态度与社会责任核心素养。

三、项目教学任务和教学流程

项目教学任务和教学流程见表1。

表1 项目任务及教学流程

项目学习	学生活动	教师支持	设计意图
任务一:分析暖宝宝发热原因	1. 提取图片信息,小组讨论; 2. 头脑风暴	1. 通过希沃云发布项目任务; 2. 提供相关的图片和论文资料	培养学生获取信息、分析信息的能力
任务二:设计实验探究暖宝宝发热的原因	1. 小组提出合理预测,设计实验方案,记录实验现象; 2. 实验后汇报实验结果	1. 提供实验仪器和用品; 2. 评价学生实验设计方案	让学生在实验探究过程中提高分析问题和解决问题的能力
任务三:设计实验验证原电池的两极产物	1. 合理预测原电池的产物,设计实验加以验证; 2. 分析和讨论实验现象	1. 引导学生分析两极的产物; 2. 提供实验仪器和试剂; 3. 评价学生的实验方案	培养学生设计实验、收集实验证据、解释实验现象的能力

* 通讯作者, E-mail: 772494648@qq.com。



续表1 项目任务及教学流程

项目学习	学生活动	教师支持	设计意图
任务四:改进实验验证氧气是否参与反应	1. 思考如何改进课本吸氧腐蚀的实验; 2. 设计实验,定性探究反应过程中气体含量的变化; 3. 设计实验,定量验证反应过程中氧气参与了反应	1. 提供论文资料和实验仪器; 2. 引导学生从定性与定量结合角度验证氧气是否参与反应; 3. 引导学生得出结论并总结实验探究模型	培养学生的证据意识,激发学生探寻真理的兴趣。深化学生对吸氧腐蚀原理的理解和实验探究模型的认知,升华主题

四、项目实施过程及学生学习成果

开课班级30人,分为3组,每组10人,五对五面对面坐,以下的实验均是小组实验,小组成员内分工协作,共同完成项目。

1. 根据暖宝宝成分分析其发热原因
暖宝宝的成分如图1所示。



图1 暖宝宝成分

2. 设计实验探究暖宝宝发热的原因
(1) 提出问题。

【师】揭开暖宝宝的外膜,发现使用前主要是灰黑色粉末,而使用后变成红棕色的粉末。那红棕色的物质是如何形成的呢?

- (2) 合理预测。

【小组1】铁粉与氧气和水直接反应,发生化学腐蚀,放出热量。

【小组2】揭开暖宝宝的外膜后,氧气与铁粉和碳粉接触,在盐溶液的作用下形成许多微型原电池,极大加快反应速率,放出大量热。

- (3) 实验探究。

【实验用品】①药品:饱和食盐水浸泡的铁钉(已除锈)、铁粉、石墨棒、饱和食盐水、蒸馏水、KSCN溶液、酚酞溶液、3% H₂O₂ 溶液。

②仪器:培养皿、灵敏电流计、导线若干、无纺布袋。

【小组1】①实验设计:将纯铁粉放置于无纺布袋中,并滴几滴水,感受温度的变化(见图2)。



②实验现象:触摸无纺布袋,发现其温度无明显变化。图2 第一小组实验设计

【小组2】①实验设计:由于微型原电池很难用实验进行验证,因此,用铁钉作负极,石墨棒作正极,并用食盐水作电解质溶液,进行模拟微型原电池(见图3)。



图3 第二小组实验设计

②实验现象:灵敏电流计的指针发生偏转。

【评价】第一小组的学生在实验过程中发现温度并没有明显变化,其实是因为铁与氧气和水直接反应是个十分缓慢的过程,很难在短时间内放出大量的热。第二小组的学生则认为暖宝宝具备形成原电池的条件,并通过实验证明其发生了原电池反应。不纯的金属与电解质溶液接触时,会发生原电池反应而被腐蚀,这种腐蚀叫作电化学腐蚀^[3]。

- (4) 实验结论。

暖宝宝发热时,发生了原电池反应。由于形成的微型原电池数目极其庞大,因此可以在短时间内放出大量热。

3. 设计实验验证原电池的两极产物

- (1) 提出问题。

【师】原电池的正负两极的产物分别是什么呢?

- (2) 合理预测。

【小组3】根据已有知识经验,当电解质溶液呈中性时,负极为Fe放电,产物为Fe²⁺或者Fe³⁺,正极为O₂放电,产物为OH⁻。

- (3) 实验探究。

【小组3】①实验设计:向负极区滴加几滴KSCN溶液,如果没有明显变化,继续滴加H₂O₂溶液,观察负极溶液颜色变化。向正极区滴入酚酞溶液,观察正极溶液颜色变化。

②实验现象:向负极区滴加几滴KSCN溶液,发现无明显变化,继续滴加H₂O₂溶液,发现溶液逐渐变为血红

色,向正极区滴入酚酞溶液,发现溶液变红(见图4)。

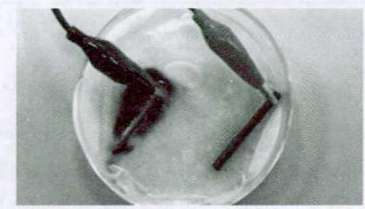


图4 检验电极产物

(4)实验结论。

向负极区滴加几滴 KSCN 溶液,发现无明显变化,即无 Fe^{3+} 生成。继续滴加 H_2O_2 溶液,发现溶液逐渐变为血红色,说明负极产物为 Fe^{2+} 。向正极区滴入酚酞溶液,发现溶液变红,说明反应后的溶液呈碱性。

4. 改进实验验证氧气是否参与反应

(1)定性验证氧气是否参与反应。

①提出问题。

【师】问题1:刚才第三小组的同学预测,正极应该为氧气参与反应,生成 OH^- ,这与实验现象是相符的。但有的同学提出质疑,溶液显碱性,一定说明氧气参与反应了吗?能否在参考相关文献^[4-5]的基础上对教材上的实验进行改进?

②实验探究。

【学生的改进实验1】a. 实验用品:品红溶液、浸泡在饱和食盐水中的铁丝(已经酸性除锈)、胶头滴管、小试管、镊子、小烧杯、滤纸。

b. 实验设计:取下一只胶头滴管的胶帽,用镊子夹取铁丝放置于胶头滴管中,塞上胶塞,备用。然后在小试管中滴入少量品红溶液,将胶头滴管插入品红溶液中,静置一段时间。

c. 实验现象:一段时间后,胶头滴管内液面上升(见图5)。

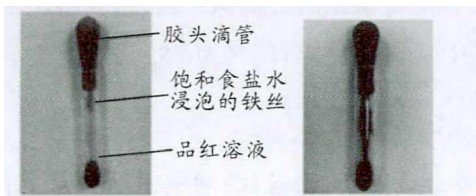


图5 微型实验装置(左)及实验现象(右)

③实验结论。

胶头滴管内液面上升,说明反应过程中消耗了气体,导致滴管内的压强小于大气压。

【评价】同学们设计的微型实验具有以下三个亮

点:第一,用气密性良好的胶头滴管代替课本中的具支试管和导管,操作简便;第二,将铁钉换成了铁丝,提高了反应速率;第三,用品红溶液代替水,使反应现象更加明显,设计十分巧妙。但还有一点不足的是,通过这个实验只能定性验证反应过程中消耗了气体,并不能说明消耗的一定是氧气。那应该如何进一步验证呢?

【生】我们可以使用氧气传感器、温度传感器动态监测反应过程中氧气含量和温度变化,通过精确的实验数据理解宏观现象,这样的实验更具有说服力。

(2)定量验证氧气是否参与反应。

①提出问题。

【师】如何定量验证氧气是否参与反应?

②实验探究。

【学生改进实验2】a. 实验用品:TriE ZC411 氧气传感器、温度传感器、数据采集器、电脑、暖宝宝、100 mL 吸氧腐蚀反应容器、铁架台。

b. 实验步骤:将适量的暖宝宝中的材料倒入反应容器瓶,塞上橡胶塞,然后将氧气传感器、温度传感器与数据采集器相连后,插入反应容器中,最后打开电脑里的软件,校准氧气传感器,建立“时间-氧气含量”和“时间-温度”实验模板,点击电脑软件上的开始实验按钮。

c. 实验现象:随着时间的推移,温度上升了。同时,可观察到氧气的含量不断下降(见图6)。

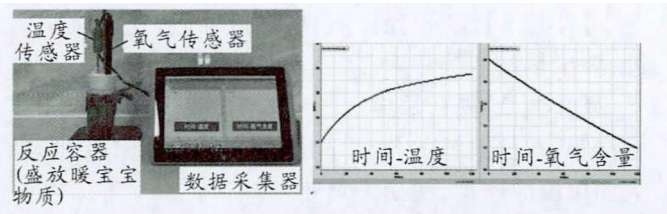


图6 数字化实验装置(左)及实验现象(右)

③实验结论。

随着时间的推移,温度上升,说明暖宝宝在工作时确实放出了热量。同时,可观察到氧气的含量不断下降,说明反应的过程中消耗了氧气。所以,正极为氧气参与反应。

【总结】当不纯的金属表面吸附的水膜酸性很弱或呈中性时,发生吸氧腐蚀。铁的吸氧腐蚀就是铁与氧气和水反应生成氢氧化亚铁的过程。而 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中很容易被氧化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$;当 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 脱水后又可以生成 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$,也就是铁锈的主要



核心素养导向下的高中化学教学设计

——以“化学反应的热效应”为例

吕 晴

(山东省枣庄市第三中学 山东 滕州 277100)

摘要:以“化学反应的热效应”为例,以渗透化学学科核心素养主线,在化学学习过程中促进学生核心素养发展,将课程知识与学科素养有机结合起来,充分贯彻党的教育方针,树立学生正确的三观,把学生培养成一个全面发展的人。

关键词:核心素养;高中化学;教学设计

文章编号:1002-2201(2023)12-0027-03

中图分类号:G632.42

文献标识码:B

高中阶段的化学课程,知识点较为琐碎且复杂,学生要在学习过程中掌握大量的化学符号和概念、化学方程式和化学规律等。因此,在教学过程中,要帮助学生将知识点整合,实现层层递进,通过实验探究等方式帮助学生提升学习能力。当前高中化学教学中还存在一定问题:(1)在教学设计中未考虑到学生之间的差异性,无法做到因材施教;(2)教学方式单一,仍然以教师讲解为主,忽略了学生的主体地位;(3)在教学过程中忽视了学生的核心素养。

一、教学设计

1. 教材分析和学情分析

本节内容是在必修第二册第2章对化学反应中能量变化规律初步介绍的基础上,对其进行重新理解。整个过程充分锻炼学生的证据推理能力并建构实验探究模型。

【课后设疑】当不纯的金属与酸性较强的电解质溶液接触时,又会发生什么反应呢?

课后设疑,让学生再次应用实验探究模型解决问题,深化学生对金属腐蚀原理的理解和实验探究模型的认知,升华主题。

五、项目教学反思及改进建议

开展项目式学习,让学生成为项目的执行者有利于培养学生的探究能力与创新意识。本项目围绕暖宝宝为何发热这一问题进行实验探究,在实践中建构了实验探究模型:提出问题—合理预测—实验探究—数据分析—得出结论,对学生今后的实验探究的

解。在此基础上,提出“热效应”的概念,并对其进行定量测量。这个阶段,学生已经掌握了化学反应过程中化学反应与热能之间的转换,有一定的化学基础。“化学反应的热效应”主要是让学生学会对数据的分析和实验误差的判断、评价操作是否合格。这也是学习过程中的难点。

2. 教学目标

(1)我们可以通过放热、吸热等实验,让学生对化学反应中的能量进行多层次的感知,从而对化学产生更多的兴趣,同时也能对反应的本质进行深入分析,并对其进行初步的构建。

(2)采用一系列的科学探究方法,如提问、实验、推导归纳、解答等分析化学反应的性质,从而开展具有一定的指导意义。

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)[S]. 北京:人民教育出版社,2018:11-17.
- [2] 项子妍. 基于核心素养的生活化校本课程的实践研究——以“暖宝宝”发热原理探析为例[J]. 化学教学,2018(11):86-88.
- [3] 周杜,冯正午,周加芳. 基于STEM理念再探钢铁的电化学腐蚀教学[J]. 教育与装备研究,2020,36(12):44-48.
- [4] 施志斌,杨上兴,林品增. 数码技术在金属电化学腐蚀教学中的应用[J]. 化学教育,2020,41(19):70-74.
- [5] 王春. 利用手持技术探究铁的电化学腐蚀实验[J]. 化学教育,2021,42(11):82-85.