

氧化还原反应实验与注意事项研究

贺景榕 贡雪梅

(天津市第二南开中学, 天津 300199)

【摘要】 本文从生活化实验与利用氧化还原反应中电子转移实验两方面对氧化还原反应相关知识内容展开研究和分析, 进一步探究氧化还原反应的本质及相关概念, 通过动手操作实验, 系统化学学习氧化还原反应知识, 以构建更加完整的知识结构框架, 使其在今后学习中能够灵活运用氧化还原反应解决实际问题, 实现化学核心素养得到有效提升。

【关键词】 氧化还原反应; 实验; 注意事项

引言: 氧化还原反应是高中化学知识学习的核心内容, 学生自身对氧化还原反应有完整认知, 有助于更好地理解并掌握今后所学元素化合物知识。从目前氧化还原反应知识学习情况来看, 普遍存在氧化还原反应及衍生概念之间联系未能正确掌握、氧化性(还原性)强弱判断不准确以及氧化还原反应简单计算无法独立完成等问题。因此, 通过动手操作氧化还原反应实验, 以实验方式梳理氧化还原反应相关知识点, 掌握正确学习方法, 强化学习质量。

一、氧化还原反应实验

(一) 实验目的

氧化反应、还原反应及化合价的升降等均是与“氧化还原反应”相关的内容知识, 被氧化、被还原、氧化产物及还原产物等则是该反应的衍生概念, 并与其他相关内容知识共同构成氧化还原反应知识框架。相较于初中化学中氧化还原反应知识学习, 高中阶段针对该部分知识内容的学习难度明显提升, 需要从具体到抽象加强对氧化还原反应本质的认识, 通过系统性学习, 理解化合价与电子转移之间的密切联系, 能够灵活运用氧化还原反应解决实际问题, 提升化学综合能力。

通过开展氧化还原反应实验, 有助于加深自身对电极电势与氧化还原反应的关系理解, 进一步了解介质的酸碱性对氧化还原反应方向及产物的影响, 和反应浓度、温度对氧化还原反应速率的影响, 以及确定浓度对电极电势的影响, 同时能够正确运用酸度计对原电池电动势进行测定的方法, 独立完成氧化还原反应简单计算^[1]。

(二) 实验原理

参加应的物质之间存在电子转移或偏移的化学反应, 均称之为“氧化还原反应”。可以将相应电极电势的大小作为判断物质还原能力大小的依据; 或者根据电极电势大小, 对氧化还原反应方向进行判断。

当 $E_{MF} = E(\text{氧化剂}) - E(\text{还原剂}) > 0$ 时, 氧化

还原反应正向自发进行;

当 $E_{MF} = E(\text{氧化剂}) - E(\text{还原剂}) = 0$ 时, 氧化还原反应处于平衡状态;

当 $E_{MF} = E(\text{氧化剂}) - E(\text{还原剂}) < 0$ 时, 无法自发进行氧化还原反应^[2]。

溶液的酸碱度也会对某些电对电极电势或氧化还原反应方向产生一定影响, 反应过程中有沉淀或配合物生成时, 则会使电极电势及电池电动势发生改变。

(三) 实验内容一

1. 实验介绍

为更好地理解氧化还原反应及相关概念, 提出从生活化角度设计氧化还原反应实验, 降低氧化还原反应本质的理解难度, 又能激发学习化学的兴趣, 正确掌握氧化还原反应实验的操作技巧, 提高实验结果准确性和成功率。

(1) 碘伏属于聚维酮的碘单质溶液, 可食用面粉中含大量淀粉, 可将其作为淀粉遇碘单质变成蓝色验证的依据。

(2) 碘单质具有氧化性特点, 维生素 C 则是具有还原性特点, 二者发生氧化还原反应后, 其中碘单质将被还原为碘离子。稀释维生素 C, 配成稀溶液, 将碘伏一滴一滴地加入维生素 C 稀溶液中, 碘伏将逐渐褪色, 溶液褪色后, 淀粉尚未变成蓝色。

(3) 84 消毒液中含有的次氯酸钠可以与洁厕灵中的盐酸发生反应后, 会有氯气 ($\text{NaClO} + 2\text{HCl} = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$) 生成, 反应过程也是对氯气进行制作和获取的过程。

(4) 氯气与碘伏和维生素 C 反应后的溶液相接触后, 碘伏将变回原有颜色, 再使用淀粉对其进行验证, 此时淀粉呈蓝色。说明氯气能够将碘离子氧化成碘单质。

(5) 待氧化还原反应实验结束后, 使用碱溶液 (NaOH 溶液) 处理氯气, 如利用纯碱溶液对实验后的残余氯气进行吸收, 可以有效避免氯气污染环境。



2. 实验过程

(1) 按照氧化还原反应实验操作规程提前准备好实验器材与试剂,如碟子、杯子、棉签、透明塑料瓶等,实验试剂包括碘伏、淀粉、维生素C片、84消毒液、洁厕灵、食用碱及纯净水。均是生活中较为常见的物品。

(2) 将面粉放置于碟子中,加入适量热水,按照实验要求配制足够量的淀粉糊,将3个碟子编号为a、b、c,分别加入一定量淀粉糊待用。

(3) 使用棉签蘸取碘伏,并与碟子a中的淀粉溶液相接触,此时淀粉溶液呈蓝色。基本确定碘伏中的碘单质能够使淀粉转变成蓝色^[3]。

(4) 研磨维生素C片,根据实验要求,将其与纯净水混合后,配制成维生素C溶液,蘸取少量碘伏并加入碟子中,使用勺子工具将配制好的维生素C溶液混入加入碘伏的碟子中,同时轻轻振荡,通过观察,发现碘伏慢慢褪色,最后成无色状。说明碘伏与维生素C之间有氧化还原反应发生。使用棉签蘸取前者反应后的溶液,与碟子b中的淀粉糊相接触,二者接触后无明显现象出现,即可判断维生素C溶液还原了碘伏中的碘单质。

(5) 将少量84消毒液与洁厕灵放入提前准备好的塑料瓶子(透明)中,利用二者含有的次氯酸钠与盐酸成分,使其发生氧化还原反应后获得氯气。考虑氯气具有一定毒性,且容易污染环境,再操作过程中,需要实时确认瓶口处是否拧紧瓶盖,以防止氯气逸出。

(6) 使用棉签蘸取碘伏与维生素C反应后的溶液,并在产生氯气中的塑料瓶子中放入该棉签,通过观察,发现棉签呈碘伏原有颜色。即可判断氯气影响棉签中的碘离子,可将其氧化成碘单质。

(7) 为确保氧化还原反应实验结果准确性,再次验证实验结果:将变色后的棉签与碟子c中的淀粉糊相互接触,若淀粉呈蓝色,说明已经有碘单质生成。

(8) 将适量食用碱加入产生氯气的塑料瓶子中,并不断振荡塑料瓶,直至食用碱将瓶中氯气完全吸收,无害化、无污染处理氯气,有效避免氯气污染环境。

(四) 实验内容二

1. 实验介绍

氧化还原反应发生后,所出现电子转移,电子定向移动会有电流产生,若反映中Zn失电子,HCl得电子,电子流向则是 $\text{Zn} \rightarrow \text{HCl}$,电流方向即为 $\text{HCl} \rightarrow \text{Zn}$ 。若将Zn用作正极反应物,HCl用作负极反应物,并使用导线将二者相互连接,通过电流表对回路中是否存在电流进行表示,即可得知氧化还原反应中是否有电子转移发生。

该实验方法,在具体操作过程中,因所产生的电流值无法知晓,当电流较大时,指针偏移过大,则会对电流计造成一定程度上的损害;当电流较小时,电流表偏移情况不明显,当前电流传感器可精确到

$0.0001\text{A}^{[4]}$ 。利用电流传感器能够满足对反应实验过程中电流值变化的定量、持续采集要求,如实反馈回路中是否存在电流,从电子转移角度进一步研究氧化还原反应本质,并理解电极电势与氧化还原反应的关系。明确氧化还原反应实验的作用及操作注意事项,强化个人科学探究意识,培养创新精神和实践能力。

2. 实验过程

(1) 取 1mol/L 稀盐酸,将其在塑料槽中放置,检查电流传感器与数据采集器、电脑之间的连接情况,确保电流传感器所产生的数据记录准确。根据图1所示,在盐酸溶液中插入两根导线,电极间距设置为 30mm ,数据采集时间不超过 60s 。待数据开始采集后,可以发现电流数据未超过在 0.0001A – 0.0003A 范围内,且电路数值无明显变化。

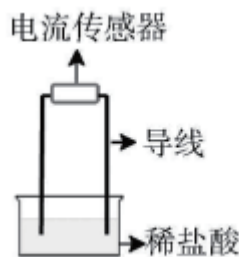


图1 盐酸溶液实验装置

(2) 根据图2所示,将Zn片与导线相互连接,并在放置 1mol/L 稀盐酸溶液的塑料槽中插入,并开始收集数据,同样电极间距设置为 30mm ,当前电流数据出现明显波动,确定Zn与HCl发生反应后出现大量电子转移。

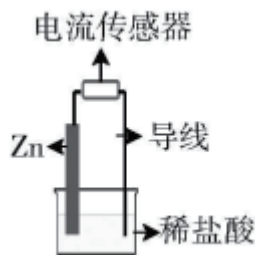


图2 Zn与HCl反应实验装置

(3) NaOH与HCl之间的反应,是非氧化还原反应,且反应发生过程中不会出现电子转移。通过开展氢氧化钠与盐酸反应实验,证明只有氧化还原反应才会出现电子转移。实验操作步骤与上述锌与盐酸反应实验步骤基本一致。

使用滴管吸取适量NaOH溶液,通过导线将NaOH溶液、电流传感器、HCl溶液连接在一起,同样电极间距设置为 30mm ,数据采集时间控制在 150s 。将 1mol/L HCl溶液与 1mol/L NaOH溶液相混合,待两种溶液接触后,将直接形成回路,再准备采集数据。当

NaOH 溶液的液面低于导线底端时,即可暂停数据采集,并记录当前实验数据。结合 NaOH 溶液、HCl 溶液与 HCl 反应体系中的电流值,得知氢氧化钠与盐酸反应后未有电子转移出现^[5]。

3. 实验结论

上述实验二设计思路,以及所选择的实验方法,基于对电子、电流、电路等基础知识熟悉与掌握的前提下,以化学反应为依据设计氧化还原反应中的电子转移实验,利用电流传感器对回路中的电流值进行测定,对氧化还原反应发生时是否有电子转移准确判断,既能加深对氧化还原反应本质的认识,又能锻炼对氧化还原反应与非氧化还原反应之间区分的能力,为今后高阶化学知识学习打好基础。

二、氧化还原反应实验注意事项

高中化学是一门实验性极强的学科,化学学科中诸多知识内容均需要通过开展实验获得结论,或者通过实验对结论进行验证,其中“氧化还原反应”是高中阶段化学知识学习的重点,通过开展各种实验,建立具体学科知识和大概念之间的关联,把学科内零散的知识形成结构化的体系,实现化学学科核心素养有效提升。因此,在实验过程中要注意以下几点事项,学会正确进行氧化还原反应的操作,将氧化还原反应实验在具体化学知识学习中的作用有效发挥。

(一) 实验准备

实验环境必须保持干净通风,确保氧化还原反应实验过程中所产生的气体顺利排放,可以根据实验要求,适当增加通风设备数量,保证室内空气流通性。实验准备阶段,先确认实验台面是否整洁,将台面上的杂物清理干净,避免实验期间发生不必要问题。此外,根据氧化还原反应实验内容,提前准备好实验所需的相关器材及试剂,且质量均符合规定要求,严格按照操作规程存放实验器材及试剂,从根本上保证氧化还原反应实验安全性。

(二) 个人防护

在开展氧化还原反应实验之前,实验者必须按照操作规程穿戴实验服、实验手套、护目镜以及防护面具等防护装备,保护人身安全,避免因实验操作不当而受到伤害。禁止在实验过程中将手指、手掌以及其他身体部位在试剂容器中直接放入,防止化学品对人体皮肤造成损害。

(三) 实验操作

(1) 在氧化还原反应实验过程中,可能会涉及较高温度、高压或其他剧烈反应,实验者在实际操作过程中除了要熟悉氧化还原反应实验步骤及操作方法以外,也要根据氧化还原反应特点,合理制定与优化实验方案,保证氧化还原反应实验顺利进行同时,又能保护人身安全。

(2) 基于氧化还原反应实验阶段,严格按照实验要求进行操作,明确各类试剂添加顺序以及所需反应

条件,避免因试剂添加顺序不准确而导致氧化还原反应实验无法按照预期开展。

(3) 若实验过程中涉及加热操作,要注重加热温度及时间的控制,防止试剂加热时间过长而引起剧烈反应,规避爆炸事故。

(4) 在实验操作期间,应结合实际情况,适当调整实验所需器材及试剂用量,避免过多或过少而导致实验过程中发生不必要问题,有效控制实验风险。

(5) 氧化还原反应发生期间可能会有有毒气体或有害物质产生,例如,本文上述实验中,84 消毒液与洁厕灵中含有的次氯酸钠和盐酸发生反应后,会产生有毒气体氯气;在具体操作时,要及时盖好塑料瓶的瓶盖,并使用食用碱处理氧化还原反应实验后剩余的氯气,以避免造成环境污染。检查室内通风情况,应在良好通风条件下开展氧化还原反应实验,防止实验中产生的有害物质积聚因室内空气不流通而对人体造成伤害,从根本上保障氧化还原反应实验过程安全性。

(四) 实验结果处理

通常情况下,待氧化还原反应实验结束后,需要对实验结果正确处理,在实验操作中,观察溶液颜色变化或气体产生对氧化还原反应是否发生进行判断,并根据实验要求和实际情况,选择合适的方法及工具对反应后的产物性质及结构展开进一步分析,再结合所记录的实验数据,获得更加准确地实验结论。针对实验误差的分析,可与教师共同进行探讨,以便及时找出产生误差的原因,并在寻找产生误差原因的过程中增强自身对实验操作规范化重要性的认识,逐渐养成全面分析问题的良好习惯,提升思维严密性。

结束语:综上所述,氧化还原反应知识点及相关实验是高中生必须掌握的化学知识,就学生而言,通过学习与氧化还原反应相关知识内容,并了解实验原理及步骤,可以使学生自身更好地理解电极电势与氧化还原反应的关系,介质及浓度对氧化还原反应的具体影响,同时通过动手实验,明确实验注意事项,增强实验操作规范性,进一步加强对原电池、电解及电化学腐蚀等基本知识掌握。

参考文献:

- [1] 铁雨薇. 氧化还原反应的生活化实验设计 [J]. 中学化学教学参考, 2023, (15): 47.
- [2] 蔡行变. 探究氧化还原反应本质的实验改进 [J]. 中学化学教学参考, 2023, (03): 58-59+4.
- [3] 苗乾. 高一学生“氧化还原反应”学习困难成因及转化策略研究 [D]. 山西师范大学, 2022.
- [4] 陆鼎昌, 林倩楠. 氧化还原反应方程式配平和书写技巧 [J]. 中学生数理化 (高一使用), 2020, (10): 46-48.