

“碳达峰、碳中和”背景下数字化实验在中学化学教学中的应用——以二氧化碳的制备一课为例

封珣欣 周芯如 曾俊毅 李芳清*

东华理工大学化学与材料学院, 江西南昌, 330013;

摘要: 在“碳达峰、碳中和”背景下, 中学化学教学也应该改变教学方式, 本文主要以“双碳”目标为背景, 对科学粤教版九年级化学教材中二氧化碳的教学内容进行整合, 加入数字化实验丰富教学内容, 期望通过本节课中二氧化碳制取和吸收让学生明确“双碳”目标的具体内容, 了解目前国家对于实现该目标所做出的努力, 培养学生具有一定的绿色低碳发展意识和环保意识, 发展学生的学科核心素养, 为一线教学提供一定的教学参考。

关键词: 碳达峰碳中和; 中学化学; 数字化实验; 二氧化碳

2020 年 9 月, 国家主席习近平在第七十五届联合国大会上提出我国要在 2030 年前实现碳达峰, 2060 年前实现碳中和, 自此“双碳”目标便逐渐成为社会各界讨论的热点话题, 2022 年 10 月, 教育部印发了《绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案》, 该方案指出为了实现“双碳”目标, 应将绿色低碳发展理念全面融入国民教育体系各个层次和各个领域, 培养践行绿色低碳理念、适应绿色低碳社会、引领绿色低碳发展的新一代青少年^[1]。在“双碳”背景下, 新一版的课程标准也有些许变化, 在 2022 年 4 月颁布的《义务教育化学课程标准》中对二氧化碳这部分课程内容的教学和学习提出了要求, 课标指出要通过实验探究认识二氧化碳的主要性质, 认识物质的性质与用途的关系, 并且要初步学习二氧化碳的实验室制法, 归纳实验室制取气体的一般思路与方法, 以自然界中的碳循环为例, 认识物质在自然界中可以相互转化及其对维持人类生活与生态平衡的意义。课标中还提出可以充分利用“基于碳中和理念设计低碳行动方案”等跨学科实践活动, 开展项目式学习, 发展学生多角度分析和解决实际问题, 以及合作、实践、创新等能力, 培养学生的科学思维, 让学生具备科学探究与实践能力, 培养学生的科学态度与社会责任, 发展学生的学科核心素养^[2]。

1 教学思想与创新点

数字化实验以数据曲线直观呈现化学反应微观过程, 革新化学教学。围绕“双碳”目标设计科学粤教版九年级化学教材中第五章第三节“二氧化碳”课程, 引导学生探究其性质、制备及吸收方法, 结合数字化手段

对比 NaOH 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 吸收效率, 深化“宏微结合”思维。通过冬奥会 CO_2 制冰、微生物固碳等实例, 渗透绿色化学理念, 使学生理解化学对可持续发展的意义, 同步培养科学态度与社会责任, 提升“科学探究与创新意识”等学科核心素养。

2 教学内容及主题分析

本节课整合二氧化碳的制备与吸收实验, 聚焦学科核心素养培养。基于“双碳”背景, 引导学生通过对比氧气制法, 选择大理石与稀盐酸制备 CO_2 , 自主设计气体制取装置。通过数字化实验与常规实验对比探究 NaOH、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等吸收试剂的效能, 建立“性质决定应用”的学科思维。借助微观反应解析宏观实验现象, 强化宏微结合认知, 在装置改进、试剂优化等探究环节中发展实验设计能力与协作意识, 渗透绿色化学理念与社会责任教育。

3 学生学情分析

现阶段的学生对氧气的实验室制法比较熟悉, 掌握了制氧气的原理、装置以及收集方法。在本节课之前, 学生学习并掌握了二氧化碳的物理、化学性质, 知道能生成二氧化碳的反应, 但是学生并未形成实验室制取气体完整的实验思路。因此, 本节课的设计重点在于让学生明确实验室制取气体的思路, 掌握发生装置和收集装置的选择原则。

4 具体教学流程

教学流程如图 1 所示



图1 教学流程

5 教学实录

5.1 “双碳”背景引领，了解“碳达峰、碳中和”含义

【资料展示1】播放习近平主席在领导人气候峰会上的讲话视频，视频中习总书记阐述了我国生态文明思想理念，并提出我国将在2030年实现碳达峰，2060年实现碳中和的目标。通过视频让学生对“双碳”目标的由来有一定的了解，激发学生的好奇心和探究欲望。

【教师】目前地球上出现了很多环境问题，温室效应就是其中一种，温室效应是由二氧化碳引起的，通过视频我们了解到，习主席在气候峰会上提出了“碳达峰、碳中和”目标，请同学们根据自己的理解解释这个目标的具体含义。

【学生】碳达峰就是指“二氧化碳的产生量达到峰

值，并且达到峰值之后不再上升，而是逐步回落”；碳中和就是指“二氧化碳的产生量和吸收量相等”。

【教师】是的，目前由于化石燃料的燃烧、以及众多人类活动，已经造成大气中二氧化碳含量超标，引发了环境问题，本节课我们探究实验室如何制备、收集以及吸收二氧化碳。

5.2 实验探究促理解，引入数字化实验深入理解微观反应

【实验探究以及学生活动】

为学生提供碳酸钙、碳酸钠、大理石、稀盐酸和稀硫酸这五种药品，六人为一组进行实验，根据实验现象和速率选择实验室制备二氧化碳的最佳药品组合，即大理石和稀盐酸，反应照片如图2所示：



图 2 四组制备二氧化碳的药品反应图

A: 大理石和稀盐酸, B: 大理石和稀硫酸, C: 碳酸钙和稀盐酸, D: 碳酸钠和稀盐酸, 通过实验现象学生可以总结出大理石和稀盐酸是实验室制备二氧化碳的最佳组合。

通过之前学习的二氧化碳的性质和制取气体装置的选择依据, 学生选择以下四种装置作为发生装置, 如图 3 所示:



图 3 制取二氧化碳的发生装置

前三种作为学生分组实验的装置, 实验结束后请学生总结不同装置的优点, 而“简易启普发生器”作为教师演示实验装置, 让学生通过观察教师的操作, 理解该装置的原理。

【教师】请每组同学制备两瓶二氧化碳, 实验结束后, 派一个代表总结一下装置的优点。

【学生 1】我们组使用的是长颈漏斗和锥形瓶, 优点是随时添加药品。

【学生 2】我们组使用的是注射器和锥形瓶, 优点是控制反应的发生和停止, 控制液体药品的添加量。

【学生 3】我们组使用的是分液漏斗和锥形瓶, 优点是控制反应的发生和停止。

【教师】没错, 每组同学都总结的很到位, 也制取二氧化碳的方法, 现在每组已经制备了两瓶二氧化碳, 接下来我们一起探究, 用哪种溶液可以迅速吸收更多的二氧化碳, 实现“碳中和”呢?

给大家提供两种溶液: 氢氧化钠、氢氧化钙, 请同学们分别向自己收集好的两瓶二氧化碳中加入等量的氢氧化钙和氢氧化钠溶液, 观察瓶身变化。(课前教师实验图如图 4 所示, 学生课堂实验现象和教师实验现象相同)



图 4 不同溶液吸收二氧化碳的情况

【教师】通过实验现象发现, 同体积的溶液, 氢氧化钠对二氧化碳的吸收效果更好, 通过数字化实验验证了这一点。

数字化实验装置如图 5 所示, 不同溶液中二氧化碳浓度随时间变化图如图 6 所示:



图 5 数字化实验装置

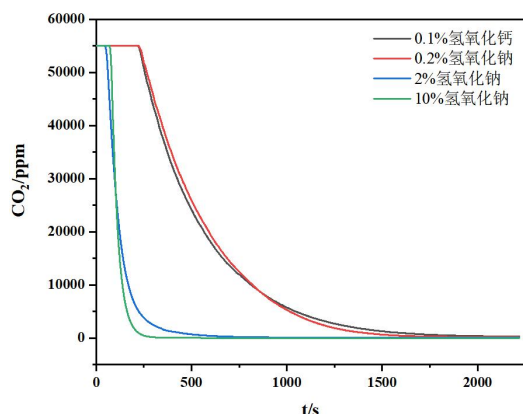


图 6 不同溶液中二氧化碳浓度随时间变化图

【教师】通过常规实验和数字化实验，发现氢氧化钠溶液对二氧化碳吸收效果更好，并且浓度越高吸收效果越好，但观察图 6 发现，当氢氧根离子浓度相同时，氢氧化钙和氢氧化钠的吸收效果差不多，并且 2% 的氢氧化钠在最开始时吸收速度比 10% 氢氧化钠快，这说明并不是浓度越高吸收效果越好，而是存在一个最佳浓度。

5.3 归纳总结提升学生的社会责任感

【总结提升】

【教师】这节课，作为小小科学家，我们探究出二氧化碳的高效制取与吸收方法，为“双碳”目标贡献力量。科学家们正通过创新技术实现碳中和：北京冬奥会运用二氧化碳跨临界制冰技术，打造绿色场馆^[4]；人工微生物将二氧化碳转化为淀粉等粮食化合物^[5]，缓解粮食危机；新型燃料电池将捕集的二氧化碳转化为甲醇等清洁燃料，提升资源利用率。生活中哪些行为可以减少二氧化碳的排放？

【学生】节约用电，随手关灯；绿色低碳出行；减少一次性商品的使用；用清洁燃料代替煤炭和燃油。

【教师】没错，同学们提出的这几点确实可以有效减少二氧化碳的排放，这节课我们学习了实验室如何制取二氧化碳，探究了吸收二氧化碳的最佳溶液，也了解了目前科学家们为实现“碳中和”做出的贡献，“碳达峰、碳中和”目标的实现需要我们大家的共同努力，希望同学们从小事做起，用行动奏响绿色低碳的旋律！

6 教学反思

本节课紧扣“双碳”目标，以二氧化碳的制备、收集与吸收为探究主线，设计三组阶梯式实验：实验一基于药品选择，培养科学探究与协作能力；实验二通过不同发生装置的操作对比，引导学生分析装置优缺点，动态理解反应原理；实验三结合常规实验与数字化实验，定量探究 NaOH 与 Ca(OH)₂ 溶液吸收 CO₂ 的效能差异，强

化证据推理与宏微结合思维。

针对初三学生认知特点，教学弱化微观离子解释，侧重宏观现象分析。二氧化碳收集环节，类比高中乙烯收集方法并结合文献，指出排水法虽纯度更高，但因耗时较长，课堂仍采用向上排空气法，强调“性质决定方法”的学科逻辑。通过实验设计与数据对比，渗透绿色化学理念，深化“双碳”背景下的社会责任教育。

表 1 1 体积水能溶解的气体体积分数^[3]

温度	10	15	20	30
乙炔	1.31%	1.15%	1.03%	0.84%
二氧化碳	1.19%	1.02%	0.88%	0.66%

经过分析总结在以后教学中应注意：（1）增加学生实验机会，强化教师指导；（2）规范操作步骤，明确药品用量；（3）提醒实验时间控制，避免无效等待；（4）实验前强调实验等细节，确保现象明显。

本节课以“双碳”目标为背景，探究二氧化碳的产生与吸收方法，将教学与实际生活结合，培养学生的科学态度与社会责任，数字化实验的引入，将宏观与微观相结合，发展学生的宏观辨识与微观探析的学科核心素养；根据学生之前学习氧气制取的方法，建立实验室制取气体的一般思路，让学生建立化学学科思维，了解化学学习的思路和方法。

参考文献

- [1] 教育部关于印发《绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案》的通知[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2022, (12): 6-9.
- [2] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育化学课程标准(2022 年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [3] 孙秋玲. 实验室收集二氧化碳气体方法的可行性探究[J]. 中学化学教学参考, 2019, (12): 52-53.
- [4] 宋瑞琨. 滑冰场制冷系统中二氧化碳制冷技术研究[J]. 科技视界, 2024, 14(21): 20-23.
- [5] 白振敏, 郭姝媛, 杨一群, 等. 微生物利用 CO₂ 及其低碳衍生物为原料制备粮食类产物的研究进展[J]. 生物工程学报, 2024, 40(08): 2731-2746. DOI: 10.13345/j. c. j. b. 240164.

作者简介：封巧欣，2000 年 8 月，女，汉族，陕西西安，硕士在读，研究方向：中学化学教学。

项目名称：“双碳”背景下 STEM 教学模式融入高中化学教学改革研究与实践；

基金项目：东华理工大学 2024 年度研究生创新专项资金资助项目，项目编号：DHYC-202437