

# 二氧化硫演示实验的改进探究及作为复习课的教学设计

李晓燕, 张宪玺\*

聊城大学化学化工学院, 山东 聊城

收稿日期: 2025年2月13日; 录用日期: 2025年3月12日; 发布日期: 2025年3月19日

## 摘要

本研究对二氧化硫的制备及其部分性质的验证实验进行了改进设计, 旨在实现实验装置的密闭性、操作的简易性以及实验现象的明显性。将此节课作为复习课进行, 通过一个综合性的实验串联起二氧化硫的相关知识, 引导学生在实验设计中巩固和应用知识。实验演示直观展示了知识, 有助于学生对知识的理解和系统化。

## 关键词

实验改进, 二氧化硫性质, 教学设计

# Improvement of Sulfur Dioxide Demonstration Experiment and Teaching Design as a Review Lesson

Xiaoyan Li, Xianxi Zhang\*

School of Chemistry and Chemical Engineering, Liaocheng University, Liaocheng Shandong

Received: Feb. 13<sup>th</sup>, 2025; accepted: Mar. 12<sup>th</sup>, 2025; published: Mar. 19<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

In this study, the preparation of sulfur dioxide and its partial properties were designed to realize the airtightness of the experimental device, the ease of operation and the clarity of the experimental phenomena. This lesson is taken as a review lesson, connecting the relevant knowledge of sulfur dioxide through a comprehensive experiment to guide students to consolidate and apply the

\*通讯作者。

knowledge in the experimental design. The experimental demonstration intuitively shows the knowledge, which helps the students to understand and systematize the knowledge.

## Keywords

Experimental Improvement, Sulfur Dioxide Properties, Instructional Design

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

《普通高中化学课程标准(2017年版 2020年修订)》中强调了对硫及其化合物主要性质的了解,包括其生产应用和对生态环境的影响,以及通过化学反应探索物质性质和实现物质转化的能力。教学策略上重视高水平的实验探究活动,并鼓励使用多样化的教学方式和学习途径。学业要求包括列举、描述、辨识典型物质的化学性质及实验现象,并能设计物质制备、检验等简单任务的方案。《普通高中化学课程标准(2017年版 2020年修订)》提出化学学科的五大核心素养,其中“科学探究与创新意识”是从实践层面鼓励学生探索、创新,是当前高中生最为缺乏的素养之一[1]。开展以化学实验为主的教学活动便是一种不断发现问题、解决问题的科学探究实践。实验是培养学生实验设计能力、操作能力、观察能力以及数据分析处理能力等基本实验素养的良好载体,是不可或缺的重要教学环节[2]。为了解国内外相关研究现状,查阅了大量文献资料,发现不同研究者的改进思路不同,但主要集中于以下几个层面:(1)对实验装置微型化和药品微量设计,节约了药品,减少了尾气的排放;(2)对实验装置的一体化设计,即把SO<sub>2</sub>制备和性质检验整合在一起,现象明显,但操作较复杂;(3)对实验装置生活化改进,增加了实验的趣味性;(4)对SO<sub>2</sub>尾气的处理,以解决环境污染问题。以上的改进一定程度上优化了实验效果,但依然存在实验装置复杂、不易操作等问题[3]。基于高中化学学科素养中的“科学探究与创新意识”和“科学态度与社会责任”,本文从学生已学的二氧化硫性质入手,结合环境保护角度,设计了实验复习课。通过改进实验装置,实现二氧化硫的制备与多个性质实验的整合,使实验装置密闭、操作简单、现象明显,并能妥善处理残留的二氧化硫气体。该实验兼具二氧化硫的制取与性质验证功能,趣味性强,能提升学生的学习兴趣,具有一定的推广价值[4]。

## 2. 教材分析

通过对现行人教版(2019)化学教材第二册第五章二氧化硫相关内容的分析发现若干问题:首先,二氧化硫的制备需在课前完成,制取过程中试剂用量大且易逸散,导致课堂实验现象不明显;其次,实验在敞开环境中进行,易污染空气;最后,教材实验未涉及二氧化硫的氧化性和还原性的性质验证,而这些性质是高中化学的重点内容[5]。因此,有必要结合绿色化学理念对实验进行综合改进,实现制备与性质验证的一体化设计,主要解决三个问题:一是二氧化硫的制取、二是二氧化硫的性质检验、三是二氧化硫的尾气吸收[6]。

## 3. 实验改进设计

### 3.1. 实验目的

通过改进实验装置,实现二氧化硫的制备与多个性质实验的整合,使实验装置密闭、操作简单、现象明显,并能妥善处理残留的二氧化硫气体。

### 3.2. 实验原理

实验室制备二氧化硫气体常规使用亚硫酸钠固体与 70% 的浓硫酸反应, 但在实际操作过程中发现亚硫酸钠粉末容易结块导致反应不能继续进行。本文改进了试剂, 使用饱和亚硫酸钠溶液与 98% 浓硫酸反应, 增加了接触面, 防止结块, 加快反应速率, 并通过控制浓硫酸滴速调控反应速率[7]。实验验证了二氧化硫的酸性氧化物、还原性、漂白性及漂白性的选择性与不稳定性等性质。

### 3.3. 实验仪器及试剂

实验仪器: 锥形瓶、滴液漏斗、具支试管、玻璃导管、带孔橡胶塞、烧杯、小漏斗、洗耳球。

实验试剂: 浓硫酸、饱和亚硫酸钠溶液、品红溶液、溴水、酸性高锰酸钾溶液、氢氧化钠浓溶液。

### 3.4. 实验装置及说明

实验装置设计如图 1 所示, 发生装置需垫高以平衡压强。反应开始时, 夹子封闭, 必要时可用洗耳球鼓入空气推动二氧化硫至性质验证试管。反应结束后, 同样用洗耳球鼓入空气将残留二氧化硫赶至尾气处理装置, 实现零排放。

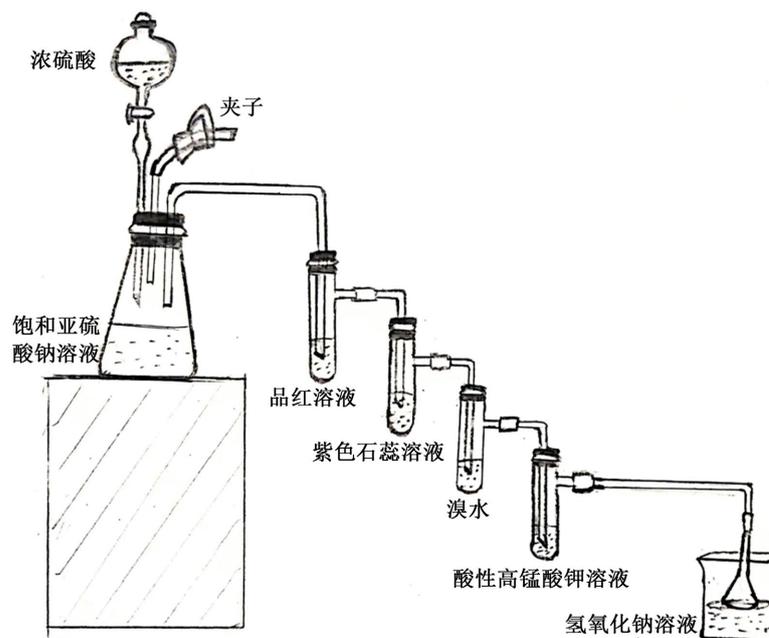


Figure 1. Schematic diagram of experimental setup

图 1. 实验装置示意图

### 3.5. 实验步骤及现象分析

- (1) 连接装置, 检查气密性。通过热毛巾捂住锥形瓶观察气泡和液柱变化判断。
- (2) 添加试剂, 打开滴液漏斗旋塞, 观察右边试管中实验现象: 品红溶液褪色(漂白性), 紫色石蕊溶液变红不褪色(酸性氧化物及漂白选择性), 溴水褪色(还原性), 酸性高锰酸钾溶液褪色(还原性)。
- (3) 反应结束后, 打开夹子, 用洗耳球鼓入空气进行尾气处理。
- (4) 把装有品红溶液的具支试管上的塞子打开与发生装置分离, 换成不带孔的橡胶塞塞上, 将该试管放入盛有热水的烧杯中, 原本已经被漂白的无色透明溶液逐渐变红(二氧化硫漂白的不稳定性)。

## 4. 教学设计

### 4.1. 学习目标

- (1) 回顾并总结二氧化硫的实验室制备方法及其性质。
- (2) 设计实验完成二氧化硫的制备及性质验证。

### 4.2. 学情分析

学生已具备酸性氧化物和氧化还原反应的基础知识, 但对二氧化硫这种多价态非金属元素化合物的实际应用和实验操作可能存在困难。他们具备较强的逻辑思维能力和实验操作基础, 但对元素化合物知识的系统学习方法需进一步完善。通过实验探究, 可增强学生的环保意识和解决实际问题的能力。

### 4.3. 教学重点与难点

- (1) 教学重点: 二氧化硫相关知识的系统化; 一体化实验设计。
- (2) 教学难点: 制备与性质验证一体化实验设计。

### 4.4. 教学过程

环节一: 巩固旧知

[教师活动] 带领学生复习二氧化硫的制备方法、酸性氧化物性质、氧化性与还原性、漂白性及其特点。展示思维导图框架(性质分类: 酸性氧化物、氧化性、还原性、漂白性), 学生分组补充关键词并举例。

[学生活动] 回顾二氧化硫知识点, 回答老师的问题; 小组竞赛填写思维导图。例如: 酸性氧化物→能与 NaOH 反应, 还原性→使酸性高锰酸钾褪色, 漂白性→品红溶液褪色。

环节二: 实验设计

[教师设问] 让学生进行实验流程设计(小组讨论)。提供材料清单: Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 固体、浓硫酸、品红溶液、0.01 mol/L 酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液、溴水、紫色石蕊试液、NaOH 溶液、蒸馏水、尾气处理装置(倒置漏斗、球形干燥管)。

教师数据支持:

- (1) SO<sub>2</sub> 与 NaOH 反应方程式:  $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (过量 SO<sub>2</sub> 生成 NaHSO<sub>3</sub>);
- (2) 定量参考: 1 mol Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 与浓硫酸反应生成 1 mol SO<sub>2</sub> (理论值), 实际产率约 80%;
- (3) 亚硫酸钠固体与浓硫酸反应过程会结块。

[学生任务] 绘制装置连接图并标注试剂作用, 重点思考:

- (1) 如何解决亚硫酸钠固体与浓硫酸反应的结块问题?
- (2) 验证不同性质的试剂顺序(如先验证漂白性是否会影响后续酸性检验)?
- (3) 如何避免 SO<sub>2</sub> 逸出?

[教师设问] 让学生进行仪器选择与优化。

问题链: 发生装置液液不加热装置如何选? 如何控制反应速率? 验证二氧化硫性质用大容器还是小容器? 尾气处理防倒吸装置如何选? 为什么?

[学生任务] 进一步设计实验。学生实验方案示例:

步骤	装置连接及试剂
制备	液液不加热反应装置(锥形瓶 + 分液漏斗) Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + 浓 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
性质检验	依次通过品红溶液→石蕊溶液→溴水→酸性 KMnO <sub>4</sub>
尾气处理	倒置漏斗 + NaOH 溶液

### 环节三：实验演示

[教师活动] 教师演示实验，包括二氧化硫的制备、漂白性验证、酸性验证、还原性验证、尾气处理。

实验步骤：(1) 旋动滴液漏斗旋塞，使浓硫酸流下与亚硫酸钠反应；(2) 观察现象，待品红溶液褪色，把装有品红溶液的试管浸入盛有热水的烧杯中。实验前后变化如图 2、图 3 所示。



**Figure 2.** Before reaction  
**图 2.** 反应前



**Figure 3.** After reaction  
**图 3.** 反应后

[学生活动] 认真观看老师演示实验，观察记录实验现象：品红溶液褪色，石蕊溶液变红不褪色，溴水、高锰酸钾溶液褪色，加热褪色的品红溶液后恢复红色。

### 环节四：小结与课后活动

[教师活动] 学习效果评估：通过学生的实验报告评价学生学习效果。

实验报告包括：装置图(2分)；现象记录(3分)；结论分析(3分)；反思(2分)。

[学生活动] 小组答辩：各组展示装置图，其他组提出改进建议(如“尾气处理装置是否合理”)。

[教师活动] 课后让学生思考制备二氧化硫为何选择 70%浓硫酸、如何除去装置中残留的二氧化硫。

[学生活动] 课后思考问题，寻找问题的答案。

#### 4.5. 设计思路说明

本文对课本关于二氧化硫的制备和化学性质验证实验进行了改进和创新。将二氧化硫的制备与多个性质验证实验及尾气吸收结合在一起, 进行一体化设计, 操作简单, 能一体化制备并验证二氧化硫性质的特点; 避免二氧化硫逸出, 体现绿色环保理念[8]。该设计既节约试剂, 又符合环保要求, 引入创新实验, 使化学学科核心素养落地, 使学生在解决问题中体会“科学探究与创新意识”与“科学态度与社会责任”学科核心素养的内涵[9], 有助于学生对化学知识的理解和系统化。

#### 4.6. 教学效果与反思

本次教学过程的设计, 通过巩固旧知、实验设计和实验演示三个环节, 进一步加深了学生对这部分知识的理解和掌握。以提问问题的形式引导学生在解决问题的过程中完成实验设计, 实现理论知识向实际应用的转化, 实验设计过程实现了让学生参与其中, 自己选择仪器和试剂去验证自己已经掌握的知识, 去体验解决问题的过程, 最后通过实验使前面的猜想和设计具象化, 学生在熟练掌握二氧化硫相关知识的同时, 也提高了实验观察和分析能力。然而, 由于实验装置组装相对复杂, 实验实施还是以演示为主, 未能实现所有学生动手操作的机会。未来可考虑将演示实验改为分组实验, 增加学生动手操作的机会, 并提高他们的团队协作能力。

#### 基金项目

感谢山东省教育厅 2022 年山东省本科教学改革项目“大中学校共建化学教育研究院的探索与实践”(M2022083)、2019 年山东省研究生教育教学改革项目“地方高校化学化工专业研究生协同育人模式研究与实践”(SDYGJ19061)和 2022 年聊城大学研究生课程思政项目“无机有机杂化功能材料”的资助。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准(2017 年版 2020 年修订) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 洪壮志, 吴君磊. 融入数字化实验的“二氧化硫性质”教学[J]. 中学化学教学参考, 2023(25): 10-14.
- [3] 吴霞, 刘亚莉, 刘茜, 等. 二氧化硫制备和性质实验的简易装置设计[J]. 化学教学, 2024(2): 72-75.
- [4] 张曾栋, 莫尊理, 裴贺兵, 等. 二氧化硫的一体微型生活化实验[J]. 化学教育(中英文), 2022, 43(15): 102-103.
- [5] 何翔. 二氧化硫制备及性质实验改进教学设计[J]. 化学教学, 2023(3): 66-68.
- [6] 艾菲, 黄厚梅, 廖飏, 等. 二氧化硫制取与性质实验的再改进[J]. 化学教学, 2024(3): 78-80.
- [7] 王秀荣. 二氧化硫制备与性质实验的改进与探究[J]. 化学教学, 2017(10): 49-51.
- [8] 常俊俊, 穆楠, 叶红, 等. 二氧化硫性质探究实验改进[J]. 中学化学教学参考, 2023(24): 67.
- [9] 尹健. 贯穿式情境教学在“二氧化硫的性质探究”实验中的运用[J]. 中学化学教学参考, 2023(5): 32-35.