

# 硫和二氧化硫的应用与性质

张飞纯 王津\*

惠州市东江高级中学 广东惠州 516000

**摘要:** 本节课以葡萄酒中  $\text{SO}_2$  的作用分析为情景, 通过抑菌作用、抗氧化作用、色度作用, 利用元素周期表和元素周期律, 基于物质类别和元素价态, 依据复分解反应和氧化还原反应原理, 通过问题驱动策略, 充分调动学生思维, 建构硫及其化合物的物质性质认识模型, 体会化学学科的社会价值, 提高学科价值认同感。

**关键词:** 葡萄酒中的  $\text{SO}_2$ ; S 和  $\text{SO}_2$  的性质与应用; 性质

## 1. 教学总体分析

本节课选自高中化学新人教版必修主题《常见的无机物及其应用》中的硫及其化合物的第一节, 本课堂教学在新课程理念引领下, 沿着“从生活走进化学, 从化学走向社会”的基本教学思路, 以葡萄酒中  $\text{SO}_2$  的作用分析为主线, 以建构学生元素化合物认识模型为中心, 将证据推理与模型认知融于“教”与“学”的全过程。

本节内容是在学习了钠、氯、铁、金属材料等元素以及元素周期表和元素周期律的基础上, 进一步学习更为复杂的无机非金属元素——硫及其化合物。本着知识螺旋式上升的教学意图, 本节课的主题是根据已有的无机化合物知识, 利用元素周期表和元素周期律, 从物质类别和元素价态两大视角学习 S 和  $\text{SO}_2$  的性质, 建构元素化合物的认识模型。

在授课过程中, 利用葡萄酒中  $\text{SO}_2$  作用分析的真实情景, 充分调动学生已有的生活经验与学科知识, 如学生对  $\text{SO}_2$  是一种有毒气体的感性认识, 以及已掌握的物质转化知识、氧化还原反应知识、元素周期律知识, 进行类推、延伸、替代、变换、重组、迁移等思维方式的训练, 以使学生的思维对象由零散、无序自然地过渡到系统、有序, 形成完整、系统的元素化合物的认识模型, 理解  $\text{SO}_2$  在生产生活中的重要应用, 提高学生的学科价值感。

## 2. 教学内容分析

### 2.1 课标分析

内容要求中写到, 认识元素在物质中可以具有不同价态, 可通过氧化还原反应实现不同价态同种元素的物质的相互转化, 形成基于物质类别与元素价态认识元素化合物的认识视角, 本课堂以此观念为核心, 通过葡萄酒中  $\text{SO}_2$  作用

分析的真实情景(抑菌作用、抗氧化作用、色度作用), 引导学生思考其中体现的物质性质(酸性氧化物、还原性、漂白性), 引导学生建构“性质决定用途, 用途反映性质”的思维方法。

学业要求指出结合物质的生产生活应用, 从物质变化、物质类别、元素价态三大视角, 依据复分解反应和氧化还原反应原理, 结合元素周期表和元素周期律, 建构元素化合物的认识模型。葡萄酒作为生活常见物质, 与学生的生活密切联系, 所以在授课过程中注重联系生活生产实际, 通过葡萄酒中  $\text{SO}_2$  的作用分析, 设置有效的驱动性问题, 引导学生依据所学知识从物质类别和元素价态两大视角进行分析, 结合复分解反应和氧化还原反应的知识, 推测与总结硫及其化合物的常见性质与用途。

### 2.2 教材分析

#### 2.2.1 学科价值

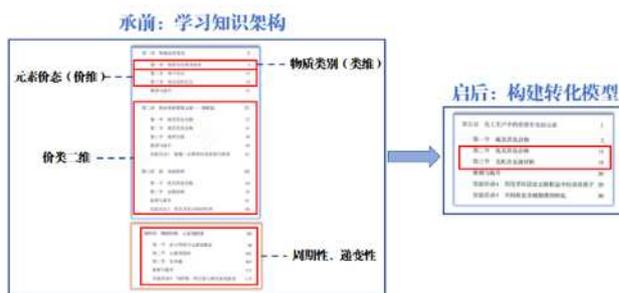


图 1 硫及其化合物的教材分析

本节内容是在学习了钠、氯、铁、金属材料等元素以及元素周期表和元素周期律的基础上, 进一步学习更为复杂的无机非金属元素——硫及其化合物。它是对前几章所学元素化合物知识的应用和检验, 是学生建构元素化合物的认识

模型、强化“性质决定用途、用途反映性质”这一化学观念的重要载体。

硫元素是无机非金属元素中的重要元素，是建构元素化合物认识模型的关键基础，同时为学生推测陌生物质的性质、分析工业流程、设计实验方案打下基础，帮助形成结构化认识思路。

### 2.2.2 思维价值

本节课从物质类别和元素价态两大视角研究硫及其化合物的性质，通过回顾复分解反应和氧化还原反应原理，步步推进，引导学生建构结构化知识体系和认识思路，有利于学生强化“性质决定用途、用途反映性质”的观念，在教学过程中渗透的是“宏微结合”、“证据推理”、“模型认知”以及定性定量相结合的科学思维，这些思维和观念的形成将对学生今后的学习有很大的帮助。

### 2.2.3 文献综述

本节课进行设计时，在中国知网、中国期刊网等文献网站中共查阅有关硫及其化合物文献 32 篇，其中 18 篇运用情境教学模式，10 篇指向核心素养培养，4 篇从 STSE 等视角进行设计。通过查阅文献发现，本节内容特点决定其需要利用贯穿式情境教学。

## 3. 学情分析

### 3.1 发展水平

#### 3.1.1 知识 - 技能类

形成钠、氯、铁、金属材料、硫等元素及其化合物的知识网络体系，灵活迁移所学知识，构建元素化合物的认识模型，依据复分解反应和氧化还原反应原理，利用元素周期表和元素周期律这一认识工具，发展基于物质类别、元素价态的元素化合物的结构化认识思路。

#### 3.1.2 思维 - 方法类

形成物质类别、元素价态的元素及其化合物性质的认识视角，综合应用所学知识设计、评价和优化实验方案，预测物质的组成、结构、性质，建立“性质决定用途，用途反映性质”的基本观念。

#### 3.1.3 价值 - 观念类

联系生活生产实际，解决生活实际问题（葡萄酒中  $\text{SO}_2$  作用分析、有毒气体的尾气处理），提升化学学科价值；用动态变化的观念认识物质转化，强化变化观念与平衡思想。

### 3.2 现有水平

#### 3.2.1 知识 - 技能类

在必修第一册知识的学习中，学生对元素及其化合物的一般研究方法有了初步认识，能从物质类别的分类视角和元素价态的宏观视角认识物质的性质，而且初中已对二氧化硫的性质具备初步的了解，已学习钠、氯、铁、金属材料等元素及其化合物的性质与用途。

#### 3.2.2 思维 - 方法类

在之前的学习中，学生已基本形成“结构决定性质，性质反映结构”的思维，掌握一定的实验技能与方法，基本具备一定的证据推理、类比推理、迁移运用的能力。

#### 3.2.3 价值 - 观念类

在之前的学习中，学生已学习基于物质类别和元素价态两大视角认识元素及其化合物的认识模型，但基于元素周期表与元素周期律的视角有待强化，结合几大视角综合分析的结构化思维有待提升。

### 3.3 困难障碍

#### 3.3.1 知识 - 技能类

学生知识结构化水平不足。虽然学生已了解过元素及其化合物的认识视角，但知识可能过于零散，灵活运用能力不足，完整推测元素及其化合物的性质的认识思路结构化水平有待提升。

#### 3.3.2 思维 - 方法类

在之前的学习中中学生主要通过机械记忆背诵化学知识，结构化认识思维不足，无法充分利用元素周期表和元素周期律、物质类别、元素价态等视角综合分析元素及其化合物的性质。

#### 3.3.3 价值 - 观念类

学生对于物质的转化的认识仅停留于表面，单纯认为反应物可以完全转化为生成物，产物唯一且反应静止不变，缺乏动态观察物质转化的变化观念，将变化观念与平衡思想和物质性质联系的观点有待提升。

## 4. 教学目标

1. 能从硫原子的结构以及硫元素在元素周期表中的位置出发，基于物质类别和元素价态，依据复分解反应和氧化还原反应原理，建构硫及其化合物的物质性质认识模型，深化模型认知的思维方法，形成基于“认识思路”的结构化。

2. 通过对葡萄酒中  $\text{SO}_2$  作用的分析（抑菌作用、抗氧

化作用、色度作用)，培养学生分析推理和解决问题的能力，引导学生建立“结构决定性质，性质反映结构”的基本观念。

3. 以葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 的作用分析为载体，关注生活实际问题，掌握解决实际问题的思路和方法，体会化学学科的社会价值，提高学科价值认同感。

### 5. 评价目标

(1) 通过对硫元素及其化合物的学习与交流，诊断并发展学生元素及其化合物认识思路的结构化水平。

(2) 通过基于物质类别和元素价态总结 S 和 SO<sub>2</sub> 的性质的交流与点评，诊断并发展学生知识迁移和归纳总结的能

力水平。

(3) 通过对葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 作用的讨论和分析，诊断并发展学生整合信息、分析和解决实际问题的能力水平。

### 6. 教学重难点

#### 6.1 教学重点

S 和 SO<sub>2</sub> 的性质  
元素及其化合物认识视角的培养

#### 6.2 教学难点

S 和 SO<sub>2</sub> 的氧化性与还原性



图2 葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 的作用

### 7. 教学过程

板块一：联系生活，直奔主题

【情景导入】“葡萄美酒夜光杯，欲饮琵琶马上催”。葡萄酒备受人们的喜爱，留意其配料表，发现其中添加了 SO<sub>2</sub>，提及 SO<sub>2</sub>，同学们的第一反应是有毒气体，怎么能作为食品添加剂呢？



材料一：在葡萄酒酿制过程中，葡萄汁中某些细菌的繁殖会影响发酵，添加适量的二氧化硫起到杀菌的作用。  
材料二：破损或者霉变的葡萄原料的氧化会严重影响葡萄酒的品质，SO<sub>2</sub>可以避免原料被氧化。  
材料三：高浓度SO<sub>2</sub>对葡萄酒的颜色有褪色作用，较低浓度的SO<sub>2</sub>可以稳定葡萄酒的颜色。

图3 葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 的作用

【教师引导】查阅资料，发现葡萄酒中的 SO<sub>2</sub> 具有非常关键的作用，用途反映性质，葡萄酒中的 SO<sub>2</sub> 的作用分别体现了其什么性质呢？

设计意图：

创设真实情境，激发学生学习兴趣，引导学生基于性质决定用途的化学思想，学会分析生活中常见物质的性质。

板块二：认识 S 元素，建构位-构-性认识视角

【教师提问】描述 S 元素在元素周期表中的位置？画出硫原子的原子结构示意图，并推测 S 元素具有什么性质？

【学生讨论】回顾元素周期表的知识，从原子的最外层电子决定元素的性质思考，提取思路。

学生 1：S 元素的最外层电子为 6 个，容易得到 2 个电子达到相对稳定的结构，因此 S 元素具有非金属性。

学生 2：S 元素的最外层电子为 6 个，因此 S 元素的最高化合价为 +6，最低化合价为 -2，根据初中已学的含硫物质，其常见化合价还有 0 和 +4。

【教师评价】评价学生答案，引导学生正确描述元素在元素周期表中的位置，基于原子最外层电子，推测元素性质，对含硫物质的性质有整体把握。

设计意图:

基于元素周期表, 引导学生利用元素周期表和元素周期律这个工具, 基于“位-构-性”视角分析元素性质, 评价并发展学生的知识结构化水平, 并检测学生化学用语表达能力。

【教师引导】基于物质类别和元素价态, 画出硫元素的价类二维图。

【学生思考】

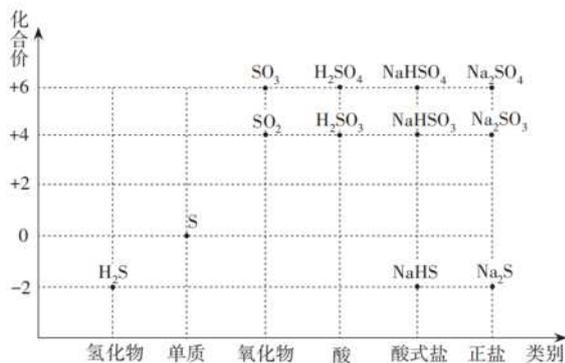


图 4 硫及其化合物的价-类二维模型

设计意图:

基于物质类别和元素价态两大视角, 建构价-类二维模型, 评价并发展学生元素化合物的认识思路结构化水平。

板块三: 基于物质类别和元素价态, 认识物质性质

(1) 任务一: 火山口的 S 单质

【教师引导】阅读课本, 总结 S 的物理性质。

【教师提问】请你基于物质类别和元素价态, 预测硫单质的化学性质。

【学生交流】

学生 1: 从物质类别的角度思考, 硫是化学性质比较活泼的非金属单质, 能与许多金属单质及非金属单质发生化学反应;

学生 2: 从元素价态的角度思考, 硫单质的化合价为 0, 处于常见价态的中间价, 既有氧化性, 又有还原性。

【教师追问】那么常见的氧化剂与还原剂有哪些呢? 如何寻找?

【学生回答】

学生 1: 基于元素周期律思考, 同一主族, 从上到下, 单质的还原性逐渐增强, 同一周期从左到右, 单质的氧化性逐渐增强; 因此位于右上角的元素所对应单质具有较强的氧

化性, 如  $O_2$ 、 $Cl_2$ , 位于左下角的元素所对应单质具有较强的还原性, 如 Na、K、Ca 等。

学生 2: 基于元素化合价思考, 高价物质能够被还原, 具有氧化性, 如  $KMnO_4$ 、 $HNO_3$ , 低价物质能够被氧化, 具有还原性, 如 HCl、Fe、Cu。

【教师评价】非常棒, 同学们基于元素周期律分析常见的氧化剂与还原剂, 体现严谨的结构化认识思路, 现在请同学们写出 S 单质与下列物质反应的化学方程式, 并判断 S 单质的作用。

【教师提问】

对比 S 和  $Cl_2$  分别与铁和铜的反应的产物, 你可以得出什么结论?

【学生回答】

$Cl_2$  与铁和铜反应得到的产物价态较高, 说明氧化性:  $S > Cl_2$ 。

设计意图:

利用元素周期律和元素价态这一工具, 强化氧化剂与还原剂的认识思维, 评价并发展学生运用氧化还原反应思想分析解决问题的能力, 发展学生的逻辑推理能力与发散思维。

(2) 【任务二】葡萄酒中  $SO_2$  的抑菌作用

【资料卡片】细菌的繁殖受 pH 的影响, 当 pH 过高或过低时, 细菌的繁殖受到抑制。

【学生思考】 $SO_2$  溶于水呈酸性, 使溶液 pH 降低, 抑制细菌的生长。

【教师引导】阅读课本, 总结  $SO_2$  的物理性质。

【教师追问】如何实验验证  $SO_2$  的水溶性?

【学生讨论】将集满的试管倒立在水中, 振荡, 观察液面, 若液面上升明显, 说明  $SO_2$  易溶于水。

【教师提问】请结合刚刚 S 单质的学习思路, 思考  $SO_2$  具有什么化学性质?

【学生交流】

学生 1: 基于物质类别,  $SO_2$  属于酸性氧化物

学生 2:  $SO_2$  应该具有酸性氧化物的通性, 可以与水、碱、碱性氧化物反应。

学生 3: 如何实验验证  $SO_2$  与水发生反应?

学生 4: 可以利用刚刚的水溶性实验, 检测溶液的 pH, 取少量样品于试管中, 滴入几滴紫色石蕊溶液, 观察溶液是否变红。

### 【学生交流】

学生 1: SO<sub>2</sub> 作为空气污染气体, 在实验中需要进行尾气处理, 应选择什么试剂?

学生 2: SO<sub>2</sub> 与水可以反应, 用水吸收.

学生 3: SO<sub>2</sub> 水溶性实验中, 试管中并未完成充满水, 说明 SO<sub>2</sub> 与水未完全反应, 反应不彻底.

学生 4: SO<sub>2</sub> 与 NaOH 可以完全反应, 考虑将尾气通入过量的 NaOH 溶液.

### 【教师评价】

SO<sub>2</sub> 与水的反应为可逆反应, 在同一条件下, 反应可以双向进行, SO<sub>2</sub> 与水存在较大的反应限度, 不能完全反应, 应用 NaOH 溶液进行尾气处理, 同时保证 NaOH 过量, 确保 SO<sub>2</sub> 完全反应.

### 设计意图:

利用葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 的抑菌作用, 发展学生用途反映性质的学科思想, 同时引导学生思考 SO<sub>2</sub> 作为酸性氧化物具有的性质及其在实际生产中的应用(使指示剂变色和进行尾气处理), 发展学生性质决定用途的学科观念, 评价并发展学生的认识思路结构化水平, 同时通过 SO<sub>2</sub> 尾气处理的试剂选择强化学生定性定量相结合的科学思维.

### (3) 【任务三】葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 的抗氧化作用

【教师提问】破损或者霉变的葡萄原料的氧化会严重影响葡萄酒的品质, SO<sub>2</sub> 可以避免原料被氧化, 请你分析其原理.

【学生思考】SO<sub>2</sub> 具有还原性, 可以优先和葡萄酒中的氧化性物质反应, 防止葡萄酒被氧化, 因此称为 SO<sub>2</sub> 的抗氧化作用.

【教师提问】请你总结下 SO<sub>2</sub> 的化学性质.

【学生交流】基于元素价态, SO<sub>2</sub> 中 S 的化合价为 +4, 处于常见价态的中间价, 既有氧化性, 又有还原性.

### 设计意图:

利用葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 的抗氧化作用, 评价并发展学生用途反映性质的学科思想. 此任务基于元素价态分析物质性质, 评价并发展学生的认识思路结构化水平.

### (4) 【任务四】葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 的色度作用

【资料卡片】高浓度 SO<sub>2</sub> 对葡萄酒的颜色有褪色作用, 较低浓度的 SO<sub>2</sub> 可以稳定葡萄酒的颜色, 对于葡萄酒的色泽起到保护作用.

【教师讲解】葡萄酒中含有的花色苷可以与 SO<sub>2</sub> 结合, 生成无色不稳定的色素化合物, 推测 SO<sub>2</sub> 具有什么性质?

【学生回答】漂白性.

【教师讲解】SO<sub>2</sub> 与某些有色物质(纸浆、毛、丝、草编制品)生成不稳定的无色物质, 具有漂白性. 实验中经常利用品红溶液检验 SO<sub>2</sub> 是否产生.

### 设计意图:

通过 SO<sub>2</sub> 与品红溶液的漂白性实验, 评价并发展学生的实验操作能力和证据推理能力, 同时通过设置对照实验提高学生的科学探究水平, 在现象分析发展学生透过现象看本质的科学思维.

### 板块四: 基于学科价值, 总结提升, 学以致用

【教师总结】SO<sub>2</sub> 是一种重要的食品添加剂, 具有漂白、防腐、抗氧化等作用. 尽管二氧化硫在蜜饯、干果、食糖、果酒等食品的加工中起着重要作用, 但如果使用不当就有可能造成食品中二氧化硫的残留量超标, 从而对人体健康造成不利影响.

### 设计意图:

通过总结葡萄酒中添加 SO<sub>2</sub> 的作用, 将化学与生活相结合, 评价并发展学生的学科价值和社会价值, 同时对 SO<sub>2</sub> 用量进行分析, 强化学生定性定量相结合的学科思维, 体会“善用之则为福, 不能用之则为祸”的哲学思想, 增强学生的社会责任感与辩证思维.



图 5 S 和 SO<sub>2</sub> 的性质及其应用的板书设计

## 8. 教学反思

### 8.1 教学亮点

#### 8.1.1 内容结构化

将教学内容结构化, 以“葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 作用分析”的真实情境贯穿课堂, 通过“物质类别和元素价态”的显化认识思路帮助学生建构元素及其化合物的认识模型, 逐步提

升学生的化学知识认识思路结构化水平,发展化学核心素养.

### 8.1.2 素养为本

本节课以“葡萄酒中 SO<sub>2</sub> 的作用分析”为明线,以“性质决定用途,用途反映性质”为暗线,通过理论分析和实验验证相结合培养学生思维的完整性与思辨性,引导学生利用结构化思维、运用化学学科知识、解决社会实际问题,发展学生的社会责任、模型认知、证据推理的核心素养,落实“素养为本”的新课标教学理念.

### 8.1.3 紧密结合生活实际

基于积极正面的生活情境设计问题解决任务,在教学情境中设置认知冲突,帮助学生辩证看待 SO<sub>2</sub> 的功与过,培养学生全面认识事物的辩证观.

## 8.2 教学不足

### 8.2.1 时间紧凑,课堂节奏快

本节课力求落实三类教学内容,主要通过真实情境、问题驱动完成认识模型构建,课程内容难度较大,对学生要求较高,课堂节奏稍快.

### 8.2.2 注重定性思维培养,定量思维培养有待加强

本节课以硫和二氧化硫的性质认识为重点,主要着眼于培养学生的定性思维,对于定量思维的培养有所偏颇,希望能够不断改进,在课堂教学中同时落实学生定性定量相结合的科学思维的培养.

### 参考文献:

[1] 李万月.智慧课堂背景下元素化合物的教学及反思——以“二氧化硫”为例[J].新课程,2024,(03):106-108.

[2] 孙丽.基于真实情境“工业脱硫法”的二氧化硫教学设计[J].中学化学,2024,(01):7-9.

[3] 陈生华,熊薇露,廖方芳,等.POE 教学策略与手持技术数字化实验结合的教学——二氧化硫的探究性学习[J].

化学教育(中英文),2024,45(01):125-126.

[4] 韦新平,钱扬义.基于 PDEODE 策略的化学课堂探究性学习模式与实践——以探究“二氧化硫的漂白性”为例[J].中学化学教学参考,2013,(11):18-21.

[5] 钱扬义.《义务教育化学课程标准(2022年版)》解读——科学探究与化学实验[J].化学教育(中英文),2022,43(21):13-20.

[6] 麦裕华,钱扬义.“中学化学手持技术数字化实验案例”的多维分析——以钱扬义工作室 20 年研究的期刊论文为例[J].化学教育(中英文),2020,41(19):83-89.

[7] 车琼,张甜,冯勋.在问题驱动下实现知识的自主建构——以“二氧化硫的性质”为例[J].云南化工,2023,50(07):168-171.

[8] 祝金蕊.基于真实情境的“二氧化硫”教学设计[J].中学化学教学参考,2023,(09):37-38.

[9] 苏华虹,潘红,王怀文,等.整合“元素化合物”和“实验方案设计”的主题式复习课——测量葡萄酒中二氧化硫的含量[J].化学教学,2023,(01):47-51.

[10] 韦新平.涵育“科学态度与社会责任”的教学内容结构化设计——以“探析二氧化硫的功与过”教学为例[J].化学教学,2023,(01):35-41.

### 作者简介:

张飞纯(1999—),女,汉族,本科,基于核心素养的任务驱动教学模式

通讯作者:王津(1979—),男,汉族,研究生,项目式学习在中学化学教学中的应用、问题驱动式化学教学课堂。

### 基金项目:

2022 年度中小学教师教育科研能力提升项目。