

二氧化硫

【复习目标】

1. 通过 SO_2 在生产生活中的实际应用，复习 SO_2 的相关性质。
2. 通过 SO_2 转化关系，解释或解决生产生活中的实际问题。
3. 通过“价—类”二维图建立，从物质类别和氧化还原视角总结 SO_2 性质。

【温故·习新】

SO_2 是由（填“极性”或“非极性”，下同）键构成的分子，其中 S 原子的杂化方式为 ▲ ， SO_2 分子的空间构型为 ▲ 。

【研讨·拓展】

任务一 阅读资料归纳 SO_2 的性质

【资料卡片 1】早在古罗马时代，人们就开始在酿酒的过程中使用二氧化硫，而如今 SO_2 已经是葡萄酒从采摘、酿造到灌装每个过程都不可或缺的重要物质。

SO_2 溶于水产生亚硫酸，呈酸性能抑制酵母发酵和细菌繁殖，并起到抗氧化和保鲜的作用。二氧化硫在葡萄压榨和发酵的过程中对葡萄酒的颜色也有影响，尤其是红葡萄酒，剂量合适的话有利于保持颜色，但超量的话又会造成褪色，当然这种褪色是可逆的。而且 SO_2 含量过高时人体饮用后会引发急性中毒。

二氧化硫是会挥发的，所以饮酒前倒入醒酒器加快其挥发，使之含量降低，酒也会更柔和，因此，葡萄酒中 SO_2 含量一直属于严格监控的检测项目。

活动 1. 根据资料卡片分析 SO_2 作为葡萄酒生产的添加剂，涉及 SO_2 的哪些性质。

活动 2. 将下列物质与 SO_2 的反应按反应机理分类。

酸性 KMnO_4 溶液、 Br_2 水、 I_2 水 品红、 NaOH 的酚酞溶液

活动 3. 设计简单实验证明 SO_2 使 NaOH 的酚酞溶液褪色的原理。

任务二 探究亚硫酸盐在葡萄酒生产中的使用

【资料卡片 2】葡萄酒中直接添加 SO_2 ，会在 1~2 天便释放出大部分 SO_2 气体。因此，葡萄酒通常通过添加粉末的形式控制 SO_2 的释放速度。

活动 4. 计算下列各亚硫酸盐中有效 SO₂ (S 原子折算成 SO₂ 的质量后占化合物的质量百分含量) 的含量。

SO ₂	Na ₂ SO ₃	NaHSO ₃	Na ₂ S ₂ O ₅
100%	50.8%		

注：焦亚硫酸钠 (Na₂S₂O₅) 遇水转化为 NaHSO₃。

活动 5. 预测表格中不适合作为葡萄酒生产添加剂的亚硫酸盐。

【资料卡片 3】焦亚硫酸钾 (K₂S₂O₅) 常用作 SO₂ 气体的释放剂，它遇水转化为 KHSO₃ 浓溶液，再缓慢反应产生 SO₂ 气体，1molK₂S₂O₅ 释放出 1molSO₂。

活动 6. 写出上述过程总反应的化学方程式_____▲_____。

活动 7. 【思考讨论】为提高释放剂的释放量，可以往焦亚硫酸钠溶液中加入何种性质的物质，达到二次释放 SO₂ 气体的作用。

任务三 定量测定葡萄酒中 SO₂ 的含量

【资料卡片 4】葡萄酒中的主要化学成分是水、乙醇和少量的酒石酸、柠檬酸、苹果酸、乳酸、酚类物质、氨基酸和维生素 C 等。我国规定葡萄酒中 SO₂ 的最大含量为 0.25g · L⁻¹。

活动 8. 从下列试剂中选择合适试剂 (可多选) 设计实验，利用沉淀法测定某品牌葡萄酒中 SO₂ 的含量。(限选试剂：BaCl₂ 溶液、氨水、溴水)

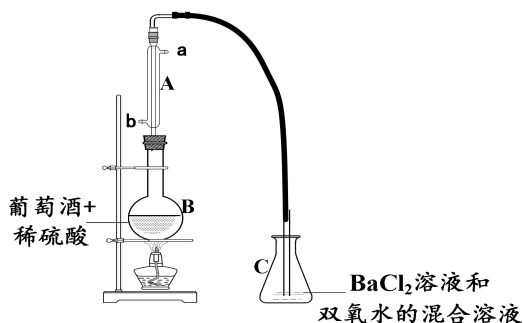
	试剂 A	试剂 B	沉淀 (化学式)
方案 1			
方案 2			
.....			

资料：

①SO₂ 的沸点-10℃，只需稍加热即可逸出。

②显示酒中还有很多有机物，沸点也比较低，加热过程部分有机物也会随着 SO₂ 气体逸出。现利用下图所示装置，测定葡萄酒中 SO₂ 的含量，A 仪器的作用是_____▲_____。

若 B 中加入 200.00mL 葡萄酒和适量稀硫酸，C 中试剂足量，加热是 SO₂ 全部逸出，完全反应后生成沉淀 0.233g。则该葡萄酒中 SO₂ 含量_____▲_____ (填“是”或“否”) 合格。

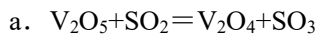


任务四 SO₂ 相关转化机理的应用

活动 9. 体验二氧化硫转化的应用

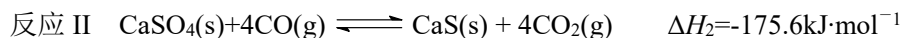
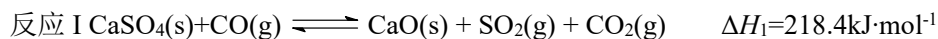
(1) 人类向大气中排放的 NO_x 和 SO₂ 对环境会产生危害。烟气的脱硝（除 NO_x）技术和脱硫（除 SO₂）技术都是环境科学研究的热点。

催化剂 V₂O₅ 可用于处理 NO_x 和 SO₂。V₂O₅ 在催化降解 NO_x 的过程中，也会对 SO₂ 和 O₂ 反应起到一定的催化作用，其反应式如下：

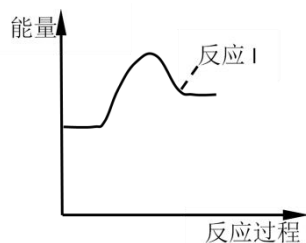


SO₃ 进一步与烟气中逃逸的氨反应，生成硫酸氢铵和硫酸铵。

(2) 煤炭燃烧采用钙基固硫技术可减少 SO₂ 排放，但煤炭燃烧过程中产生的 CO 又会与 CaSO₄ 发生化学反应，降低了脱硫效率。相关反应的热化学方程式如下：



某温度下，若反应 I 的速率远大于反应 II，反应 I、II 的反应物的初始能量相等，请在图中画出反应 II 的过程能量变化示意图。

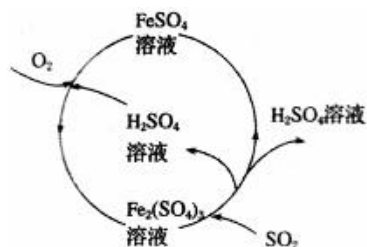


【课堂·小结】

以物质类别为横坐标，以化合价为纵坐标，建立 S 元素的“价-类”二维图。

【反馈·提炼】

1. 三大化石燃料燃烧会产生大气污染物，特别是含硫煤燃烧后产生的 SO_2 危害巨大。为了保护环境，科学家提出了下列解决方法，同时还能获得某种重要的工业产品。下列说法错误的是



- A. 不用 O_2 直接氧化 SO_2 是因为氧化速率太慢
 B. 图中涉及的反应之一为

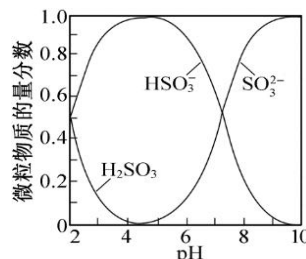
$$4\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

 C. 反应一段时间后，溶液中 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的浓度会减小
 D. 理论上每吸收标况下 224mL SO_2 可以获得 0.98g H_2SO_4

2. 如图所示是一系列含硫化合物的转化关系（反应中生成的水已略去），其中说法正确的是



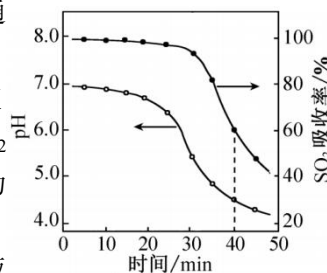
- A. 反应①说明 SO_2 具有漂白性，反应②说明 SO_2 具有酸性
 B. 反应②中生成物 $n(\text{Na}_2\text{SO}_3) : n(\text{NaHSO}_3) = 1 : 1$ 时，则反应物 $n(\text{SO}_2) : n(\text{NaOH}) = 1 : 2$
 C. 反应③④⑤均属于氧化还原反应
 D. 工业上可利用反应②和反应④回收 SO_2



3. 吸收工厂烟气中的 SO_2 ，能有效减少 SO_2 对空气的污染。氨水、 ZnO 水悬浊液吸收烟气中 SO_2 后经 O_2 催化氧化，可得到硫酸盐。已知：室温下， ZnSO_3 微溶于水， $\text{Zn}(\text{HSO}_3)_2$ 易溶于水；溶液中 H_2SO_3 、 HSO_3^- 、 SO_3^{2-} 的物质的量分数随 pH 的分布如右图所示。

(1) 氨水吸收 SO_2 。向氨水中通入少量 SO_2 ，主要反应的离子方程式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；当通入 SO_2 至溶液 $\text{pH}=6$ 时，溶液中浓度最大的阴离子是 $\underline{\hspace{2cm}}$ （填化学式）。

(2) ZnO 水悬浊液吸收 SO_2 。向 ZnO 水悬浊液中匀速缓慢通入 SO_2 ，在开始吸收的 40 min 内， SO_2 吸收率、溶液 pH 均经历了从几乎不变到迅速降低的变化（如右图）。溶液 pH 几乎不变阶段，要产物是 $\underline{\hspace{2cm}}$ （填化学式）； SO_2 吸收率迅速降低阶段，主要反应的离子方程式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



(3) O_2 催化氧化。其他条件相同时，调节吸收 SO_2 得到溶液的 pH 在 4.5~6.5 范围内，pH 越低 SO_4^{2-} 生成速率越大，其主要原因是 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；随着氧化的进行，溶液的 pH 将 $\underline{\hspace{2cm}}$ （填“增大”、“减小”）。

或“不变”)。