

考点 15 常见非金属元素单质及其重要化合物 3——硫

一、选择题

1. 下列关于 SO_2 气体的说法正确的是

- A. 无色无味
- B. 难溶于水
- C. 能使品红溶液褪色
- D. 不具有氧化性

【答案】C

【解析】A. 二氧化硫为无色有刺激性气味气体，有毒，故 A 错误；B. 1 体积的水能溶解 40 体积二氧化硫，所以二氧化硫能溶于水，故 B 错误；C. 二氧化硫能和有色物质反应生成无色物质而具有漂白性，能使品红溶液褪色，故 C 正确；D. 二氧化硫既有氧化性又有还原性，一般显示为还原性，+4 价的 S 被氧化为 +6 价；但是也会有氧化性，如： $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S}(\text{沉淀}) + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 D 错误；故选 C。

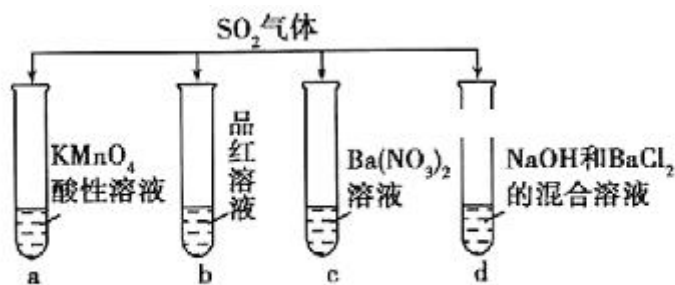
2. 下列有关硫元素及其化合物的说法正确的是

- A. 硫黄矿制备硫酸经历两步： $\text{S} \xrightarrow{\text{O}_2/\text{点燃}} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$
- B. 酸雨与土壤中的金属氧化物反应后，硫元素以单质的形式进入土壤中
- C. 在燃煤中加入石灰石可减少 SO_2 排放，发生的反应为 $2\text{CaCO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}_2 + 2\text{CaSO}_4$
- D. 向溶液中加入 BaCl_2 溶液后滴加硝酸，若产生不溶于硝酸的白色沉淀，则溶液必含 SO_4^{2-}

【答案】C

【解析】A. S 燃烧产生 SO_2 ，不能产生 SO_3 ，A 错误；B. 酸雨中主要含有 H_2SO_3 、 H_2SO_4 ，与土壤中的金属氧化物反应后，硫元素以硫酸盐、亚硫酸盐的形式进入土壤中，B 错误；C. 煅烧石灰石会产生 CaO ， CaO 是碱性氧化物，与酸性氧化物反应产生盐，使硫进入到炉渣中，从而减少了 SO_2 的排放，C 正确；D. 溶液中含有 Ag^+ 、 SO_4^{2-} 都会产生上述现象，因此不能确定一定含有 SO_4^{2-} ，D 错误；故选 C。

3. 将 SO_2 分别通入下列 4 种溶液中，有关说法正确的是



- A. 试管 a 中实验可以证明 SO_2 具有漂白性

- B. 试管 b 中溶液褪色，说明 SO_2 具有强氧化性
- C. 试管 c 中能产生白色沉淀，说明 SO_2 具有还原性
- D. 试管 d 中能产生白色沉淀，该沉淀完全溶于稀硝酸

【答案】C

【解析】A、二氧化硫使酸性高锰酸钾溶液褪色，表现了还原性，选项 A 错误；B、品红褪色，说明二氧化硫有漂白性，选项 B 错误；C、二氧化硫被硝酸根氧化成硫酸根，生成硫酸钡沉淀，说明二氧化硫有还原性，选项 C 正确；D、二氧化硫在碱性条件下反应生成亚硫酸钡，与硝酸反应转化为硫酸钡沉淀，沉淀不溶解，选项 D 错误；故选 C。

4. 向蔗糖固体中滴加浓硫酸，观察到蔗糖变黑，体积膨胀，放出气体等现象，下列叙述错误的是
- A. 上述过程中温度升高
- B. 体积膨胀的主要原因是固体碳受热膨胀所致
- C. 蔗糖生成碳，再生成二氧化碳
- D. 放出的气体用 NaOH 溶液吸收，可能得到 5 种盐

【答案】B

【解析】A. 蔗糖的脱水反应是放热反应，反应后温度升高，故 A 正确；B. 体积膨胀的主要原因是反应生成了气体，使得生成的固体碳疏松多孔，体积膨胀，故 B 错误；C. 蔗糖脱水时先碳化，生成碳，生成的碳再与浓硫酸反应生成二氧化碳，故 C 正确；D. 放出的气体中含有二氧化碳、二氧化硫，用 NaOH 溶液吸收，可能得到碳酸钠、碳酸氢钠、亚硫酸钠、亚硫酸氢钠，亚硫酸钠比较容易被氧化，因此溶液中可能存在硫酸钠，因此可能出现 5 种盐，故 D 正确；故选 B。

5. 下列反应，与硫酸型酸雨的形成肯定无关的是

- A. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$
- C. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
- D. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

【答案】A

【解析】A. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，反应过程中消耗二氧化硫生成单质硫，不能生成硫酸，不是酸雨形成的反应，与硫酸型酸雨的形成肯定无关，故 A 符合；B. 酸雨形成过程可以是二氧化硫和水反应生成亚硫酸，亚硫酸和氧气反应生成硫酸，与酸雨形成有关，故 B 不符合；C. 空气中的二氧化硫气体在粉尘做催化剂的条件下 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ 生成三氧化硫，三氧化硫再与雨水反应 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ 形成酸雨，故 C 不符合；D. 三氧化硫与雨水反应 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ 形成酸雨，故 D 不符合；故选 A。

6. 家用消毒柜常用臭氧(O_3)消毒，在消毒过程中通过放电发生反应：

$3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{O}_3(\text{g}) \quad \Delta H = +144.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；下列关于臭氧说法不正确的是

- A. O_2 和 O_3 互为同素异形体
- B. O_3 具有较强的氧化性
- C. O_2 比 O_3 稳定
- D. 植物油等食物为防止细菌污染，可放入消毒柜中消毒

【答案】D

【解析】 O_2 和 O_3 由氧元素形成的两种不同的单质，互为同素异形体，A 项正确； O_3 能量高，很容易分解，具有较强的氧化性，B 项正确； O_2 比 O_3 具有的能量低，稳定，C 项正确；植物油等食物含有不饱和键，放入消毒柜中消毒，易被氧化而变质，D 项错误。

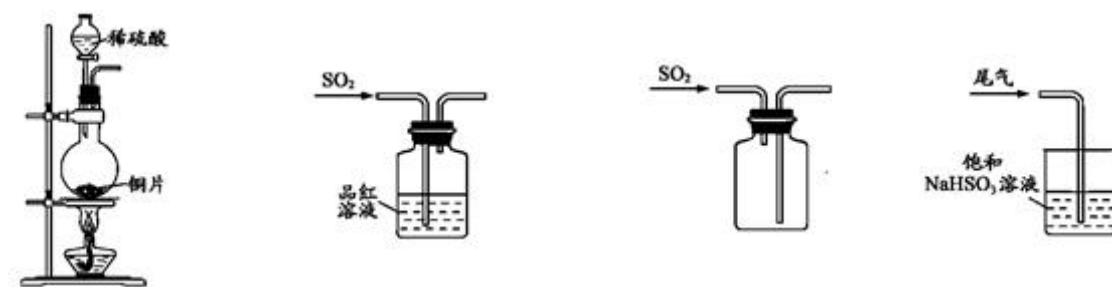
7. 下列关于浓硫酸的叙述正确的是

- A. 浓硫酸具有吸水性，因而能使蔗糖炭化
- B. 浓硫酸在常温下能够使铁、铝等金属钝化
- C. 浓硫酸是一种干燥剂，能够干燥氨气
- D. 浓硫酸在常温下可迅速与铜片反应放出二氧化硫气体

【答案】B

【解析】A. 浓硫酸使蔗糖炭化，体现浓硫酸的脱水性，故不选 A；B. 浓硫酸具有强氧化性，所以浓硫酸在常温下能够使铁、铝等金属钝化，故选 B；C. 氨气是碱性气体，不能用浓硫酸干燥，一般用碱石灰干燥氨气，不选 C；D. 浓硫酸在加热条件下与铜片反应放出二氧化硫气体，在常温下不反应，故不选 D。

8. 下列制取 SO_2 、验证其漂白性、收集并进行尾气处理的装置和原理能达到实验目的的是

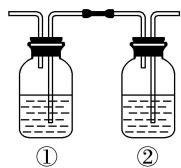


- A. 制取 SO_2 B. 验证漂白性 C. 收集 SO_2 D. 尾气处理

【答案】B

【解析】A. 根据金属活动顺序表可知稀 H_2SO_4 与铜片不反应，故 A 错误；B. SO_2 能使品红溶液褪色，体现其漂白性，故 B 正确；C. SO_2 密度比空气大，应“长进短出”，故 C 错误；D. SO_2 不与 $NaHSO_3$ 反应，所以无法用 $NaHSO_3$ 溶液吸收 SO_2 ，故 D 错误。答案：B。

9. CO_2 气体中含有少量的 SO_2 ，欲用如图所示装置得到干燥纯净的 CO_2 ，则下列叙述正确的是

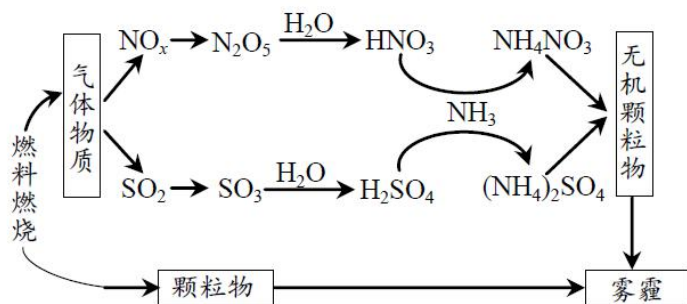


- A. 先让混合气体通过盛有 NaOH 溶液的洗气瓶①，再通过盛有浓 H_2SO_4 的洗气瓶②
- B. 先让混合气体通过盛有饱和 NaHCO_3 溶液的洗气瓶①，再通过盛有浓 H_2SO_4 的洗气瓶②
- C. 先让混合气体通过盛有 Na_2CO_3 溶液的洗气瓶②，再通过盛有浓 H_2SO_4 的洗气瓶①
- D. 先让混合气体通过盛有饱和 NaHCO_3 溶液的洗气瓶②，再通过盛有浓 H_2SO_4 的洗气瓶①

【答案】D

【解析】A. 由题给装置图可知，气流方向应从右向左，且 NaOH 溶液能吸收 CO_2 和 SO_2 气体，故 A 错误；B. 由题给装置图可知，气流方向应从右向左，故 B 错误；C. Na_2CO_3 溶液既与 SO_2 反应，又与 CO_2 反应，故 C 错误；D. NaHCO_3 与 SO_2 发生反应： $2\text{NaHCO}_3 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，将 SO_2 除去，再通过浓硫酸得到干燥纯净的 CO_2 ，故 D 正确；故选 D。

10. 研究表明，氮氧化物 (NO_x) 和二氧化硫在形成雾霾时与大气中的氨有关，其转化关系如下图所示。



下列关于雾霾及其形成的叙述中，不正确的是

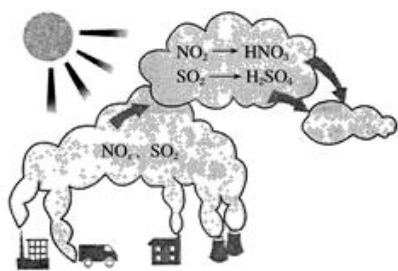
- A. 与燃料燃烧有关
- B. 涉及氧化还原反应
- C. 雾霾中含有 NH_4NO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- D. NH_3 是形成无机颗粒物的催化剂

【答案】D

【解析】A. 有图可知，与燃料有关，故 A 正确；B. 由图可知，硫元素的化合价升高，化合价发生变化，属于氧化还原反应，故 B 正确；C. 由图示可知雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵，故 C 正确；D. 由图示可知氨气参与反应生成铵盐，为反应物，不是催化剂，故 D 错误；故选 D。

二、非选择题

11. 如图所示是酸雨的形成示意图。根据图示回答下列问题。



(1) 下列气体容易形成酸雨的是_____。

A. CO_2 B. SO_2 C. N_2 D. NO_2

(2) 现有雨水样品 1 份，每隔一段时间测定该雨水样品的 pH，所得数据如下：

测试时间/h	0	1	2	3	4
与水的 pH	4.73	4.63	4.56	4.55	4.55

分析数据，回答下列问题：

①雨水样品的 pH 变化的原因是_____ (用化学方程式表示)。

②如果将刚取样的上述雨水和自来水相混合，pH 将变____，原因是_____ (用化学方程式表示)。

(3) 下列措施中，可减少酸雨产生的途径的是_____ (填字母)。

①少用煤作燃料 ②把工厂烟囱造高 ③燃料脱硫 ④在已酸化的土壤上加石灰 ⑤开发新能源

A. ①②③ B. ②③④⑤ C. ①③⑤ D. ①③④⑤

【答案】 (1) BD (2) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ 、 $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 变小 $\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ (或 $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$) (3) C

【解析】 (1) 酸雨是指 pH 小于 5.6 的雨水，酸雨分为硫酸型酸雨和硝酸型酸雨，分别是由 SO_2 和 NO_x 引起，而 N_2 和 CO_2 是空气组成成分，不能引起酸雨，故选项 BD 正确；答案选 BD；

(2) ①空气中 SO_2 与水生成 H_2SO_3 ， NO_x 的氧化物与水生成 HNO_3 ，酸雨放置一段时间后， H_2SO_3 被空气中的氧气氧化成 H_2SO_4 ，酸性增强，其反应方程式为 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ 、 $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ；

②自来水常用 Cl_2 消毒，用上述雨水与自来水混合， SO_2 与 Cl_2 反应： $\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ 或 $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ ，因此溶液的 pH 将变小；

(3) ①要减少酸雨的产生，需减少 SO_2 的排放，大气中 SO_2 来源主要是化石燃料的燃烧以及含硫矿石的冶炼和硫酸、造纸等生产过程中产生的尾气，煤中含有硫，燃烧过程中生成大量 SO_2 ，因此少用煤作燃料或对燃料进行脱硫处理，是减少酸雨的有效措施，故①符合题意；

②把烟囱造高，不能减少酸雨的生成，故②不符合题意；

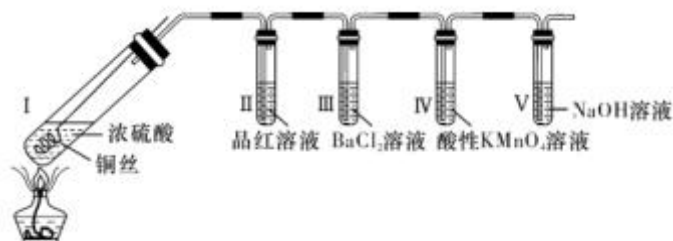
③燃料脱硫，是减少酸雨的有效措施，故③符合题意；

④在已酸化的土壤上加石灰是为了中和酸，不是为了减少酸雨，故④不符合题意；

⑤开发新能源能从根本上杜绝 SO_2 的产生，故⑤符合题意；

综上所述选项 C 正确；答案选 C。

12. 某同学利用如下图所示装置完成了浓硫酸和 SO_2 的性质实验(夹持装置已省略)。请回答下列问题



(1) 将螺旋状的铜丝伸入浓硫酸中，发生反应的化学方程式为_____。

(2) 实验中，试管 II 中的品红溶液_____ (填现象)。

(3) 下列说法不正确的是_____ (填字母代号)

A. 反应后，将试管 I 中的液体逐滴加入水中，溶液呈蓝色 B. 试管 III 中出现白色浑浊

C. 试管 IV 中的酸性 KMnO_4 溶液褪色 D. 试管 V 中的 NaOH 溶液用于吸收尾气

(4) 若反应中有 $0.02 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ 被还原，则反应产生的气体体积为_____ mL (标准状况下)。

【答案】 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 品红溶液褪色 B 448

【解析】 (1) 铜和浓硫酸发生反应的化学方程式为： $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

(2) SO_2 能使品红溶液褪色，故试管 II 中的现象为品红溶液褪色；

(3) A. 试管 I 中有 CuSO_4 生成，将反应后的溶液滴入水中，溶液呈蓝色，故 A 正确；

B. 试管 III 中 SO_2 不会和 BaCl_2 反应，所以不会出现白色浑浊，故 B 错误；

C. 试管 IV 中 SO_2 与酸性 KMnO_4 溶液反应，使溶液褪色，故 C 正确；

D. 试管 V 中的 NaOH 溶液可以和 SO_2 反应，所以可以用于吸收尾气，故 D 正确；

故答案为：B；

(4) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，反应中生成 1 mol SO_2 被还原的 H_2SO_4 为 1 mol ，若

反应中有 $0.02 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ 被还原，则反应产生的 SO_2 气体为 0.02 mol ，体积为 448 mL (标准状况下)。