

非金属及其化合物专题

一、高考风向标

【考纲导向】

1. 了解非金属元素在周期表中的位置及其性质的递变规律。
2. 了解常见非金属元素(如 H、C、N、O、Si、S、Cl 等)单质及其化合物的主要性质及应用。
3. 掌握常见金属、非金属单质及其重要化合物的主要性质和应用。
4. 了解常见非金属单质及其重要化合物对环境的影响。
5. 了解常见无机非金属材料的重要成分、生产原料及其用途。
6. 以上各部分知识的综合应用。

【命题分析】

非金属元素及其化合物的与日常生活密切相关,决定了它们在高考中位置。

高考可能从以下角度考查非金属元素及其化合物:(2)物质俗名、物质主要用途;(3)制备一些复杂的含硫化合物,如 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 等;(4)书写陌生的氧化还原反应方程式,需关注 HClO , NaClO , NaClO_2 , HClO_2 在氧化还原反应中表现,判断还原产物和氧化产物,又如在酸性条件下 Fe , FeSO_4 , NaHSO_3 等还原剂与 NO_3^- 反应等;(5)联系工业生产,如从粗硅提取到精硅提纯,工业上合成氨、氨催化氧化制硝酸、接触

二、知识导图



核心考点一 非金属及其化合物的性质应用

1. 常见非金属单质的性质

非金属单质		Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 O_2 、 O_3 、 N_2 、 H_2 、 S 、 C 、 Si
物理性质]	颜色、状态	①气态的有 Cl_2 、 O_2 、 O_3 、 N_2 、 H_2 ；固态的有 S 、 C 、 Si 、 I_2 ； Br_2 为液态。② Cl_2 黄绿色、 Br_2 深红棕色、 I_2 紫黑色、 S 淡黄色
	溶解性	Cl_2 、 Br_2 溶于水； S 不溶于水、微溶于酒精、易溶于 CS_2 ，其他均不易溶于水
	毒性	Cl_2 、 Br_2 、 I_2 有一定的毒性
化学	与 O_2	① N_2 放电或高温时反应；② H_2 、 S 、 C 、 Si 加热或点燃时反应，其他一般不反应

性质	与 H_2	① Cl_2 光照爆炸；② O_2 点燃爆炸；③ N_2 在高温高压催化剂条件下反应
	与 H_2O	① Cl_2 、 Br_2 与水反应，既作氧化剂，又作还原剂；②C 与水高温下反应
	与碱	Br_2 、 I_2 与碱反应，既作氧化剂，又作还原剂
	与氧化剂	S、C 与强氧化性酸如浓硫酸、浓硝酸反应
	与还原剂	Cl_2 、 Br_2 、 O_2 、 O_3 与 H_2SO_3 、 Na_2SO_3 、 H_2S 、 Na_2S 、 Fe^{2+} 、 I^- 等还原剂反应
特性及用途		I_2 使淀粉变蓝、Si 作半导体材料

2. 常见非金属氧化物的性质

非金属氧化物		CO 、 CO_2 、 SO_2 、 SO_3 、 NO 、 NO_2 、 SiO_2
物理性质	色、状、味	①除 SiO_2 外，其余均为气体；②除 NO_2 红棕色外，其他均无色；③ SO_2 、 NO_2 有刺激性气味；④ SO_2 易液化
	毒性	除 CO_2 、 SiO_2 外均有毒
类型		CO_2 、 SO_2 、 SO_3 、 SiO_2 是酸性氧化物； CO 、 NO 、 NO_2 是不成盐氧化物
化学性质	与 H_2O	① SO_2 、 SO_3 、 CO_2 生成相应酸；② NO_2 生成酸和 NO ；③ SiO_2 、 NO 、 CO 不溶于水
	与碱	CO_2 、 SO_2 、 SO_3 、 SiO_2 等酸性氧化物与碱溶液反应生成正盐或酸式盐
	氧化性	① SO_2 能氧化 H_2S ；② CO_2 、 SiO_2 能在高温下被 C 还原
	还原性	① SO_2 具有较强还原性，能被 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 O_3 、 MnO_4^- 、 Fe^{3+} 、 HNO_3 等氧化剂氧化为 SO_4^{2-} ；② NO 遇空气被氧化为红棕色的 NO_2
特性		① SO_2 具有漂白性；② SiO_2 能与氢氟酸反应；③ $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

环保	SO_2 、 NO 、 NO_2 、 CO 均是大气污染物： $\text{SO}_2 \rightarrow$ 酸雨、 NO 、 $\text{NO}_2 \rightarrow$ 光化学烟雾、 $\text{CO} \rightarrow$ 有毒气体
----	--

3. 几种常见的硫酸盐

硫酸盐	俗名	颜色	用途
$2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	熟石膏	白色	作磨光粉、纸张填充物、气体干燥剂等
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	生石膏	白色	塑像、模型、粉笔、医疗绷带等
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	绿矾	浅绿色	生产铁系列净水剂、补血剂等
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	胆矾、蓝矾	蓝色	配“波尔多液”、镀铜液
BaSO_4	重晶石	白色	白色颜料、医疗上作“钡餐”
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	明矾	白色	净水剂

4. 常见无机物性质与用途对应关系归纳

	性质	用途
(1)	硅是常用的半导体材料	可作太阳能电池板
(2)	二氧化硅导光能力强，并且有硬度和柔韧度	可作光导纤维
(3)	$4\text{HF} + \text{SiO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{SiF}_4 \uparrow$	用 HF 雕刻玻璃
(4)	$2\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$	碳还原二氧化硅制备粗硅
(5)	碘酸钾在常温下稳定	食盐中的加碘物质
(6)	氮气的化学性质稳定	作保护气
(7)	浓氨水具有挥发性和还原性	用浓氨水检验输送氯气的管道是否漏气
(8)	草木灰和硫铵反应生成氨气，使肥效降低	草木灰和硫铵不能混合施用
(9)	二氧化硫具有还原性	二氧化硫可用于制作葡萄酒的食品添加剂
(10)	氮气化学性质稳定、密度小	可用于填充飞艇、气球
(11)	钠具有较强的还原性	可用于冶炼钛、锆、铌等金属

(12)	NaHCO_3 受热分解生成 CO_2 , 能与酸反应	可用作焙制糕点的膨松剂、胃酸中和剂
(13)	Na_2CO_3 水解使溶液显碱性	用热的纯碱溶液洗去油污
(14)	Na_2O_2 与 H_2O 、 CO_2 反应均生成 O_2	作供氧剂
(15)	肥皂水显碱性	肥皂水作蚊虫叮咬处的清洗剂
(16)	水玻璃不燃不爆	可用作耐火材料
(17)	硅酸钠的水溶液是一种无机黏合剂	盛放碱性溶液的试剂瓶不能用玻璃塞
(18)	锂质量轻、比能量大	可用作电池负极材料
(19)	Al 具有良好的延展性和抗腐蚀性	常用铝箔包装物品
(20)	铝有还原性, 能发生铝热反应	可用于焊接铁轨、冶炼难熔金属
(21)	MgO 、 Al_2O_3 的熔点很高	作耐高温材料
(22)	小苏打与硫酸铝溶液发生双水解反应	可以作泡沫灭火器
(23)	$\text{Al}(\text{OH})_3$ 有弱碱性	可用于中和胃酸
(24)	镁铝合金质量轻、强度大	可用作高铁车厢材料
(25)	Fe 粉具有还原性	可用于防止食品氧化变质
(26)	Fe_2O_3 是红棕色粉末	可用作红色颜料
(27)	$\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$	FeCl_3 腐蚀 Cu 刻制印刷电路板
(28)	CuSO_4 使蛋白质变性	误服 CuSO_4 溶液, 喝蛋清或豆浆解毒
(29)	BaSO_4 不溶于水, 不与胃酸反应	在医疗上用作“钡餐”透视

三、直击高考

考法一 考查物质的性质

【典例 1】 (2019·全国卷 I 卷)陶瓷是火与土的结晶，是中华文明的象征之一，其形成、性质与化学有着密切的关系。下列说法错误的是()

- A. “雨过天晴云破处”所描述的瓷器青色，来自氧化铁
- B. 闻名世界的秦兵马俑是陶制品，由黏土经高温烧结而成
- C. 陶瓷是应用较早的人造材料，主要化学成分是硅酸盐
- D. 陶瓷化学性质稳定，具有耐酸碱侵蚀、抗氧化等优点

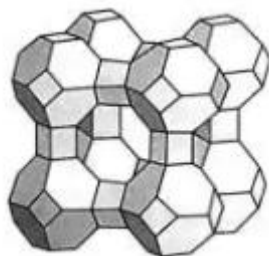
【解析】“雨过天晴云破处”所描述的瓷器青色与氧化亚铁有关，而氧化铁显红棕色，A 项错误；秦兵马俑是陶制品，由黏土经高温烧结而成，B 项正确；陶瓷以黏土为原料，经高温烧制而成，属于人造材料，主要成分是硅酸盐，C 项正确；陶瓷主要成分是硅酸盐，硅酸盐中硅元素化合价处于最高价，化学性质稳定，具有耐酸碱侵蚀、抗氧化等优点，D 项正确。

【答案】 A

考法二 考查物质的结构

【典例 2】 (2021 年 1 月浙江选考)铝硅酸盐型分子筛中有许多笼状空

穴和通道(如图)，其骨架的基本结构单元是硅氧四面体和铝氧四面体，化学组成可表示为 $M_a[(AlO_2)_x \cdot (SiO_2)_y] \cdot zH_2O$ (M 代表金属离子)。



下列推测不正确的是()

- A. 常采用水玻璃、偏铝酸钠在强酸溶液中反应后结晶制得分子筛
- B. 若 $a=x/2$ ，则 M 为二价阳离子
- C. 调节 y/x (硅铝比) 的值，可以改变分子筛骨架的热稳定性

D. 分子筛中的笼状空穴和通道，可用于筛分分子

【解析】A 项，偏铝酸钠在强酸性溶液中不能稳定存在容易形成 Al^{3+} ，

不可以利用偏铝酸钠在强酸性溶液中制备分子筛，A 错误；B 项，设 M 的化合价为 m ，则根据正负化合价代数和为 0 计算， $m \times \frac{x}{2} + x \times (-1) = 0$ ，解得 $m = +2$ ，B 正确；C 项，调节硅铝比可以改变分子筛的空间结构，从而改变分子筛的稳定性，C 正确；D 项，调节硅铝比可以调节分子筛的孔径，根据分子筛孔径的大小可以筛分不同大小的分子，D 正确；故选 A。

【答案】A

考法三 考查物质的用途

【典例 3】(2020·浙江 7 月选考)下列说法不正确的是()

A. 高压钠灯可用于道路照明

B. SiO_2 可用来制造光导纤维

C. 工业上可采用高温冶炼黄铜矿的方法获得粗铜

D. BaCO_3 不溶于水，可用作医疗上检查肠胃的钡餐

【解析】A 项，高压钠灯发出的黄光射程远、透雾能力强，所以高压钠

灯用于道路照明，故 A 正确；B 项，二氧化硅传导光的能力非常强，用来制造光导纤维，故 B 正确；C 项，黄铜矿高温煅烧生成粗铜、氧化亚铁和二氧化硫，故 C 正确；D 项，碳酸钡不溶于水，但溶于酸，碳酸钡在胃酸中溶解生成的钡离子为重金属离子，有毒，不能用于钡餐，钡餐用硫酸钡，故 D 错误；故选 D。

【答案】D

四、高分技巧

(1)液氯密封在钢瓶中，而氯水、次氯酸应保存在棕色试剂瓶中。

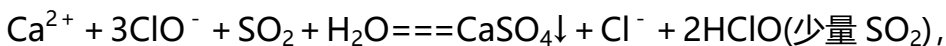
(2)1 mol Cl_2 参加反应，转移电子数可能为 $2N_A$ 、 N_A 或小于 N_A (Cl_2 和 H_2O 的反应为可逆反应)。

(3)实验室制 Cl_2 ，除了用 MnO_2 和浓盐酸反应外，还可以用 KMnO_4 、 KClO_3 、 NaClO 与浓盐酸反应且都不需要加热，如 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ === \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4)酸性 KMnO_4 溶液，用的是 H_2SO_4 酸化而不是盐酸。

(5) ClO^- 不论在酸性环境中还是在碱性环境中均能体现强氧化性，如 ClO^- 与 SO_3^{2-} 、 I^- 、 Fe^{2+} 均不能大量共存； ClO^- 体现水解性，因 HClO 酸性很弱， ClO^- 水解显碱性，如 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{ClO}^- + 3\text{H}_2\text{O} === \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{HClO}$ ，所以 ClO^- 与 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 均不能大量共存。

(6)向 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中通入 SO_2 气体生成 CaSO_4 而不是 CaSO_3 ，其离子方程式为



$\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} === \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ (过量 SO_2)。

(7)当 Fe 和 Cl_2 在点燃条件下反应时，不论 Fe 过量或不足，由于 Cl_2 的强氧化性，产物一定是 FeCl_3 。

(8)“84”消毒液的主要成分为 NaClO ，漂白粉的有效成分为 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 。

“84”消毒液和洁厕灵不能混合使用，其原因是 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ === \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(9)液溴需要用水封，溴蒸气呈红棕色，液溴呈深红棕色，溴水呈橙色，溴的 CCl_4 溶液呈橙红色。

(10)除去附着在试管内壁上的硫，除了用热的 NaOH 溶液外，还可以用 CS_2 ，但不能用酒精。

(11) SO_2 使含有酚酞的 NaOH 溶液褪色, 表现 SO_2 酸性氧化物的性质; 使品红溶液褪色, 表现 SO_2 的漂白性; 使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色, 表现 SO_2 的还原性; SO_2 与 H_2S 反应, 表现 SO_2 的氧化性; SO_2 和 Cl_2 等体积混合通入溶液中, 漂白性不但不增强, 反而消失。

(12) 把 SO_2 气体通入 BaCl_2 溶液中, 没有沉淀生成, 但若通入 NH_3 或加入 NaOH 溶液, 或把 BaCl_2 改成 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 均有白色沉淀生成, 前两者生成 BaSO_3 沉淀, 后者生成 BaSO_4 沉淀。

(13) 浓 HNO_3 和 Cu (足量)、浓 H_2SO_4 和 Cu (足量)、浓盐酸和 MnO_2 (足量) 在反应时, 随反应进行, 产物会发生变化或反应停止。注意区分 Zn 和浓 H_2SO_4 的反应。

(14) C 与浓硫酸反应时, 反应产物的确定应按以下流程进行: 无水 CuSO_4 确定水 $\rightarrow$ 品红溶液确定 $\text{SO}_2 \rightarrow$ 酸性 KMnO_4 溶液除去 $\text{SO}_2 \rightarrow$ 品红溶液检验 SO_2 是否除净 $\rightarrow$ 澄清石灰水检验 CO_2 。

(15) 自然界中无游离态的硅, 通常原子晶体不导电, 但硅是很好的半导体材料, 是制作光电池的材料。 SiO_2 不导电, 是制作光导纤维的材料。

(16) 工业上制备粗硅, 是用过量的 C 和 SiO_2 在高温下反应, 由于 C 过量, 生成的是 CO 而不是 CO_2 , 该反应必须在隔绝空气的条件下进行。

(17) 氢氟酸不能用玻璃容器盛放; NaOH 溶液能用玻璃试剂瓶, 但不能用玻璃塞。

(18) 酸性氧化物一般能与水反应生成酸, 但 SiO_2 不溶于水; 酸性氧化物一般不与酸作用, 但 SiO_2 能与 HF 反应。

(19) 硅酸盐大多难溶于水, 常见可溶性硅酸盐是硅酸钠, 其水溶液称为泡花碱或水玻璃, 但却是盐溶液。硅胶($m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)是一种很好的无毒干燥剂。

(20) H_2CO_3 的酸性大于 H_2SiO_3 的酸性, 所以有 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$ (少量) $+ \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$, 但高温下 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ 也能发生, 原因可从两方面解释: ①硅酸盐比碳酸盐稳定; ②从化学平衡角度, 由高沸点难挥发的固体 SiO_2 制得低沸点易挥发的 CO_2 气体。

(21) 水泥、玻璃与陶瓷是三大传统无机非金属材料; 碳化硅、氮化硅等是新型无机非金属材料。

(22) NO 只能用排水法或气囊法收集。

(23)在 NO 或 NO₂ 与 O₂ 通入水的计算中常用到 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 、 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 两个方程式。

(24)浓 HNO₃ 显黄色是因为溶有 NO₂，而工业上制备的盐酸显黄色，是因为溶有 Fe³⁺。

(25)硝酸、浓 H₂SO₄、次氯酸具有强氧化性，属于氧化性酸，其中 HNO₃、HClO 见光或受热易分解。

(26)强氧化性酸(如 HNO₃、浓 H₂SO₄)与金属反应不生成 H₂；金属和浓 HNO₃ 反应一般生成 NO₂，而金属和稀 HNO₃ 反应一般生成 NO。

(27)实验室制备 NH₃，除了用 Ca(OH)₂ 和 NH₄Cl 反应外，还可利用浓氨水的分解(加 NaOH 固体或 CaO)制取，而检验 NH₄⁺ 需用浓 NaOH 溶液并加热，用湿润的红色石蕊试纸检验生成的气体，以确定 NH₄⁺ 的存在。

(28)收集 NH₃ 时，把一团干燥的棉花放在试管口，以防止与空气对流；收集完毕，尾气处理时，应在试管口放一团用稀硫酸浸湿的棉花，以吸收 NH₃。

(29)铜与浓 HNO₃ 反应在试管内就能看到红棕色的 NO₂，而与稀 HNO₃ 反应时需在试管口才能看到红棕色气体。

(30)浓盐酸和浓氨水反应有白烟生成，常用于 HCl 和 NH₃ 的相互检验。

(31)NH₃、HCl、SO₂、NO₂ 可用水进行喷泉实验，水溶性小的气体可用其他溶剂(如 CO₂ 和 NaOH 溶液)进行喷泉实验。

五、变式考点，难题提升

1. (2020·浙江 1 月选考)下列说法不正确的是()

- A. 二氧化硅导电能力强，可用于制造光导纤维
- B. 石灰石在高温下可用于消除燃煤烟气中的 SO₂
- C. 钠着火不能用泡沫灭火器灭火
- D. 利用催化剂可减少汽车尾气中有害气体的排放

【答案】A

【解析】A 项，二氧化硅为共价化合物不导电，故 A 错误；B 项，向燃煤中加入适量石灰石，高温时将 SO_2 转化为 CaSO_4 ，同时生成二氧化碳，故 B 正确；C 项，钠与氧气反应生成过氧化钠，因过氧化钠与二氧化碳反应生成氧气，不能够用泡沫灭火器灭火，可以用沙土灭火，故 C 正确；D 项，在排气管中安装高效催化剂，将 NO 转化为 N_2 ，减少了空气污染，故 D 正确；故选 A。

4. (2020•浙江 1 月选考)100%硫酸吸收 SO_3 可生成焦硫酸(分子式为 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ 或 $\text{H}_2\text{SO}_4\cdot\text{SO}_3$)。下列说法不正确的是()

- A. 焦硫酸具有强氧化性
- B. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ 水溶液呈中性
- C. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ 可与碱性氧化物反应生成新盐
- D. 100%硫酸吸收 SO_3 生成焦硫酸的变化是化学变化

【答案】B

【解析】A 项，从组成上看，焦硫酸是由等物质的量的三氧化硫与纯硫酸化合而成的，则焦硫酸具有比浓硫酸更强的氧化性、吸水性和腐蚀性，故 A 正确；B 项，从组成上看， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ 可以形成 $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot\text{SO}_3$ ， $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot\text{SO}_3$ 溶于水时，三氧化硫与水反应生成硫酸，水溶液显酸性，故 B 错误；C 项，从组成上看， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ 可以形成 $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot\text{SO}_3$ ，三氧化硫可与碱性氧化物反应生成硫酸钠，故 C 正确；D 项，100%硫酸吸收 SO_3 生成焦硫酸有新物质

生成，属于化学变化，故 D 正确；故选 B。

3. (2020•浙江 7 月选考) Ca_3SiO_5 是硅酸盐水泥的重要成分之一，其相关性质的说法不正确的是()

A. 可发生反应： $\text{Ca}_3\text{SiO}_5 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \triangleq \text{CaSiO}_3 + 2\text{CaCl}_2 + 4\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

B. 具有吸水性，需要密封保存

C. 能与 SO_2 反应生成新盐

D. 与足量盐酸作用，所得固体产物主要为 SiO_2

【答案】D

【解析】将 Ca_3SiO_5 改写为氧化物形式后的化学式为： $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ，性质也可与 Na_2SiO_3 相比较。A 项， Ca_3SiO_5 与 NH_4Cl 反应的方程式为： $\text{Ca}_3\text{SiO}_5 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \triangleq \text{CaSiO}_3 + 2\text{CaCl}_2 + 4\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，A 正确；B 项， CaO 能与水反应，所以需要密封保存，B 正确；C 项，亚硫酸的酸性比硅酸强，当二氧化硫通入到 Ca_3SiO_5 溶液时，发生反应： $3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}_3\text{SiO}_5 = 3\text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3$ ，C 正确；D 项，盐酸的酸性比硅酸强，当盐酸与 Ca_3SiO_5 反应时，发生反应： $6\text{HCl} + \text{Ca}_3\text{SiO}_5 = 3\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D 不正确；故选 D。

4. 如图是盛放液溴的试剂瓶剖面图，仔细观察分成了明显的气相、溴溶液相和液溴相三相，下列说法错误的是()

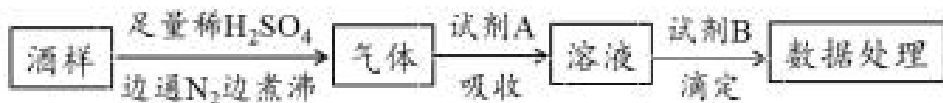


- A. 气相呈现红棕色，因为其中含有 Br_2 的蒸汽
- B. 溴溶液相中显酸性，主要因为 HBr 电离出了 H^+
- C. 液溴保存时加水形成水封的目的是减少 Br_2 的挥发
- D. 液溴保存时不可敞口放置，应保存在细口瓶中并塞上橡胶塞

【答案】D

【解析】A 项，气相中为空气和溴蒸汽的混合相，因为其中含有 Br_2 的蒸汽，所以呈现红棕色，故 A 正确；B 项，溴溶液相中溴与水发生反应生成溴化氢和次溴酸，溴化氢为强酸，次溴酸为弱酸，溶液显酸性，主要因为 HBr 电离出了 H^+ ，故 B 正确；C 项，因为 Br_2 容易挥发，所以液溴保存时加水形成水封，故 C 正确；D 项，溴具有强氧化性，能氧化橡胶，则不能用橡胶塞盖贮存液溴的试剂瓶，故 D 错误；故选 D。

5. 葡萄酒中常加入亚硫酸盐作为食品添加剂，为检测某葡萄酒样品中亚硫酸盐的含量(通常以酒样中 SO_2 的量计)，某研究小组设计了如下实验(已知还原性： $\text{SO}_3^{2-} > \text{I}^- > \text{Cl}^-$)。下列说法不正确的是



A. 葡萄酒中加亚硫酸盐的主要目的是防止氧化，利用了亚硫酸盐的还原性

B. 通入 N_2 和煮沸的目的是为了将产生的气体从溶液中全部赶出

C. 若试剂 A 选择氯水，则试剂 B 可选择 NaOH 标准液

D. 若试剂 A 选择碱液，调节吸收后溶液为中性，则试剂 B 可选择 I_2

标准液

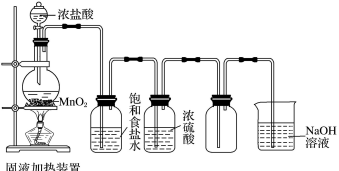
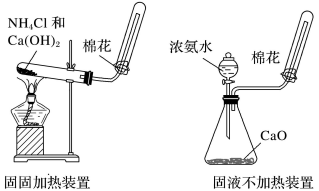
【答案】C

【解析】A 项，亚硫酸盐具有较强的还原性，可以防止葡萄酒被氧化，A 正确；B 项，温度越高，气体在水中的溶解度越小，通入 N_2 和煮沸可以将产生的气体从溶液中全部赶出，B 正确；C 项，若试剂 A 选择氯水，溶液中会有未反应的氯水，当试剂 B 选择 NaOH 标准液时，所耗氢氧化钠标准液会偏大，造成结果有较大误差，C 错误；D 项，若试剂 A 选择碱液，调节吸收后溶液为中性，试剂 B 选择 I_2 标准液，碘与亚硫酸盐反应生成硫酸盐，可以测定亚硫酸盐的含量，D 正确；故选 C。

核心考点二 常见非金属单质及其化合物的制备

1. 氯气和氨气的实验室制法

物质	氯气	氨气
制备原理	$MnO_2 +$	$2NH_4Cl +$

	$4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3\uparrow$ $\text{H}_3\cdot\text{H}_2\text{O}(\text{浓}) + \text{CaO} \rightleftharpoons \text{NH}_3\uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$
实验装置	 固液加热装置	 固固加热装置 固液不加热装置
注意事项	①实验前检查装置的气密性 ②净化：先通过饱和食盐水除去氯化氢气体，再通过浓硫酸除去水蒸气 ③收集：一般用向上排空气法收集 ④尾气处理：用 NaOH 浓溶液吸收，反应的化学方程式为 $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$	①实验前检查装置的气密性 ②净化：应用碱石灰除去水蒸气，不能用浓硫酸和氯化钙作干燥剂 ③收集：一般用向下排空气法收集 ④尾气处理：用水或酸液吸收，但要防止发生倒吸

2. 常见非金属单质及其化合物的工业制法

(1)单质

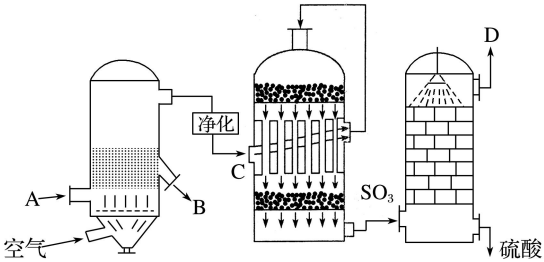
	氯气	溴单质	碘单质
制备方法	电解饱和食盐水	海水提溴	海带中提碘
反应原理	$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow$	$\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Br}^- + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$	$\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$

制备流程	粗盐 $\xrightarrow{\text{除杂}}$ 精盐 $\xrightarrow{\text{饱和食盐水}}$ $\xrightarrow{\text{电解}} \text{氯气}$		
------	--	--	--

(2)化合物		
	氨	硝酸
制备方法	工业合成氨	氨氧化法
反应原理	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{H}_3]{\text{高温、高压, 催化剂}} 2\text{NH}_3$	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Pt}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
制备流程		

3. 硫酸工业

工业上接触法制硫酸的主要设备及生产流程如下图：



各进口或出口物质的名称为：

A：含硫矿石(如 FeS₂)；B：炉渣；C：二氧化硫、氧气、氮气；D：尾气(SO₂、O₂、N₂)。

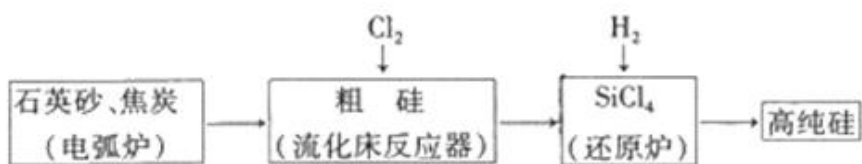
接触法制硫酸分为三个阶段：

生产阶段	设备	主要反应
造气	沸腾炉	$\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ $\text{或 } 4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$
接触氧化	接触室	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{V}_2\text{O}_5} 2\text{SO}_3$
SO ₃ 吸收	吸收塔	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$

一、直击高考

考法一 考查从矿物中提取物质

【典例 1】工业上制备高纯硅有多种方法，其中的一种工艺流程如下：



已知：流化床反应的产物中，除 SiCl_4 外，还有 SiHCl_3 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_3Cl 、 FeCl_3 等。

下列说法正确的是()

- A. 电弧炉中发生的反应为 $\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2\uparrow + \text{Si}$
- B. SiCl_4 进入还原炉之前需要经过蒸馏提纯
- C. 每生产 1 mol 高纯硅，需要 44.8 L Cl_2 (标准状况)
- D. 该工艺 Si 的产率高，符合绿色化学要求

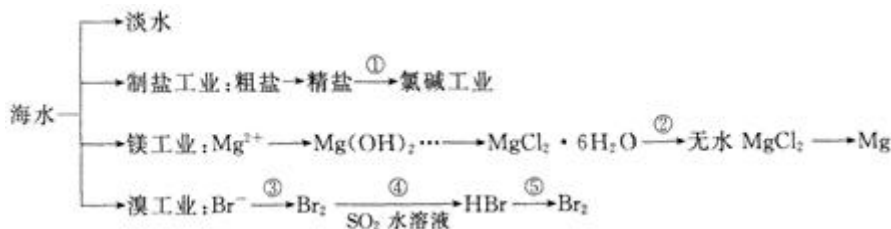
【解析】A 项，二氧化碳与碳在高温下生成粗硅和一氧化碳，电弧炉中发生的反应为 $2\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}\uparrow + \text{Si}$ ，A 错误；B 项， SiCl_4 进入还原炉之前在流化床反应器中除 SiCl_4 外，还有 SiHCl_3 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_3Cl 、 FeCl_3 等，需要利用相互溶解的物质沸点不同，经过蒸馏提纯，B 正确；C 项，根据转化关系 $\text{Si} \rightarrow \text{SiCl}_4 \rightarrow \text{Si}$ ，每生产 1 mol 高纯硅，需要 22.4 L Cl_2 (标准状况)，

C 错误；D 项，该工艺中产生氯化氢气体且有氯气的参与，容易引起空气污染，不符合绿色化学要求，D 错误。

【答案】B

考法二 考查从海水中提取物质

【典例 2】(2020·河北省衡水中学高三四次调研)南海是一个巨大的资源宝库，开发利用海水资源是科学研究的重要课题。下图为海水资源利用的部分过程，有关说法不正确的是 ()



- A. 海水淡化的方法主要有蒸馏法、电渗析法、离子交换法
- B. 氯碱工业中采用阳离子交换膜可提高产品的纯度
- C. 由 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 得到无水 $MgCl_2$ 的关键是要低温小火烘干
- D. 溴工业中③、④的目的是富集溴元素，溴元素在反应③、⑤中均被氧化，在反应④中被还原

【解析】A 项，海水淡化分离水与盐类物质，则主要有蒸馏法、电渗析法、离子交换法，故 A 正确；B 项，氯碱工业中阳极上生成氯气，阴极上生成氢气、NaOH，且阳离子向阴极移动，采用阳离子交换膜可提高产品的纯度，故 B 正确；C 项，HCl 可抑制镁离子水解，则由 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 得到无水 $MgCl_2$ 的关键是要在干燥的氯化氢气流烘干，故 C 错误；D 项，海水中

溴离子浓度较低，反应③、⑤中 Br 元素的化合价升高，而反应④中 Br 元素的化合价降低，则溴元素在反应③、⑤中均被氧化，在反应④中被还原，故 D 正确；故选 C。

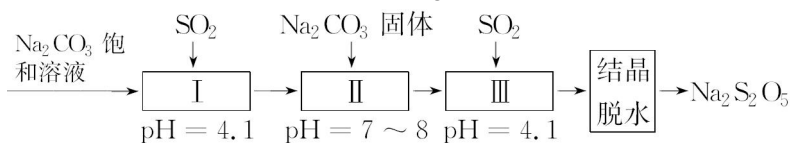
【答案】C

考法 3 无机化工工艺流程

【典例 3】(2018·全国卷 I)焦亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)在医药、橡胶、印染、食品等方面应用广泛。回答下列问题：

(1)生产 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ，通常是由 NaHSO_3 过饱和溶液经结晶脱水制得。写出该过程的化学方程式：

(2)利用烟道气中的 SO_2 生产 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的工艺为：



① $\text{pH} = 4.1$ 时，I 中为_____溶液(写化学式)。

② 工艺中加入 Na_2CO_3 固体、并再次充入 SO_2 的目的是_____。

(3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 可用作食品的抗氧化剂。在测定某葡萄酒中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 残留量时，取 50.00 mL 葡萄酒样品，用 $0.010\,00\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的碘标准液滴定至终点，消耗 10.00 mL。滴定反应的离子方程式为_____，该样品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的残留量为 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (以 SO_2 计)。

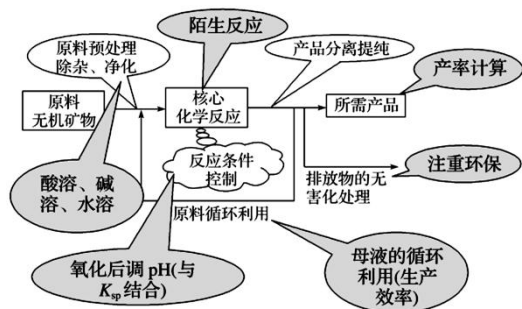
【解析】(1)根据题给信息，将 NaHSO_3 过饱和溶液结晶脱水可得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ，则化学方程式为 $2\text{NaHSO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 。(2)①酸性条件下， SO_2 与 Na_2CO_3 溶液生成 NaHSO_3 。②工艺中加入 Na_2CO_3 固体并再次通入 SO_2 ，其目的是得到 NaHSO_3 过饱和溶液。(3)根据电子、电荷及质量守恒，可写出反应的离子方程式为 $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{I}^-$

+ 6H⁺。 $n(\text{S}_2\text{O}_5^{2-}) = \frac{1}{2} \times n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \times 0.010\ 00\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3}\ \text{L} = 5 \times 10^{-5}\ \text{mol}$ ，该样品中 $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ 的残留量(以 SO_2 计)为 $5 \times 10^{-5}\ \text{mol} \times 2 \times 64\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{1\ 000\ \text{mL} \cdot \text{L}^{-1}}{50.00\ \text{mL}} = 0.128\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

【答案】 (1) $2\text{NaHSO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ (2) ① NaHSO_3 ② 得到 NaHSO_3 过饱和溶液 (3) $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{I}^- + 6\text{H}^+$ 0.128

二、技巧点拨

1. 无机化工流程题的命题设计



(1) 流程规律：主线主产品、分支副产品、回头为循环。

(2) 核心考点：典型单质及其化合物知识、物质的分离操作、除杂试剂的选择、生产条件的控制。

2. 无机化工流程题的解法思路

(1) 从题干中获取有用信息，了解生产的产品。

(2) 然后整体浏览一下流程，基本辨别出预处理、反应、提纯、分离等阶段。

(3) 分析流程中的每一步骤，从以下几个方面了解流程：a. 反应物是什么；b. 发生了什么反应；c. 该反应造成了什么后果，对制造产品有什么作用。抓住一个关键点：一切反应或操作都是为获得产品而服务。

三、变式考点，难题提升

1. (2021 年 1 月浙江选考)下列说法不正确的是()

- A. 某些胶态金属氧化物分散于玻璃中可制造有色玻璃
- B. 通常以海水提取粗食盐后的母液为原料制取溴
- C. 生物炼铜中通常利用某些细菌把不溶性的硫化铜转化为可溶性铜盐
- D. 工业制备硝酸的主要设备为沸腾炉、接触室和吸收塔

【答案】D

【解析】A 项，某些胶态金属氧化物分散于玻璃中可制造有色玻璃，如氧化亚铜分散在玻璃中可以得到红色的玻璃，三氧化二钴分散在玻璃中可以得到蓝色的玻璃，A 说法正确；B 项，溴虽然被称为“海洋元素”，但是其在海水中的浓度太小，直接以海水为原料提取溴的成本太高，而海水提取粗食盐后的母液属于浓缩的海水，其中溴化物的浓度较高，因此，通常以海水提取粗食盐后的母液为原料制取溴，B 说法正确；C 项，某种能耐受铜盐毒性的细菌能利用空气中的氧气氧化硫化铜矿石，从而把不溶性的硫化铜转化为可溶性的铜盐，因此，其可用于生物炼铜，C 说法正确；D 项，工业制备硝酸的主要设备为氧化炉(转化器)、热交换器和吸收塔，工业制备硫酸的主要设备为沸腾炉、接触室和吸收塔，D 说法不正确。故选 D。

2. (2021·安徽省濉溪县高三联考)利用自然资源制备相关化学物质，下

列化学工艺不可行的是()

A. 提取食盐后母液 $\xrightarrow{Cl_2}$ 含 Br_2 的液体 $\xrightarrow{\text{热空气}}$ $\xrightarrow{\text{冷凝}}$ 粗溴

$\xrightarrow[\text{蒸馏}]{NaBr(s)}$ 纯溴

B. 石英砂 $\xrightarrow[\text{高温}]{\text{焦炭}}$ 粗硅 $\xrightarrow[\text{高温}]{Cl_2}$ 粗四氯化硅 $\xrightarrow{\text{分馏}}$ $\xrightarrow[\text{高温}]{H_2}$ 高纯硅

C. $FeS_2 \xrightarrow[\text{高温}]{O_2} SO_2 \xrightarrow{\text{水}} H_2SO_3 \xrightarrow{O_2} H_2SO_4$

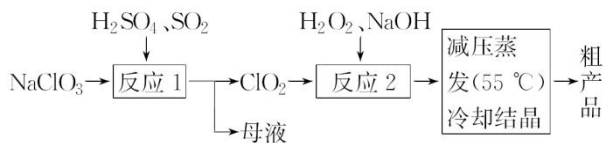
D. 铝土矿 $\xrightarrow[\text{过滤}]{NaOH \text{ 溶液}}$ $Na[Al(OH)_4]$ 溶液

$\xrightarrow[\text{过滤}]{CO_2} Al(OH)_3 \xrightarrow{\text{煅烧}} Al_2O_3 \xrightarrow[\text{电解}]{\text{冰晶石}}$ 铝

【答案】C

【解析】A 项，提取食盐后的母液中提取单质溴的过程，要知道母液中是溴离子，需要先用 Cl_2 氧化，此工艺可行的，故 A 正确；B 项，由石英砂先制粗硅，再用 H_2 还原 $SiCl_4$ 得到 Si，是工业上制高纯硅的流程，工艺可行的，故 B 正确；C 项，应首先进行二氧化硫的催化氧化，然后用 98.3% 的硫酸吸收，此工艺不可行，故 C 错误；D 项，工业上用铝土矿制铝的过程，每一步所加试剂必须过量，此工艺可行的，故 D 正确；故选 C。

3. (2020·北京海淀区质检)以氯酸钠($NaClO_3$)等为原料制备亚氯酸钠($NaClO_2$)的工艺流程如下。下列说法不正确的是()



A. 反应 1 中，每生成 1 mol ClO_2 有 0.5 mol SO_2 被氧化

B. 从母液中可以提取 Na_2SO_4

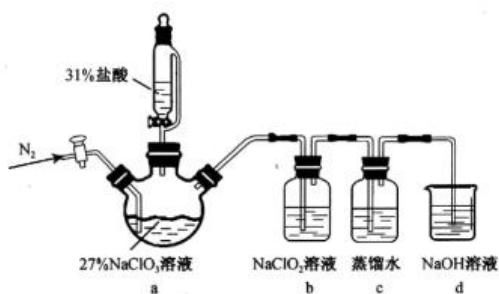
C. 反应 2 中， H_2O_2 作氧化剂

D. 采用减压蒸发可能是为了防止 $NaClO_2$ 受热分解

【答案】C

【解析】A项,在反应1中, NaClO_3 和 SO_2 在硫酸的作用下生成 Na_2SO_4 和 ClO_2 ,反应的离子方程式为 $2\text{ClO}_3^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{ClO}_2$,根据方程式可知,每生成1 mol ClO_2 有0.5 mol SO_2 被氧化,正确;B项,根据上述分析可知,反应1中除了生成 ClO_2 ,还有 Na_2SO_4 生成,则从母液中可以提取 Na_2SO_4 ,正确;C项,在反应2中, ClO_2 与 H_2O_2 在 NaOH 作用下反应生成 NaClO_2 ,氯元素的化合价从+4价降低到+3价,则 ClO_2 是氧化剂, H_2O_2 是还原剂,故C错误;D项,减压蒸发在较低温度下能够进行,可以防止常压蒸发时温度过高, NaClO_2 受热分解,正确;答案选C。

4. (2020·安徽省2020年江南十校综合素质测试) ClO_2 是一种极易溶于水且几乎不与冷水反应的黄绿色气体(沸点 11°C),实验室制备纯净 ClO_2 溶液的装置如图所示:



已知下列反应: $\text{NaClO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{ClO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{NaClO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{NaClO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{ClO}_2$ (均未配平)。下列说法正确的是()

- A. a中通入的 N_2 可用 CO_2 或 SO_2 代替 B. b中 NaClO_2 可用饱和食盐水代替
- C. c中广口瓶最好放在冰水浴中冷却 D. d中吸收尾气后只生成一种溶质

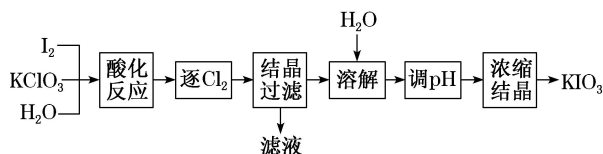
【答案】C

【解析】A 项，a 中通入的 N_2 的目的是氮气性质稳定且不影响实验，可将 a 中产生的 ClO_2 和 Cl_2 吹出并进入后续装置，继续实验，二氧化硫具有还原性，可将 ClO_2 、 $NaClO_3$ 等物质还原，故 A 错误；B 项，b 中 $NaClO_2$ 的作用是吸收 ClO_2 中混有的氯气和氯化氢杂质气体，用饱和食盐水可吸收氯化氢，但不能吸收氯气，故 B 错误；C 项， ClO_2 是一种极易溶于水且几乎不与冷水反应的黄绿色气体，故 c 中广口瓶最好放在冰水浴中冷却，有利于吸收 ClO_2 ，故 C 正确；D 项，d 中氢氧化钠和 ClO_2 发生歧化反应生成 $NaCl$ 和 $NaClO_3$ ，产物至少两种，故 D 错误；故选 C。

5. (2018·全国卷Ⅲ) KIO_3 是一种重要的无机化合物，可作为食盐中的补碘剂。回答下列问题：

(1) KIO_3 的化学名称是_____。

(2) 利用“ $KClO_3$ 氧化法”制备 KIO_3 工艺流程如下图所示：



“酸化反应”所得产物有 $KH(IO_3)_2$ 、 Cl_2 和 KCl 。“逐 Cl_2 ”采用的方法是_____。

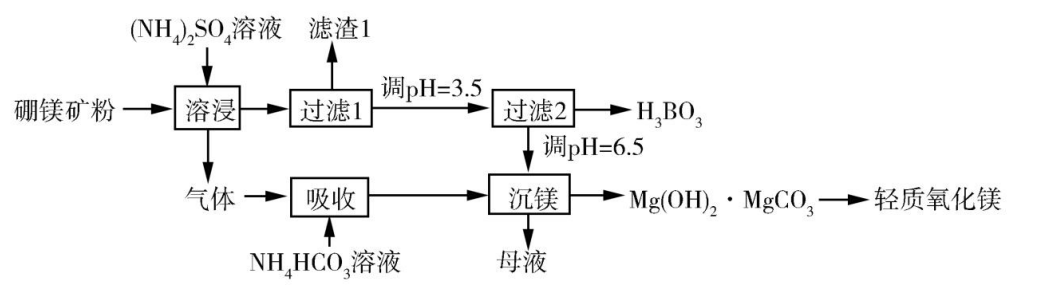
“滤液”中的溶质主要是_____。“调 pH”中发生反应的化学方程式为_____。

【答案】(1) 碘酸钾 (2) 加热 KCl $KH(IO_3)_2 + KOH === 2KIO_3 + H_2O$ (或 $HIO_3 + KOH === KIO_3 + H_2O$)

【解析】(1) KIO_3 的化学名称为碘酸钾。(2) Cl_2 的溶解度随温度的升高而降低，所以可以用加热的方法来达到“逐 Cl_2 ”的目的； $KH(IO_3)_2$ 和 KCl 的分离可以根据溶解度的不同，采用结晶法分离，滤液中的溶质主要是 KCl ，要使 $KH(IO_3)_2$ 转化为 KIO_3 ，可以加入 KOH 调节 pH。发生反应： $KH(IO_3)_2$

+ KOH===2KIO₃ + H₂O 或 HIO₃ + KOH===KIO₃ + H₂O,从而避免引入新的杂质离子。

6. (2019•新课标 I 卷)硼酸(H₃BO₃)是一种重要的化工原料,广泛应用于玻璃、医药、肥料等工艺。一种以硼镁矿(含 Mg₂B₂O₅·H₂O、SiO₂ 及少量 Fe₂O₃、Al₂O₃)为原料生产硼酸及轻质氧化镁的工艺流程如下:

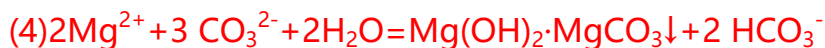


- 回答下列问题:
- (1)在 95 °C “溶浸” 硼镁矿粉, 产生的气体在 “吸收” 中反应的化学方程式为_____。
- (2) “滤渣 1” 的主要成分有_____. 为检验 “过滤 1” 后的滤液中是否含有 Fe³⁺ 离子, 可选用的化学试剂是_____。
- (3)根据 H₃BO₃ 的解离反应: H₃BO₃+H₂O $\rightleftharpoons$ H⁺+B(OH)⁻₄, K_a=5. 81 ×10⁻¹⁰, 可判断 H₃BO₃ 是_____酸; 在 “过滤 2” 前, 将溶液 pH 调节至 3.5, 目的是_____。
- (4)在 “沉镁” 中生成 Mg(OH)₂·MgCO₃ 沉淀的离子方程式为_____, 母液经加热后可返回_____工序循环使用。由碱式碳酸镁制备轻质氧化镁的方法是_____。

【答案】(1)NH₄HCO₃+NH₃=(NH₄)₂CO₃ (2)SiO₂、Fe₂O₃、Al₂O₃

KSCN

(3)一元弱 转化为 H_3BO_3 ，促进析出



高温焙烧

【解析】(1)根据流程图知硼镁矿粉中加入硫酸铵溶液产生的气体为氨气，用碳酸氢铵溶液吸收，反应方程式为： $\text{NH}_3+\text{NH}_4\text{HCO}_3=(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 。

(2)滤渣 I 为不与硫酸铵溶液反应的 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 ；检验 Fe^{3+} ，可选

用的化学试剂为 KSCN；(3)由硼酸的离解方程式知，硼酸在水溶液中是通

过与水分子的配位作用产生氢离子，而三价硼原子最多只能再形成一个配位

键，且硼酸不能完全解离，所以硼酸为一元弱酸；在“过滤 2”前，将溶液

pH 调节至 3.5，目的是将 $\text{B}(\text{OH})_4^-$ 转化为 H_3BO_3 ，并促进 H_3BO_3 析出；

(4)沉镁过程中用碳酸铵溶液与 Mg^{2+} 反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2\cdot\text{MgCO}_3$ ，沉镁过

程的离子反应为： $2\text{Mg}^{2+}+2\text{H}_2\text{O}+3\text{CO}_3^{2-}=\text{Mg}(\text{OH})_2\cdot\text{MgCO}_3\downarrow+2\text{HCO}_3^-$ ；

母液加热分解后生成硫酸铵溶液，可以返回“溶浸”工序循环使用；碱式碳

酸镁不稳定，高温下可以分解，故由碱式碳酸镁制备轻质氧化镁的方法是高

温焙烧。

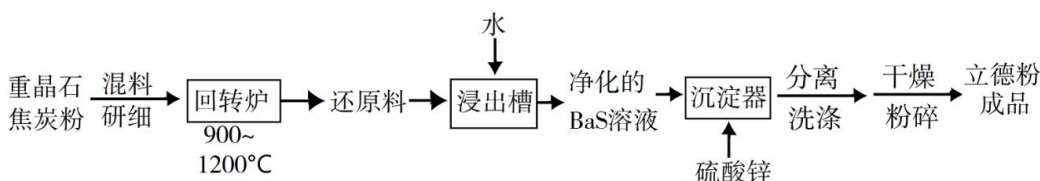
7. (2019•新课标 II 卷)立德粉 $\text{ZnS}\cdot\text{BaSO}_4$ (也称锌钡白)，是一种常用白色颜料。回答下列问题：

(1)利用焰色反应的原理既可制作五彩缤纷的节日烟花，亦可定性鉴别

某些金属盐。灼烧立德粉样品时，钡的焰色为_____ (填标号)。

A. 黄色 B. 红色 C. 紫色 D. 绿色

(2)以重晶石(BaSO_4)为原料，可按如下工艺生产立德粉：



①在回转炉中重晶石被过量焦炭还原为可溶性硫化钡，该过程的化学方程式为_____。回转炉尾气中含有有毒气体，生产上可通过水蒸气变换反应将其转化为 CO_2 和一种清洁能源气体，该反应的化学方程式为_____。

②在潮湿空气中长期放置的“还原料”，会逸出臭鸡蛋气味的气体，且水溶性变差。其原因是“还原料”表面生成了难溶于水的_____ (填化学式)。

③沉淀器中反应的离子方程式为_____。

(3)成品中 S^{2-} 的含量可以用“碘量法”测得。称取 $m\text{ g}$ 样品，置于碘量瓶中，移取 $25.00\text{ mL } 0.1000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{I}_2\text{-KI}$ 溶液于其中，并加入乙酸溶液，密闭，置暗处反应 5 min ，有单质硫析出。以淀粉为指示剂，过量的 I_2 用 $0.1000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定，反应式为 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。测定时消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液体积 $V\text{ mL}$ 。终点颜色变化为_____，样品中 S^{2-} 的含量为_____ (写出表达式)。

【答案】(1)D



(3)浅蓝色至无色
$$\frac{(25.00 - \frac{1}{2}V) \times 0.1000 \times 32}{m \times 1000} \times 100\%$$

【解析】(1)焰色反应不是化学变化，常用来检验金属元素存在，常见金属元素焰色：A. 钠的焰色为黄色，故 A 错误；B. 钙的焰色为红色，故 B 错误；C. 钾的焰色为紫色，故 C 错误；D. 钡的焰色为绿色，故 D 正确；故选 D。(2)①注意焦炭过量生成 CO，反应物为硫酸钡与焦炭，产物为 BaS 与 CO，写出方程式 $\text{BaSO}_4 + 4\text{C} = \text{BaS} + 4\text{CO}\uparrow$ ；CO 与水蒸气反应生成 CO_2 与 H_2 ，写出方程式： $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ 。②根据信息臭鸡蛋气味气体为硫化氢气体，由强酸制弱酸原理，还原料硫化钡与空气中水，二氧化碳反应生成了碳酸钡与硫化氢气体。③硫化钡与硫酸锌为可溶性强电解质，写成离子形式，产物硫酸钡与硫化锌为沉淀，不可电离，写出离子方程式： $\text{S}^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \cdot \text{ZnS}\downarrow$ 。(3)碘单质与硫离子的反应： $\text{S}^{2-} + \text{I}_2 = \text{S} + 2\text{I}^-$ ；碘单质与淀粉混合为蓝色，用硫代硫酸钠滴定过量的 I_2 ，故终点颜色变化为浅蓝色至无色；根据氧化还原反应得失电子数相等，利用关系式法解题；根据化合价升降相等列关系式，设硫离子物质的量为 $n \text{ mol}$ ：



1 mol

1 mol 2 mol

1 mol

n mol

n mol $0.1V \times 10^{-3} \text{ mol}$ $\frac{1}{2} \times 0.1V \times 10^{-3} \text{ mol}$

$n + \frac{1}{2} \times 0.1V \times 10^{-3} \text{ mol} = 25 \times 0.1V \times 10^{-3} \text{ mol}$, 得 $n = (25 - \frac{1}{2}V) \times 10^{-3} \text{ mol}$

则样品中硫离子含量为: $\frac{n \times M(\text{S}^{2-})}{m} \times 100\% =$

$$\frac{(25.00 - \frac{1}{2}V) \times 0.1000 \times 32}{m \times 1000} \times 100\%.$$

8. (2018•北京卷)磷精矿湿法制备磷酸的一种工艺流程如下:



已知: 磷精矿主要成分为 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, 还含有 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 和有机碳等。

溶解度: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}) < \text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$

(1) 上述流程中能加快反应速率的措施有_____。

(2) 磷精矿粉酸浸时发生反应:



① 该反应体现出酸性关系: H_3PO_4 _____ H_2SO_4 (填 ">" 或 "<")。

② 结合元素周期律解释①中结论: P 和 S 电子层数相同, _____。

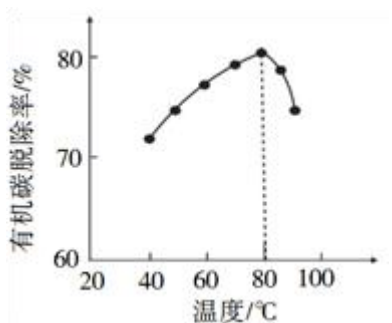
(3) 酸浸时, 磷精矿中 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 所含氟转化为 HF, 并进一步转化为

SiF_4 除去。写出生成 HF 的化学方程式: _____。

(4) H_2O_2 将粗磷酸中的有机碳氧化为 CO_2 脱除, 同时自身也会发生分解。

相同投料比、相同反应时间, 不同温度下的有机碳脱除率如图所示。80℃

后脱除率变化的原因: _____。



(5) 脱硫时, CaCO_3 稍过量, 充分反应后仍有 SO_4^{2-} 残留, 原因是

_____ ; 加入 BaCO_3 可进一步提高硫的脱除率, 其离子方程式是

_____。

(6) 取 $a\text{ g}$ 所得精制磷酸, 加适量水稀释, 以百里香酚酞作指示剂, 用 b

$\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液滴定至终点时生成 Na_2HPO_4 , 消耗 NaOH 溶液 $c\text{ mL}$,

精制磷酸中 H_3PO_4 的质量分数是_____。(已知: H_3PO_4 摩尔质量为 98

$\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

【答案】(1) 研磨、加热

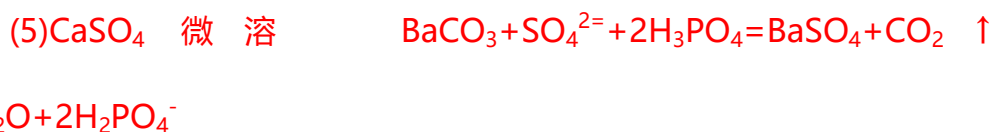
(2) < 核电荷数 $P < S$, 原子半径 $P > S$, 得电子能力 $P < S$, 非金属性

$P < S$

(3) $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 10\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = 10\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{HF}$

↑

(4) 80℃后, H_2O_2 分解速率大, 浓度显著降低



(6) $\frac{0.049bc}{a}$

【解析】(1)研磨能增大反应物的接触面积，加快反应速率，加热，升高温度加快反应速率；流程中能加快反应速率的措施有：研磨、加热。(2)①依据反应方程式，根据“强酸制弱酸”的复分解反应规律，酸性： $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$ 。②用元素周期律解释酸性： $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$ ，P和S电子层数相同，核电荷数 $P < S$ ，原子半径 $P > S$ ，得电子能力 $P < S$ ，非金属性 $P < S$ 。(3)根据“强酸制弱酸”的复分解反应规律， $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 与 H_2SO_4 反应生成HF、磷石膏和磷酸，生成HF的化学方程式为 $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 10\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = 10\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{HF} \uparrow$ 。(4)图示是相同投料比、相同反应时间，不同温度下的有机碳脱除率，80℃前温度升高反应速率加快，相同时间内有机碳脱除率增大；80℃后温度升高， H_2O_2 分解速率大， H_2O_2 浓度显著降低，反应速率减慢，相同条件下有机碳脱除率减小。(5)脱硫时， CaCO_3 稍过量，充分反应后仍有 SO_4^{2-} 残留，原因是： CaSO_4 微溶于水。加入 BaCO_3 可进一步提高硫的脱除率，因为 BaSO_4 难溶于水，其中 SO_4^{2-} 与 BaCO_3 生成更难溶的 BaSO_4 和 CO_3^{2-} ， H_3PO_4 的酸性强于 H_2CO_3 ，在粗磷酸中 CO_3^{2-} 转化成 H_2O 和 CO_2 ，反应的离子方程式为 $\text{BaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$ 。(6)滴定终点生成 Na_2HPO_4 ，则消耗的 H_3PO_4 与 NaOH 物质的量之比为1：2，

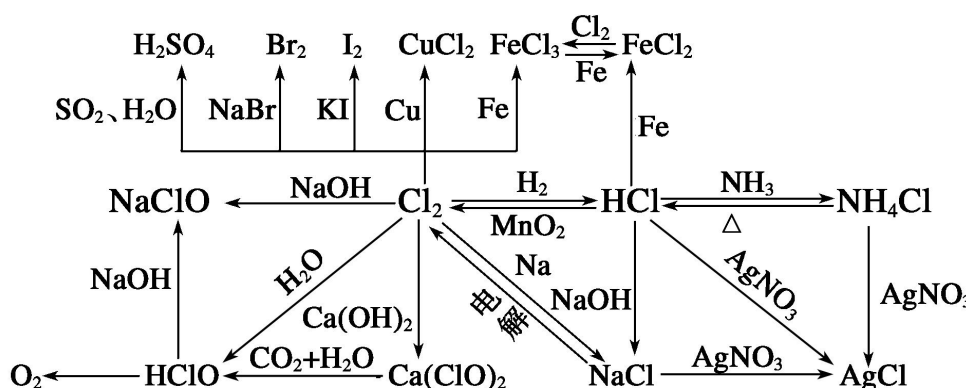
$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{2} n(\text{NaOH}) = \frac{1}{2} \times b \text{ mol/L} \times c \times 10^{-3} \text{ L} = \frac{bc}{2000} \text{ mol},$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{bc}{2000} \text{ mol} \times 98 \text{ g/mol} = \frac{49bc}{1000} \text{ g} = 0.049bc \text{ g}, \text{ 精制磷酸中 } \text{H}_3\text{PO}_4$$

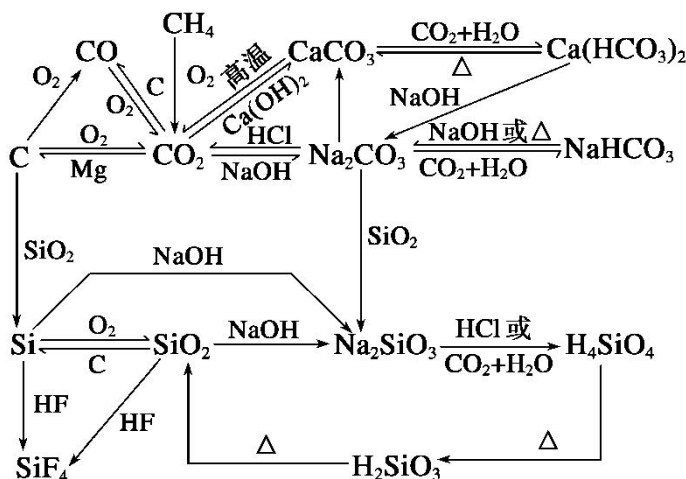
$$\text{的质量分数为 } \frac{0.049bc}{a}.$$

核心考点三 非金属及其化合物的性质转化

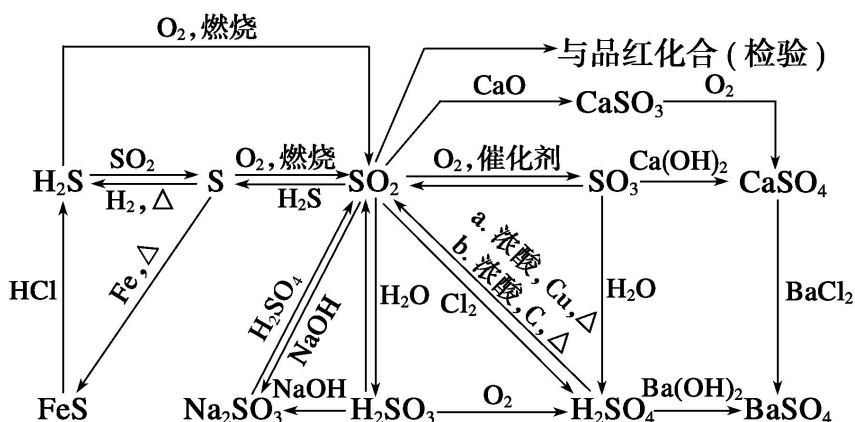
1. 卤素及其重要化合物



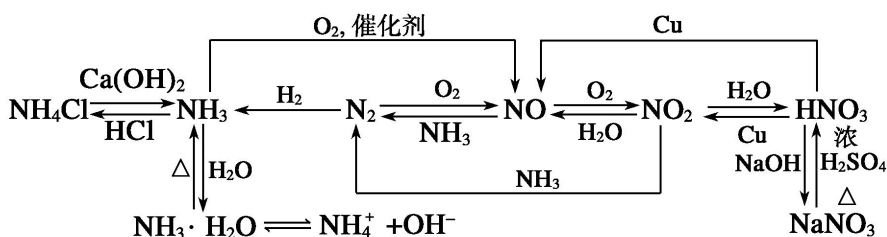
2. 碳、硅及其化合物



3. 硫及其化合物



4. 氮及其化合物



一、变式考点，难题提升

考法一 图表转化型推断

【典例 1】(2016•江苏卷)在给定的条件下，下列选项所示的物质间转化均能实现的是()

- A. $\text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{HCl(aq)}} \text{SiCl}_4 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{H}_2} \text{Si}$
- B. $\text{FeS}_2 \xrightarrow[\text{燃烧}]{\text{O}_2} \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$
- C. $\text{N}_2 \xrightarrow[\text{高温、高压、催化剂}]{\text{H}_2} \text{NH}_3 \xrightarrow{\text{HCl(aq)}} \text{NH}_4\text{Cl(aq)}$
- D. $\text{MgCO}_3 \xrightarrow{\text{HCl(aq)}} \text{MgCl}_2\text{(aq)} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg}$

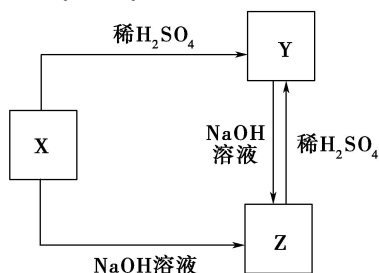
【解析】A 项，四氯化硅被氢气还原可以制备单质硅，但 SiO_2 与盐酸

不反应，A 错误；B 项，煅烧 FeS_2 可以得到氧化铁和二氧化硫，但 SO_2 和 H_2O 反应生成 H_2SO_3 ，B 错误；C 项， $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ ，C 正确；D 项，镁是活泼的金属，金属镁的冶炼方法是电解熔融的氯化镁，电解氯化镁溶液生成氯气、氢气和氢氧化镁，D 错误。故选 C。

【答案】C

考法二 框图转化型推断

【典例 2】均含有短周期元素 W 的 X、Y、Z 三种物质间的转化关系如图所示。下列说法不正确的是()



- A. W 可能是非金属元素
- B. X 可能是氧化物
- C. Y、Z 之间的转化可能是氧化还原反应
- D. Y 和 Z 在溶液中反应可能生成 X

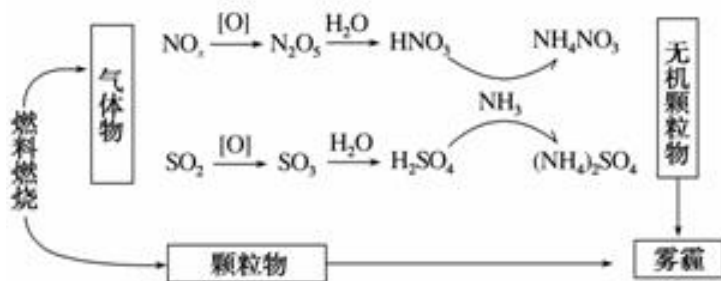
【解析】W 可能是非金属元素，如 X 为 NaHCO_3 ，Y 为 CO_2 ，Z 为 Na_2CO_3 时，W 为碳元素，A 项正确；X 可能是氧化物，如 X 为 Al_2O_3 ，Y 为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ，Z 为 NaAlO_2 ，B 项正确；Y、Z 之间的相互转化方式为加酸或加碱，不可能是氧化还原反应，C 项错误；当 X 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 时，Y 为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ，Z 为 NaAlO_2 ，Y 和 Z 在溶液中反应可生成 X，D 项正确。

【答案】C

考法三 环境污染与保护

【典例 3】(2018•新课标 II 卷)研究表明，氮氧化物和二氧化硫在形成

雾霾时与大气中的氨有关(如下图所示)。下列叙述错误的是()



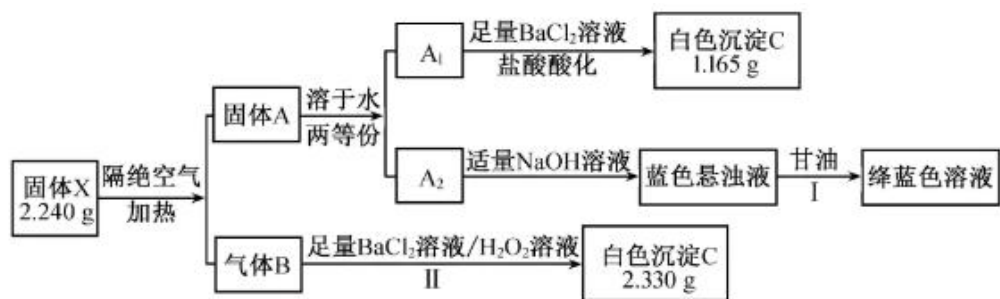
- A. 雾和霾的分散剂相同
- B. 雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵
- C. NH_3 是形成无机颗粒物的催化剂
- D. 雾霾的形成与过度施用氮肥有关

【解析】A 项，雾的分散剂是空气，分散质是水。霾的分散剂是空气，分散质固体颗粒。因此雾和霾的分散剂相同，A 正确；B 项，由于氮氧化物和二氧化硫转化为铵盐形成无机颗粒物，因此雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵，B 正确；C 项， NH_3 作为反应物参加反应转化为铵盐，因此氨气不是形成无机颗粒物的催化剂，C 错误；D 项，氮氧化物和二氧化硫在形成雾霾时与大气中的氨有关，由于氮肥会释放出氨气，因此雾霾的形成与过度施用氮肥有关，D 正确。

【答案】C

考法四 陌生物质的推断

【典例 4】(2021 年 1 月浙江选考)某兴趣小组对化合物 X 开展探究实验。



其中：X 是易溶于水的强酸盐，由 3 种元素组成；A 和 B 均为纯净物；

B 可使品红水溶液褪色。请回答：

(1)组成 X 的 3 种元素是_____ (填元素符号)，X 的化学式是_____。

(2)将固体 X 加入温热的稀 H_2SO_4 中，产生气体 B，该反应的离子方程式是_____。

(3)步骤 I，发生反应的化学方程式是_____。

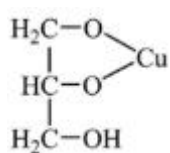
(4)步骤 II，某同学未加 H_2O_2 溶液，发现也会缓慢出现白色浑浊，原因是_____。

(5)关于气体 B 使品红水溶液褪色的原因，一般认为：B 不能使品红褪色，而是 B 与水反应的生成物使品红褪色。请设计实验证明_____。

【解析】将固体隔绝空气加热，能生成一种固体和一种气体，其中将固体溶于水分成两等分，一份加入盐酸酸化的氯化钡溶液，能生成白色沉淀，说明固体中有硫酸根的存在，另一份溶液加入适量的 NaOH 溶液，出现蓝色悬浊液，加入甘油后能形成绛蓝色溶液，说明固体中存在 Cu，则固体 A 为 CuSO_4 ；将气体 B 通入足量的 BaCl_2 溶液和 H_2O_2 溶液中，出现白色沉淀，说明该气体可以被 H_2O_2 氧化，则该气体为 SO_2 ，再根据产生沉淀 C 和固体

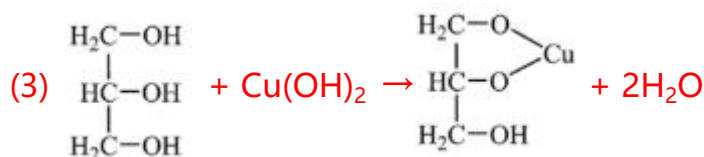
X 的质量计算固体 X 的化学式。(1) 根据分析, 固体 X 中含有的元素是 C、S、O; 加入盐酸酸化的氯化钡溶液, 生成 1.165g 硫酸钡沉淀, 则该份硫酸铜的质量为 0.005mol, 则固体 CuSO_4 的物质的量为 0.010mol, 质量为 1.6g, 根据质量守恒的气体 SO_2 的质量为 0.640g, 该物质中三种元素的质量比 $m(\text{Cu}):m(\text{S}):m(\text{O})=0.640\text{g}:0.640\text{g}:0.960\text{g}$, 则这三种原子的物质的量的比 $n(\text{Cu}):n(\text{S}):n(\text{O})=1:2:6$, 故固体 X 的化学式为 CuS_2O_6 ; (2) 根据题目, 固体 X 与温热的稀硫酸反应可以生成 SO_2 气体, 根据原子守恒和电荷守恒配平, 则该过程的离子方程式为 $\text{S}_2\text{O}_6^{2-} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+} \text{SO}_4^{2-} + \text{SO}_2\uparrow$; (3) 步骤 I

为甘油和氢氧化铜发生反应, 反应的化学方程式为

$$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HC}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow$$


(4) 步骤 II 中未加入过氧化氢, 也可以出现白色沉淀, 说明 SO_2 溶于水后可以被空气中的氧气氧化; (5) SO_2 可以使品红溶液褪色, SO_2 溶液中存在 SO_2 分子和 H_2SO_3 , 欲知道是哪一种物质能够使品红溶液褪色, 可以利用如下实验验证: 配制品红无水乙醇溶液(其他非水溶剂亦可), 通入 SO_2 , 不褪色; 品红水溶液中加入亚硫酸钠(亚硫酸氢钠)固体, 褪色更快。

【答案】(1) Cu、S、O CuS_2O_6 (2) $\text{S}_2\text{O}_6^{2-} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+} \text{SO}_4^{2-} + \text{SO}_2\uparrow$



(4) SO_2 与水反应生成 H_2SO_3 ; H_2SO_3 能被氧气氧化为 H_2SO_4 , 与 BaCl_2

反应生成 BaSO_4

(5) 配制品红无水乙醇溶液(其他非水溶剂亦可), 通入 SO_2 , 不褪色; 品

红水溶液中加入亚硫酸钠(亚硫酸氢钠)固体, 褪色更快

二、技巧点拨

解答无机推断题五步骤

一审: 审清题意, 从题干→问题→框图迅速浏览一遍, 尽量在框图中把相关信息表示出来。

二找: 找“题眼”即找到解题的突破口。“题眼”主要有: 物质的特殊颜色、特征反应现象、特殊反应条件、特征转化关系、特征数据等。

三析: 从题眼出发, 联系新信息及所学的旧知识, 大胆猜测, 顺藤摸瓜, 应用正逆向思维、横向纵向思维等多种思维方式进行分析、推理, 初步得出结论。

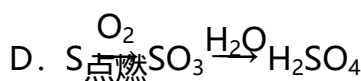
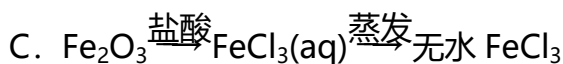
四验: 验证确认, 将结果放入原题检验, 完全符合才算正确。

五答: 按题目要求写出答案。

三、变式考点, 难题提升

1. 在给定条件下, 下列选项中所示的物质间转化均能一步实现的是 ()

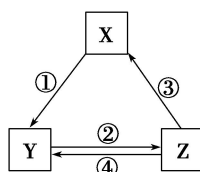
A. 粗硅 $\xrightarrow[\text{高温}]{\text{Cl}_2}$ SiCl_4 $\xrightarrow[\text{高温}]{\text{H}_2}$ Si



【答案】A

【解析】A 选项，可以实现相关转化，所以正确；B 选项，电解氯化镁溶液不可能得到镁单质，所以错误；C 选项，氯化铁能够发生水解反应，因此蒸发氯化铁溶液不可能得到无水氯化铁，所以错误；D 选项，硫燃烧不能生成 SO_3 ，所以错误。

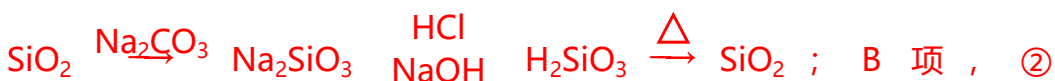
2. 下表各组物质之间通过一步反应不可以实现如图所示转化关系的是 ()

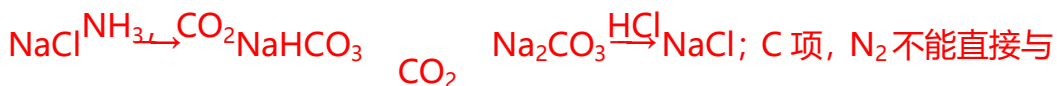


选项	X	Y	Z	箭头上所标数字的反应条件
A	SiO_2	Na_2SiO_3	H_2SiO_3	① Na_2CO_3 熔融
B	NaCl	NaHCO_3	Na_2CO_3	②加热
C	N_2	NO_2	HNO_3	③加热
D	C	CO	CO_2	④灼热炭粉

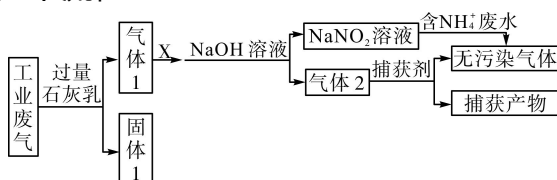
【答案】C

【解析】A 项，① $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ ，





9. 绿水青山是习近平总书记构建美丽中国的伟大构想, 某工厂拟综合处理含 NH_4^+ 废水和工业废气(主要含 N_2 、 CO_2 、 SO_2 、 NO 、 CO , 不考虑其他成分), 设计了如下流程:



下列说法正确的是()

A. 固体 1 中主要含有 CaCO_3 、 CaSO_3

B. X 可以是空气, 且需过量

C. 捕获剂所捕获的气体主要是 CO

D. 处理含 NH_4^+ 废水时, 发生的反应为: $\text{NH}_4^+ + 5\text{NO}_2^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 6\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

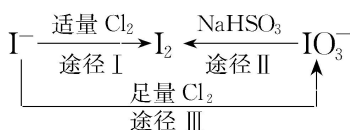
【答案】C

【解析】固体 1 还包括过量的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, A 项错误; 通入空气不能过量, 否则会生成 NO_3^- , B 项错误; 通过分析, 气体 2 为 CO 和 N_2 的混合气体, N_2 无污染, 所以捕获气体为 CO , C 项正确; NH_4^+ 和 NO_2^- 离子发生氧化还原反应生成无污染的气体 N_2 , 方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, D 项错误。

38. (2020·山东省德州市高三期末考试) I^- 具有还原性, 含碘食盐中的碘

元素主要以 KIO_3 的形式存在, I^- 、 I_2 、 IO_3^- 在一定条件下可发生如图转化关

系, 下列说法不正确的是()

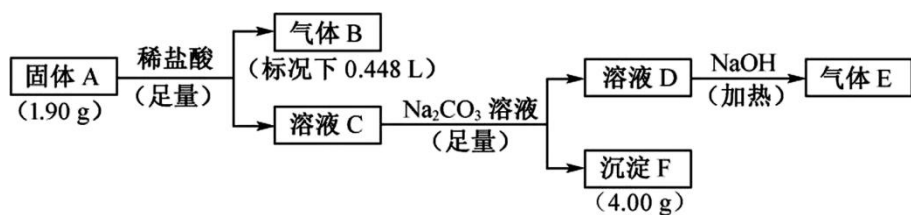


- A. 用淀粉-KI 试纸和食醋可检验食盐是否加碘
- B. 由图可知氧化性的强弱顺序为 $\text{Cl}_2 > \text{IO}_3^- > \text{I}_2$
- C. 生产等量的碘，途径 I 和途径 II 转移电子数目之比为 5 : 2
- D. 途径 III 反应的离子方程式： $3\text{Cl}_2 + \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{Cl}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+$

【答案】C

【解析】A 项， KIO_3 、KI 在酸性条件下发生氧化还原反应产生 I_2 ， I_2 遇淀粉溶液变为蓝色，因此可以用淀粉-KI 试纸和食醋可检验食盐是否加碘，A 正确；B 项，由途径 I 可知氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$ ，由途径 II 可知氧化性： $\text{IO}_3^- > \text{I}_2$ ，由途径 III 可知氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{IO}_3^-$ ，故物质氧化性有强到弱的顺序为： $\text{Cl}_2 > \text{IO}_3^- > \text{I}_2$ ，B 正确；C 项，假设反应产生 1 mol I_2 ，途径 I 转移 2 mol 电子，途径 II 转移 10 mol 电子，因此生产等量的碘，途径 I 和途径 II 转移电子数目之比为 2 : 10 = 1 : 5，C 错误；D 项，途径 III 中， Cl_2 把 I^- 氧化为 IO_3^- ， Cl_2 被还原为 Cl^- ，根据电子守恒、电荷守恒、原子守恒，可得反应的离子方程式： $3\text{Cl}_2 + \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{Cl}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+$ ，D 正确；故选 C。

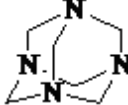
28. (2020 年 1 月浙江省选考)由三种元素组成的化合物 A，按如下流程进行实验。气体 B 为纯净物，溶液 C 焰色反应为砖红色，气体 E 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝。



请回答：

(1)组成 A 的三种元素是_____，A 的化学式是_____。

(2)固体 A 与足量稀盐酸反应的化学方程式是_____。

(3)气体 E 与甲醛在一定条件下可生成乌洛托品( 学名：亚甲基

四胺)，该反应的化学方程式是_____ (乌洛托品可以用分子式表示)。

【答案】 Ca、H 和 N Ca_2HN (2) $\text{Ca}_2\text{HN} + 5\text{HCl} = 2\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$

+ NH_4Cl



【解析】 (1)由分析可知，组成 A 的三种元素是 Ca、N 和 H，由钙原子

个数守恒可知，固体 A 中钙的物质的量为 $\frac{4.00\text{g}}{100\text{g/mol}} = 0.04\text{mol}$ ，质量为

$0.04\text{mol} \times 40\text{g/mol} = 1.6\text{g}$ ，固体 A 与足量盐酸反应时，固体 A 中氢元素

化合价升高被氧化，HCl 中氢元素化合价降低被还原，由得失电子数目守恒

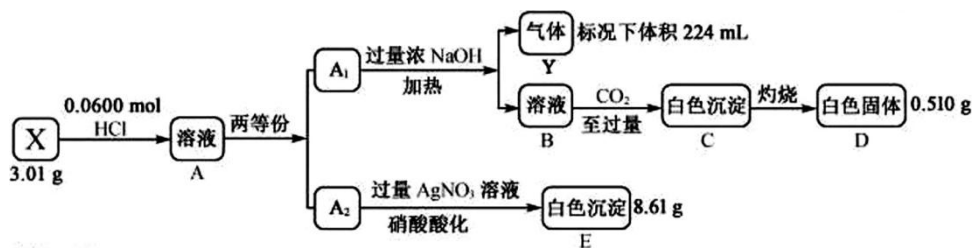
和原子个数守恒可知，固体 A 中氢的物质的量为 $\frac{0.448\text{L}}{22.4\text{L/mol}} \times 2 \times$

$\frac{1}{2} = 0.02\text{mol}$ ，质量为 $0.02\text{mol} \times 1\text{g/mol} = 0.02\text{g}$ ，则固体 A 中氮的物质的

量为 $\frac{(1.9 - 1.6 - 0.02)\text{g}}{14\text{g/mol}} = 0.02\text{mol}$ ，A 中 Ca、N 和 H 的物质的量比为 0.04mol:

0.02mol: 0.02mol=2:1:1, 化学式为 Ca_2HN 。

28. (2020·浙江省 7 月选考)化合物 X 由四种短周期元素组成, 加热 X, 可产生使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体 Y, Y 为纯净物; 取 3.01 g X, 用含 HCl 0.0600 mol 的盐酸完全溶解得溶液 A, 将溶液 A 分成 A_1 和 A_2 两等份, 完成如下实验(白色沉淀 C 可溶于 NaOH 溶液):



请回答:

(1)组成 X 的四种元素是 N、H 和 _____ (填元素符号), X 的化学式是 _____。

(2)溶液 B 通入过量 CO_2 得到白色沉淀 C 的离子方程式是 _____。

(3)写出一个化合反应(用化学方程式或离子方程式表示) _____。

要求同时满足:

①其中一种反应物的组成元素必须是 X 中除 N、H 外的两种元素;

②反应原理与 “ $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}$ ” 相同。

【答案】 (1) Al、Cl AlCl_3NH_3

(2) $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$

(3) $\text{AlCl}_3 + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AlCl}_4^-$ 或 $\text{AlCl}_3 + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{AlCl}_3\text{NH}_3$

【解析】根据题干可知, 加热 X 可产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝

的纯净物气体 Y, 故 Y 为 NH_3 , 由实验流程图中分析可知, 结合 B 中通入过量的 CO_2 产生能溶于 NaOH 溶液的白色沉淀 C, 故 C 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 则 D

为 Al_2O_3 , E 是 AgCl , 利用原子守恒可知: A_1 溶液中含有 N 原子的物质的

量为: $n(\text{N}) = n(\text{NH}_3) = \frac{V}{V_m} = \frac{224\text{mL}}{22400\text{mL} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01\text{mol}$, Al 原子的物质的量

为: $n(\text{Al}) = 2n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \times \frac{m}{M} = 2 \times \frac{0.51\text{g}}{102\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01\text{mol}$, A_2 溶液中含有的

Cl⁻ 的物质的量为: $n(\text{Cl}) = n$

$(\text{AgCl}) - \frac{0.06\text{mol}}{2} = \frac{m}{M} - \frac{0.06\text{mol}}{2} = \frac{8.61\text{g}}{143.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} - \frac{0.06\text{mol}}{2} = 0.03\text{mol}$; 故一半溶液

中含有的 H 原子的物质的量为:

$$n(\text{H}) = \frac{\frac{3.01\text{g}}{2} - 0.01\text{mol} \times 14\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} - 0.01\text{mol} \times 27\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} - 0.03\text{mol} \times 35.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03\text{mol}$$

, 故 X 中含有四种元素即 N、H、Al、Cl, 其个数比为: $n(\text{N}) : n(\text{H}) : n(\text{Al}) :$

$n(\text{Cl}) = 0.01\text{mol} : 0.03\text{mol} : 0.01\text{mol} : 0.03\text{mol} = 1 : 3 : 1 : 3$, 故 X

的化学式为: AlCl_3NH_3 ; (2) 根据分析(1)可知, 溶液 B 中通入过量的 CO_2

所发生的离子方程式为: $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} === \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$; (3)

结合题给的两个条件, 再分析化合物 X(AlCl_3NH_3)是 NH_3 和 AlCl_3 通过配位

键结合成的化合物, 不难想到类似于 NH_3 和 H_2O 反应, 故可以很快得出该

反应的离子方程式为 $\text{AlCl}_3 + \text{Cl}^- === \text{AlCl}_4^-$ 或 $\text{AlCl}_3 + \text{NH}_3 === \text{AlCl}_3\text{NH}_3$ 。