

## 苏州市昆山市 2025-2026 学年高一上期末化学试卷

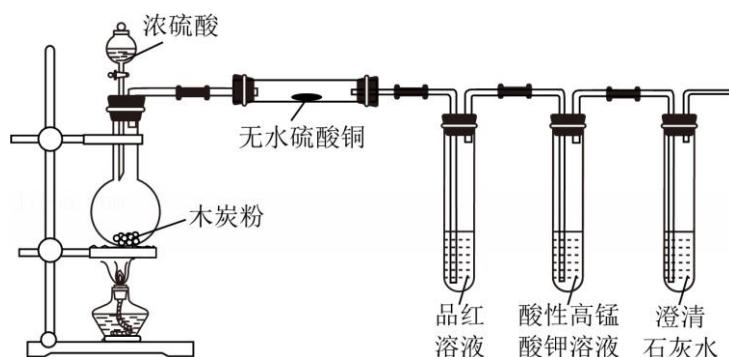
姓名: \_\_\_\_\_ 得分: \_\_\_\_\_

**一、单项选择题: 共 13 题, 每题 3 分, 共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。**

1. 中国“祝融号”火星探测器探测发现火星上存在矿物  $Mg_xFe_{2-x}SiO_4$ 。该物质所含元素属于第二周期的是( )
- A. Mg      B. Si      C. Fe      D. O

根据下列实验信息, 完成下面小题:

用图装置进行实验验证浓硫酸与木炭在加热后得到的气体中含有  $SO_2$ 、 $CO_2$  和  $H_2O$ 。实验过程中分别观察到无水硫酸铜变蓝、品红溶液褪色、酸性高锰酸钾溶液颜色变浅、澄清石灰水中出现白色浑浊。



2. 下列化学用语表示正确的是( )

- A.  $H_2O$  的电子式为  $H:O:H$
- B.  $H_2SO_4$  的摩尔质量为  $98g \cdot mol^{-1}$
- C.  $S^{2-}$  的结构示意图为
- D. 中子数为 8 的碳原子可表示为  $^{16}_6C$

3. 下列有关说法不正确的是( )

- A.  $H_2SO_4$  中只存在共价键
- B. 用光照射  $KMnO_4$  溶液会产生光路
- C.  $SO_2$  属于酸性氧化物
- D. 澄清石灰水变浑浊过程中分散质粒子变大

4. 下列有关实验现象分析不正确的是( )

- A. 无水硫酸铜变蓝证明气体中有  $H_2O(g)$
- B. 品红溶液褪色证明气体中有  $SO_2$
- C. 酸性高锰酸钾溶液颜色变浅证明  $SO_2$  有漂白性
- D. 澄清石灰水中出现白色浑浊证明气体中有  $CO_2$

5. 下列有关反应表示正确的是( )

- A. 木炭与浓硫酸反应:  $2H_2SO_4(\text{浓}) + C \xrightarrow{\text{加热}} 2SO_2 \uparrow + CO_2 \uparrow + 2H_2O$
- B. 二氧化硫溶于水:  $SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4$
- C. 酸性高锰酸钾溶液颜色变浅:  $2MnO_4^- + 5SO_2 + 4OH^- = 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 2H_2O$
- D. 澄清石灰水中出现白色浑浊:  $2OH^- + CO_2 = CO_3^{2-} + H_2O$

6. 下列有关实验的原理、操作的说法不正确的是( )

- A. 蒸发结晶是利用溶质的溶解度随温度变化有较大差异
- B. 用含少量水的容量瓶配制一定物质的量浓度的溶液
- C. 蒸馏实验中被蒸馏出的物质微粒间距先增大后减小
- D. 检验草木灰中的钠元素，可根据试样在火焰上灼烧的焰色判断

7.  $K_2Mg(SO_4)_2$  被称为“植物生长和高产的营养剂”。下列相关说法正确的是( )

- A. 热稳定性:  $H_2S > H_2O$
- B. 离子半径:  $r(Mg^{2+}) > r(O^{2-})$
- C. 最外层电子数:  $N(S) = N(O)$
- D. 单质与水反应的剧烈程度:  $Mg > K$

8. 下列有关钠及其化合物的性质与用途具有对应关系的是( )

- A.  $Na$  有强还原性，可用于制造高压钠灯
- B.  $Na_2O_2$  有强氧化性，可用作漂白剂
- C.  $Na_2CO_3$  能与酸反应，可用于去除物品表面油污
- D.  $NaHCO_3$  水溶液呈碱性，可用于制作发酵粉

9. 根据下列实验操作和现象所得到的结论正确的是( )

| 选项 | 实验操作和现象                                | 实验                              |
|----|--|---------------------------------|
| A  | 向溴水中加入等体积 $CCl_4$ ，振荡后静置，上层接近无色，下层橙红色  | $Br_2$ 在 $CCl_4$ 中的溶解度大于在水中的溶解度 |
| B  | 向新制饱和氯水中加入过量的碳酸钙粉末，振荡，有气泡产生            | $HClO$ 的酸性比 $H_2CO_3$ 强         |
| C  | 向久置于空气中的 $Na_2O_2$ 固体中滴加稀硫酸，有气泡产生      | $Na_2O_2$ 已完全变质为 $Na_2CO_3$     |
| D  | 将盐酸滴入少量磷酸钙 $[Ca_3(PO_4)_2]$ 固体中，固体逐渐溶解 | $Cl$ 的非金属性强于 $P$                |

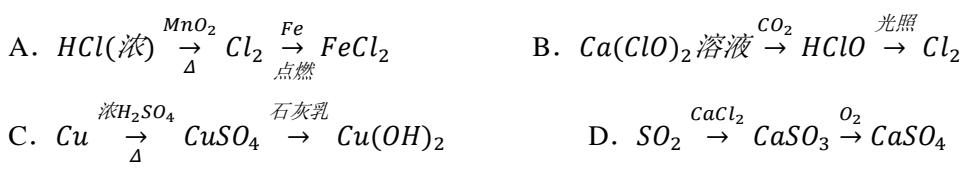
A. A

B. B

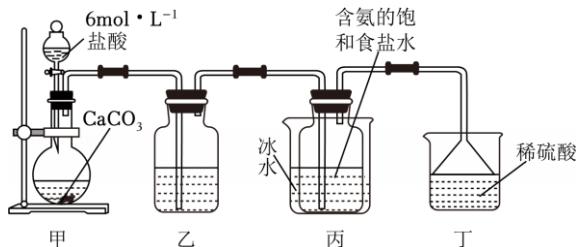
C. C

D. D

10. 在指定条件下，下列选项所示的物质间转化能实现的是( )



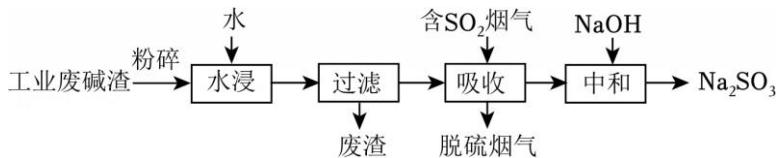
11. 实验室用图装置模拟侯氏制碱法原理，以  $NaCl$ 、 $NH_3$ 、 $CO_2$  等为原料制取少量  $NaHCO_3$ 。下列有关说法正确的是( )



- A. 除去  $CO_2$  中的少量  $HCl$  可在乙装置中加入饱和  $Na_2CO_3$  溶液
- B. 用冰水浴冷却丙装置有利于析出  $NaHCO_3$  固体
- C. 丙装置中析出  $NaHCO_3$  固体的上层清液中不存在  $HCO_3^-$
- D. 丁装置是为了吸收丙装置中逸出的  $NH_3$  和  $CO_2$

阅读下列材料，完成下面小题：

工业废碱渣的主要成分为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  等, 水浸后用于烟气脱硫后得到  $\text{NaHSO}_3$ , 再经中和获得  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  可用于处理废水中的  $\text{Cl}_2$ 。相关过程如下:



12. 下列相关说法不正确的是( )

  - A. “水浸”前先将废碱渣粉碎可加快水浸速率
  - B. “吸收”后脱硫烟气中的  $\text{CO}_2$  比“吸收”前烟气中的多
  - C. “中和”时反应的化学方程式为  $\text{NaOH} + \text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - D. 向  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液, 有白色沉淀产生, 说明其中含  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

13. 适量  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  除去弱酸性废水中  $\text{Cl}_2$  反应为:  $\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$  (未配平), 下列有关说法正确的是( )

  - A.  $\text{Cl}_2$  发生氧化反应
  - B.  $\text{SO}_4^{2-}$  是还原产物
  - C. 反应后废水的  $\text{pH}$  减小
  - D. 反应中每产生  $1\text{mol Cl}^-$  转移  $2\text{mol}$  电子

二、非选择题：共4题，共61分。

14. A、B、C、D、E、F、G 代表 7 种短周期主族元素。在周期表中的位置如下：

- (1)C、F、G 三种元素原子中, 半径最大的是 \_\_\_\_\_ (填元素符号)。

(2)由 A、B 形成的某种化合物分子中含有 10 个电子, 写出其电子式: \_\_\_\_\_。

(3)F、G 的最高价氧化物的水化物酸性较强的是 \_\_\_\_\_ (填酸的化学式)。

(4)D、E 分别对应的最高价氧化物的水化物之间反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(5)化合物 EG<sub>3</sub> 熔融状态不导电, 其含有化学键的类型为 \_\_\_\_\_。

(6)写出一个能够说明元素 C 的非金属性比元素 F 强的化学方程式: \_\_\_\_\_。

15. 以食盐水和  $HCl$  为原料均可制  $Cl_2$ 。

## I. 以食盐水为原料制 $Cl_2$

- (1)除去粗盐中含有  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$  等杂质离子，常用试剂为： $Na_2CO_3$  溶液、 $NaOH$  溶液、 $BaCl_2$  溶液、盐酸。

- ①用于除去  $Ca^{2+}$  的试剂是 \_\_\_\_\_。  
②除去  $SO_4^{2-}$  时，判断  $SO_4^{2-}$  已沉淀完全的方法是 \_\_\_\_\_。  
③待杂质离子沉淀完全，过滤后向滤液中加入盐酸，发生反应的离子方程式有 \_\_\_\_\_。

- (2) 电解饱和食盐水可得到  $H_2$ 、 $Cl_2$  和  $NaOH$ 。

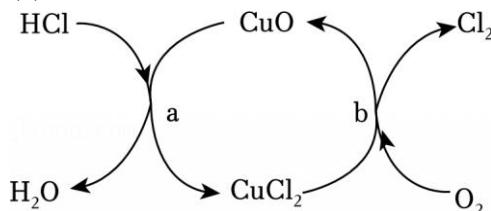
①电解饱和食盐水转移电子的物质的量为  $1mol$  时，理论上产生  $Cl_2$  在标准状况下的体积为 \_\_\_\_\_。

②电解时有少量  $O_2$  产生，则电解产生的  $n(H_2)$ :  $n(Cl_2)$  \_\_\_\_\_ (填“ $>$ ”或“ $<$ ”或“ $=$ ”)  $1: 1$ 。

③电解后的溶液中产生少量  $ClO^-$  的可能原因是 \_\_\_\_\_ (用化学方程式表示)。

## II. 以 $HCl$ 为原料制 $Cl_2$

(3)利用  $CuO/CuCl_2$  循环可将  $HCl$  氧化为  $Cl_2$ ，转化关系如图所示。



①反应 b 在  $340\sim380^\circ C$  条件下进行，写出该反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

②已知： $SiO_2$  是酸性氧化物，难溶于水。 $CuCl_2$  溶解度如下表：

| 温度/℃  | 20 | 40   | 60   | 80   |
|-------|----|------|------|------|
| 溶解度/g | 73 | 77.3 | 87.6 | 96.6 |

请补充完整回收废催化剂(含  $CuO$ 、 $CuCl_2$ 、 $SiO_2$  等)获取  $CuCl_2$  晶体的实验方案：取废催化剂于烧杯中，\_\_\_\_\_，过滤、洗涤、干燥得  $CuCl_2$  晶体。

## 16. 以海水和海带为原料可制取碘化镁。

### I. 海带制碘

实验室用海带制备碘单质的流程如图：



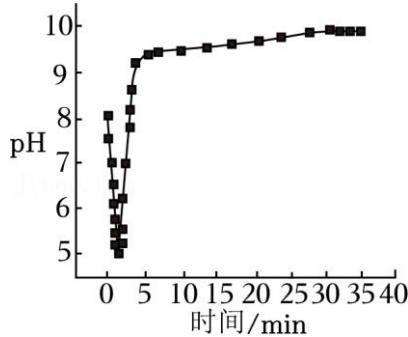
(1)为使海带灰中的碘元素充分转移至水中，可采取的措施有 \_\_\_\_\_。

(2)含  $I^-$  溶液中通入氯气可获得  $I_2$ 。说明 \_\_\_\_\_ 性， $Cl_2$  \_\_\_\_\_  $I_2$  (填“ $>$ ”或“ $=$ ”或“ $<$ ”)。

(3)实验室进行有机溶剂萃取水中碘的实验，须使用的玻璃仪器有 \_\_\_\_\_、烧杯。

### II. 制碳酸镁

向除去  $Ca^{2+}$  的浓缩海水中通 2 分钟  $CO_2$  至酸性，然后在通  $CO_2$  的同时加入  $NaOH$  溶液，可得到  $MgCO_3$  沉淀，过滤洗涤干燥后得到  $MgCO_3$ 。过程中海水  $pH$  随时间变化如图所示。



(4)写出生成  $MgCO_3$  的离子反应方程式：\_\_\_\_\_。

(5)先通 2 分钟  $CO_2$  的目的是防止制得的  $MgCO_3$  中混有 \_\_\_\_\_ (填化学式)。

(6)待  $Mg^{2+}$  完全沉淀后，结束时若先停止加入  $NaOH$ ，海水中  $MgCO_3$  的产率会减小的原因是 \_\_\_\_\_。

## III. 制碘化镁

以单质  $I_2$ 、 $MgCO_3$  和  $N_2H_4$  为原料，反应可得到  $MgI_2$  溶液，同时产生  $CO_2$  和  $N_2$ 。

(7) 该反应中  $N_2H_4$  的作用为 \_\_\_\_\_。

(8) 为提高  $I_2$  和  $N_2H_4$  的利用率，须控制  $n(I_2)$ :  $n(N_2H_4)$  约为 \_\_\_\_\_。

17. S 和  $SO_2$  是自然界中硫循环的重要组成部分。

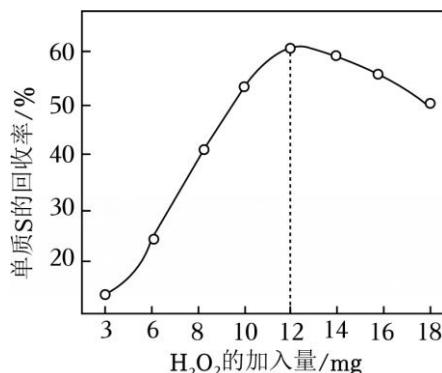
## I. S 的产生与去除

(1) 水体中的  $SO_4^{2-}$  与  $NH_4^+$  在微生物作用下可转化为  $N_2$  和 S，该反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

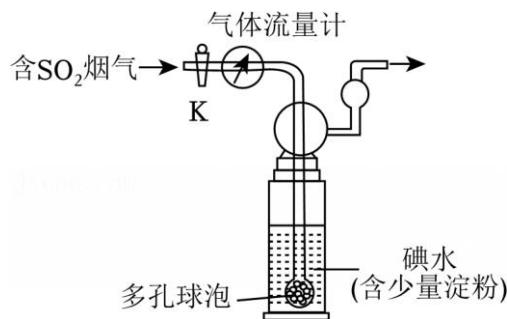
(2) 废水中的硫化物可用  $H_2O_2$  将其氧化为单质 S 进行回收。

① 控制废水 pH 约为 8，用适量 30% 的  $H_2O_2$  溶液将废水中的  $HS^-$  转化为单质 S，该反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

② 在 1L 废水中单质 S 回收率随  $H_2O_2$  加入量的变化如图所示。 $H_2O_2$  加入量大于 12mg 时，废水中单质 S 的回收率下降的原因可能是 \_\_\_\_\_。

II. 烟气中  $SO_2$  的测定与利用(3)  $SO_2$  含量的测定

如图所示，向装置通入含  $SO_2$  烟气，用含淀粉的碘水吸收(发生的反应为  $SO_2+I_2+2H_2O=H_2SO_4+2HI$ )，当通入 40L 烟气时恰好完全反应，停止通入烟气；将吸收液转移至锥形瓶中，并用水洗涤装置 2~3 次，将洗涤液与吸收液合并；向吸收液中加入过量  $BaCl_2$  溶液，完全反应后过滤洗涤干燥，得到  $BaSO_4$  沉淀 0.233g。



① 判断碘水中  $I_2$  恰好完全反应的现象为 \_\_\_\_\_。

② 计算该烟气中  $SO_2$  的含量 \_\_\_\_\_ (以  $mg \cdot L^{-1}$  为单位，写出计算过程)。

③ 若实验过程中未用水洗涤装置，测得  $SO_2$  的含量会 \_\_\_\_\_ (填“偏大”或“偏小”或“不变”)。

(4)  $SO_2$  的脱除

用氨水吸收过量  $SO_2$  可得  $NH_4HSO_3$  溶液，再通入空气氧化，得到硫酸盐。在空气氧化时，溶液中有  $SO_2$  逸出的原因是 \_\_\_\_\_ (结合相关离子方程式分析)



## 2024-2025 学年江苏省苏州市高一(上)期末化学试卷

参考答案与试题解析

## 一. 选择题(共 7 小题)

| 题号 | 1 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|---|---|---|---|---|----|----|
| 答案 | D | A | C | B | A | C  | B  |

一、单项选择题：共 13 题，每题 3 分，共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. (3 分)中国“祝融号”火星探测器探测发现火星上存在矿物  $Mg_xFe_{2-x}SiO_4$ 。该物质所含元素属于第二周期的是( )
- A. Mg      B. Si      C. Fe      D. O

【分析】根据元素周期表的结构和元素的分布知识进行分析。

【解答】解：A. 镁是第三周期的元素，故 A 错误；

B. 硅是第三周期元素，故 B 错误；

C. 铁是第四周期元素，故 C 错误；

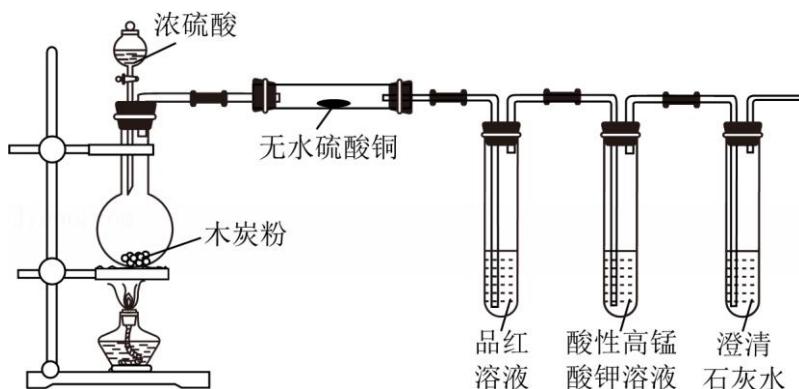
D. 氧是第二周期元素，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题主要考查元素周期表的结构及其应用等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

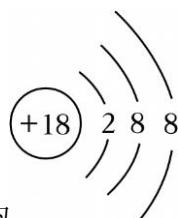
根据下列实验信息，完成下面小题：

用图装置进行实验验证浓硫酸与木炭在加热后得到的气体中含有  $SO_2$ 、 $CO_2$  和  $H_2O$ 。实验过程中分别观察到无水硫酸铜变蓝、品红溶液褪色、酸性高锰酸钾溶液颜色变浅、澄清石灰水中出现白色浑浊。



2. 下列化学用语表示正确的是( )

- A.  $H_2O$  的电子式为  $H:O:H$   
 B.  $H_2SO_4$  的摩尔质量为  $98g \cdot mol^{-1}$



- C.  $S^{2-}$  的结构示意图为

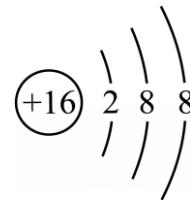
D. 中子数为 8 的碳原子可表示为  ${}^8_6C$

**【分析】**浓硫酸与木炭在加热后得到的气体中含有  $SO_2$ 、 $CO_2$  和  $H_2O$ ，通过无水硫酸铜，变蓝证明含水蒸气；通过品红溶液，品红溶液褪色，说明含  $SO_2$ ；通过酸性高锰酸钾溶液除去  $SO_2$  且酸性高锰酸钾溶液未褪色说明二氧化硫已经除尽，防止干扰  $CO_2$  的检验；最后将气体通入到澄清石灰水中，溶液变浑浊，说明含  $CO_2$ 。

**【解答】**解：A.  $H_2O$  中 O 原子最外层 6 个电子，有 2 个单电子，与 2 个 H 形成 2 个 H—O 共价键，

水的电子式为  $H:\ddot{O}:\ddot{H}$ ，故 A 错误；

B. 硫酸的相对分子质量为 98，所以摩尔质量为  $98g \cdot mol^{-1}$ ，故 B 正确；



C. S 的核电荷数为 16，得到两个电子变成硫离子， $S^{2-}$  的结构示意图：，故 C 错误；

D. 中子数为 8 的碳原子，质量数是 14，可表示为  ${}^{14}_6C$ ，故 D 错误；

故选：B。

**【点评】**本题主要考查电子式等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

3. 下列有关说法不正确的是( )

- A.  $H_2SO_4$  中只存在共价键
- B. 用光照射  $KMnO_4$  溶液会产生光路
- C.  $SO_2$  属于酸性氧化物
- D. 澄清石灰水变浑浊过程中分散质粒子变大

**【分析】**A. 根据  $H_2SO_4$  属于共价化合物，进行分析；

B. 根据  $KMnO_4$  溶液不是胶体，进行分析；

C. 根据  $SO_2$  与水反应生成亚硫酸、可与等碱溶液反应发生亚硫酸盐和水，进行分析；

D. 根据澄清石灰水变浑浊过程中，由溶液变为浊液，进行分析。

**【解答】**解：A. 硫酸属于共价化合物，只存在共价键，故 A 正确；

B. 高锰酸钾溶液不是胶体，用光照射不会产生光路，故 B 错误；

C. 二氧化硫与水反应生成亚硫酸、可与等碱溶液反应发生亚硫酸盐和水，属于酸性氧化物，故 C 正确；

D. 澄清石灰水变浑浊过程中，涉及到溶液变为浊液，分散质粒子变大，故 D 正确；

故选：B。

**【点评】**本题主要考查二氧化硫的性质等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

4. 下列有关实验现象分析不正确的是( )

- A. 无水硫酸铜变蓝证明气体中有  $H_2O(g)$
- B. 品红溶液褪色证明气体中有  $SO_2$
- C. 酸性高锰酸钾溶液颜色变浅证明  $SO_2$  有漂白性
- D. 澄清石灰水中出现白色浑浊证明气体中有  $CO_2$

- 【分析】A. 根据无水硫酸铜吸水后变成蓝色的硫酸铜晶体进行分析；  
B. 根据  $\text{SO}_2$  能使品红溶液褪色进行分析；  
C. 根据  $\text{SO}_2$  将高锰酸钾还原而导致颜色变浅，进行分析；  
D. 根据  $\text{CO}_2$  能澄清石灰水中出现白色浑浊进行分析。

【解答】解：A. 无水硫酸铜吸水后变成蓝色的硫酸铜晶体，证明气体中有  $\text{H}_2\text{O}(g)$ ，故 A 正确；  
B. 二氧化硫能使品红溶液褪色，所以品红溶液褪色证明气体中有二氧化硫，故 B 正确；  
C. 二氧化硫通入到酸性高锰酸钾溶液中，二氧化硫将高锰酸钾还原而导致颜色变浅，证明二氧化硫有还原性，故 C 错误；  
D. 由分析知，澄清石灰水中出现白色浑浊证明气体中有  $\text{CO}_2$ ，故 D 正确；  
故选：C。

【点评】本题主要考查浓硫酸的性质实验等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

5. 下列有关反应表示正确的是( )

- A. 木炭与浓硫酸反应： $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{C} \triangleq 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
B. 二氧化硫溶于水： $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$   
C. 酸性高锰酸钾溶液颜色变浅： $2\text{MnO}_4^- + 5\text{SO}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$   
D. 澄清石灰水中出现白色浑浊： $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

【分析】A. 根据浓硫酸与木炭在加热后得到的气体中含有  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，进行分析；  
B. 根据二氧化硫溶于水生成亚硫酸，进行分析；  
C. 根据  $\text{SO}_2$  将高锰酸钾还原为锰离子， $\text{SO}_2$  被氧化为硫酸根，进行分析；  
D. 根据  $\text{CO}_2$  通入澄清石灰水中生成碳酸钙，进行分析。

【解答】解：A. 浓硫酸与木炭在加热后得到的气体中含有二氧化硫、二氧化碳和水，化学方程式为 $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{C} \triangleq 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 A 正确；  
B. 二氧化硫溶于水生成亚硫酸，化学方程式为  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ ，故 B 错误；  
C. 二氧化硫将高锰酸钾还原为锰离子，二氧化硫被氧化为硫酸根，离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ ，故 C 错误；  
D. 二氧化碳通入澄清石灰水中生成碳酸钙，化学方程式为  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，故 D 错误；  
故选：A。

【点评】本题主要考查浓硫酸的性质实验等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

6. (3分)下列有关实验的原理、操作的说法不正确的是( )

- A. 蒸发结晶是利用溶质的溶解度随温度变化有较大差异  
B. 用含少量水的容量瓶配制一定物质的量浓度的溶液  
C. 蒸馏实验中被蒸馏出的物质微粒间间距先增大后减小  
D. 检验草木灰中的钠元素，可根据试样在火焰上灼烧的焰色判断

【分析】A. 蒸发结晶用于溶质溶解度受温度影响变化不大的物质；  
B. 配制一定物质的量浓度溶液，定容时要向容量瓶中加蒸馏水；

C. 蒸馏实验中被蒸馏出的物质先受热汽化后冷凝液化；

D. 根据焰色试验(焰色反应)所呈现的特殊颜色，可以判断某些金属元素的存在。

**【解答】**解：A. 蒸发结晶用于溶质溶解度受温度影响变化不大的物质，通过减少溶剂，使溶质析出，故 A 错误；

B. 配制一定物质的量浓度溶液，定容时要向容量瓶中加蒸馏水，所以容量瓶中有少量水不影响浓度，故 B 正确；

C. 蒸馏实验中被蒸馏出的物质先受热汽化后冷凝液化，微粒间间距先增大后减小，故 C 正确；

D. 钠元素在火焰上发出的颜色是黄色，可以根据试样在火焰上灼烧的焰色判断检验草木灰中的钠元素，故 D 正确；

故选：A。

**【点评】**本题考查实验方案的设计，侧重考查学生无机实验的掌握情况，试题难度中等。

7. (3 分) $K_2Mg(SO_4)_2$  被称为“植物生长和高产的营养剂”。下列相关说法正确的是( )

A. 热稳定性： $H_2S > H_2O$

B. 离子半径： $r(Mg^{2+}) > r(O^{2-})$

C. 最外层电子数： $N(S) = N(O)$

D. 单质与水反应的剧烈程度： $Mg > K$

**【分析】**A. 根据非金属性越强，简单氢化物的热稳定性越强进行分析；

B. 根据镁离子和氧离子都是 10 电子微粒，核电荷数越大对电子的吸引能力越强进行分析；

C. 根据硫和氧是同主族元素，最外层电子数相等进行分析；

D. 根据金属越活泼，与水反应越剧烈进行分析。

**【解答】**解：A. 非金属性越强，简单氢化物的热稳定性越强，S 和 O 是同主族元素，O 非金属性大于 S，故热稳定性： $H_2O > H_2S$ ，故 A 错误；

B. 镁离子和氧离子都是 10 电子微粒，核电荷数越大对电子的吸引能力越强，微粒半径越小，即离子半径： $r(Mg^{2+}) < r(O^{2-})$ ，故 B 错误；

C. S 和 O 是同主族元素，最外层电子数相等，即；最外层电子数： $N(S) = N(O)$ ，故 C 正确；

D. 金属越活泼，与水反应越剧烈，根据元素周期律：同主族元素，K 比 Na 活泼；同周期元素，Na 比 Mg 活泼，故单质与  $H_2O$  反应的剧烈程度： $K > Mg$ ，故 D 错误；

故选：C。

**【点评】**本题主要考查元素周期律的作用等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

8. (3 分)下列有关钠及其化合物的性质与用途具有对应关系的是( )

A. Na 有强还原性，可用于制造高压钠灯

B.  $Na_2O_2$  有强氧化性，可用作漂白剂

C.  $Na_2CO_3$  能与酸反应，可用于去除物品表面油污

D.  $NaHCO_3$  水溶液呈碱性，可用于制作发酵粉

**【分析】**A. 高压钠灯发出的黄光射程远，透雾力强；

B.  $Na_2O_2$  有强氧化性，可用作漂白剂；

C. 碳酸钠除油污是因为碳酸钠水解显碱性；

D. 碳酸氢钠制作发酵粉与其分解生成二氧化碳有关 B。

**【解答】**解：A. 高压钠灯发出的黄光射程远，透雾力强，对道路平面的照明度比高压水银灯高几倍，与单质的还原性无关，故 A 错误；

B.  $Na_2O_2$  有强氧化性，可用作漂白剂，氧化性漂白，故 B 正确；

C. 油污在碱性条件下水解比较彻底，碳酸钠除油污是因为碳酸钠水解显碱性，与和酸反应无关，故 C 错误；

D. 碳酸氢钠制作发酵粉与其分解生成二氧化碳有关，与碳酸氢钠水溶液呈碱性无关，故 D 错误；  
故选：B。

**【点评】**本题考查元素化合物，侧重考查学生含钠物质性质的掌握情况，试题难度中等。

9. (3 分)根据下列实验操作和现象所得到的结论正确的是( )

| 选项 | 实验操作和现象                                | 实验                              |
|----|--|---------------------------------|
| A  | 向溴水中加入等体积 $CCl_4$ ，振荡后静置，上层接近无色，下层橙红色  | $Br_2$ 在 $CCl_4$ 中的溶解度大于在水中的溶解度 |
| B  | 向新制饱和氯水中加入过量的碳酸钙粉末，振荡，有气泡产生            | $HClO$ 的酸性比 $H_2CO_3$ 强         |
| C  | 向久置于空气中的 $Na_2O_2$ 固体中滴加稀硫酸，有气泡产生      | $Na_2O_2$ 已完全变质为 $Na_2CO_3$     |
| D  | 将盐酸滴入少量磷酸钙 $[Ca_3(PO_4)_2]$ 固体中，固体逐渐溶解 | $Cl$ 的非金属性强于 P                  |

A. A

B. B

C. C

D. D

**【分析】**A.  $CCl_4$  密度较水大，故上层为水，下层为  $CCl_4$ ；

B. 新制饱和氯水中存在如下平衡： $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + Cl^- + HClO$ ；

C. 过氧化钠能与空气中的水、二氧化碳反应最终生成碳酸钠，碳酸钠能与硫酸反应生成二氧化碳气体，同时过氧化钠本身也能与稀硫酸反应生成氧气，因此向久置于空气中的过氧化钠固体中滴加稀硫酸，有气体生成；

D. 元素非金属性的比较可用其最高价氧化物对应水化物的酸性的强弱来比较。

**【解答】**解：A.  $CCl_4$  密度较水大，故上层为水，下层为  $CCl_4$ ，经萃取后水层呈无色，下层呈橙红色说明  $Br_2$  溶于  $CCl_4$  层，即  $Br_2$  在  $CCl_4$  的溶解度大，故 A 正确；

B. 新制饱和氯水中存在如下平衡： $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + Cl^- + HClO$ ，向溶液中加入过量碳酸钙粉末，由于  $HCl$  酸性强于碳酸，故可与碳酸钙反应生成  $CO_2$ ，故 B 错误；

C. 过氧化钠能与空气中的水、二氧化碳反应最终生成碳酸钠，碳酸钠能与硫酸反应生成二氧化碳气体，同时过氧化钠本身也能与稀硫酸反应生成氧气，因此向久置于空气中的过氧化钠固体中滴加稀硫酸，有气体生成，无法证明这些气体全是二氧化碳，也就无法说明过氧化钠已经完全变质为碳酸钠，故 C 错

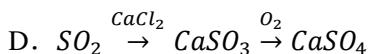
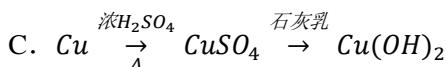
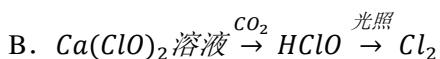
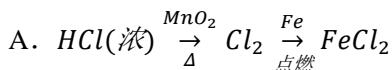
误：

D. 元素非金属性的比较可用其最高价氧化物对应水化物的酸性的强弱来比较，将盐酸滴入少量磷酸钙 $[Ca_3(PO_4)_2]$ 固体中，生成 $CaCl_2$ 和磷酸，故可观察到固体逐渐溶解，根据强酸制取弱酸，说明盐酸酸性强于磷酸，故无法得出 $Cl$ 非金属性比 $P$ 的强，故D错误；

故选：A。

**【点评】**本题考查实验方案的设计，侧重考查学生无机实验的掌握情况，试题难度中等。

10. (3分)在指定条件下，下列选项所示的物质间转化能实现的是( )



**【分析】**A. 根据 $Cl_2$ 和 $Fe$ 反应只生成 $FeCl_3$ ，进行分析；

B. 根据次氯酸见光分解生成盐酸和氧气，进行分析；

C. 根据铜和浓硫酸加热生成硫酸铜，硫酸铜和氢氧化钙反应生成氢氧化铜进行分析；

D. 根据 $SO_2$ 与氯化钙溶液不反应进行分析。

**【解答】**解：A. 氯气具有强氧化性，氯气和 $Fe$ 反应只生成 $FeCl_3$ ，故A错误；

B. 次氯酸见光分解生成盐酸和氧气，故B错误；

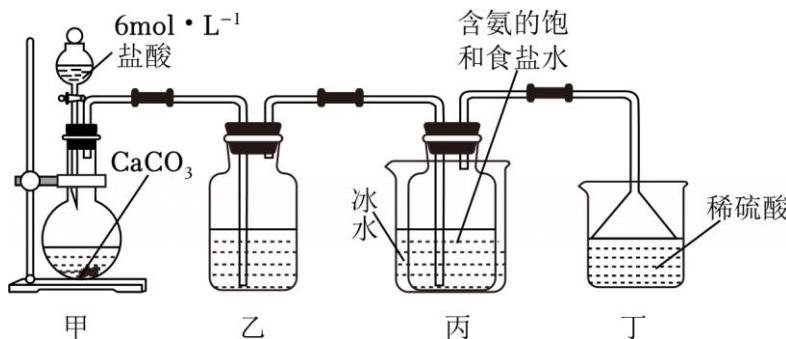
C. 铜和浓硫酸加热生成硫酸铜，硫酸铜和氢氧化钙反应生成氢氧化铜，故C正确；

D. 盐酸的酸性比亚硫酸强，二氧化硫与氯化钙溶液不反应，故D错误；

故选：C。

**【点评】**本题主要考查二氧化硫的性质等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

11. (3分)实验室用图装置模拟侯氏制碱法原理，以 $NaCl$ 、 $NH_3$ 、 $CO_2$ 等为原料制取少量 $NaHCO_3$ 。下列有关说法正确的是( )



- A. 除去 $CO_2$ 中的少量 $HCl$ 可在乙装置中加入饱和 $Na_2CO_3$ 溶液
- B. 用冰水浴冷却丙装置有利于析出 $NaHCO_3$ 固体
- C. 丙装置中析出 $NaHCO_3$ 固体的上层清液中不存在 $HCO_3^-$
- D. 丁装置是为了吸收丙装置中逸出的 $NH_3$ 和 $CO_2$

**【分析】**甲装置中盐酸和碳酸钙反应生成  $\text{CO}_2$ ，乙装置中盛有饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液，作用是除去  $\text{CO}_2$  中混有的  $\text{HCl}$  气体，装置丙中  $\text{CO}_2$  和含氨的饱和食盐水发生反应： $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ，装置丁的作用是吸收丙装置中逸出的  $\text{NH}_3$ ，以此解答。

**【解答】**解：甲装置中盐酸和碳酸钙反应生成  $\text{CO}_2$ ，乙装置中盛有饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液，作用是除去  $\text{CO}_2$  中混有的  $\text{HCl}$  气体，装置丙中  $\text{CO}_2$  和含氨的饱和食盐水发生反应： $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ，装置丁的作用是吸收丙装置中逸出的  $\text{NH}_3$ ；

A.  $\text{CO}_2$  能够和饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液反应，不能用饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液除去  $\text{CO}_2$  中的少量  $\text{HCl}$ ，可以用饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液，故 A 错误；

B. 装置丙中  $\text{CO}_2$  和含氨的饱和食盐水发生反应生成  $\text{NaHCO}_3$ ， $\text{NaHCO}_3$  的溶解度随着温度的下降而减小，则用冰水浴冷却丙装置可以降低  $\text{NaHCO}_3$  的溶解度，有利于析出  $\text{NaHCO}_3$  固体，故 B 正确；

C. 丙装置中析出  $\text{NaHCO}_3$  固体的上层清液为  $\text{NaHCO}_3$  的饱和溶液，其中含有  $\text{HCO}_3^-$ ，故 C 错误；

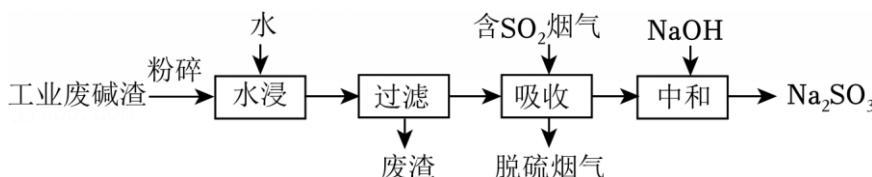
D.  $\text{CO}_2$  不和稀硫酸反应，装置丁的作用是吸收丙装置中逸出的  $\text{NH}_3$ ，不能吸收  $\text{CO}_2$ ，故 D 错误；

故选：B。

**【点评】**本题考查物质的制备，侧重考查学生无机实验的掌握情况，试题难度中等。

阅读下列材料，完成下面小题：

工业废碱渣的主要成分为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  等，水浸后用于烟气脱硫后得到  $\text{NaHSO}_3$ ，再经中和获得  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ； $\text{Na}_2\text{SO}_3$  可用于处理废水中的  $\text{Cl}_2$ 。相关过程如下：



12. 下列相关说法不正确的是( )

- A. “水浸”前先将废碱渣粉碎可加快水浸速率
- B. “吸收”后脱硫烟气中的  $\text{CO}_2$  比“吸收”前烟气中的多
- C. “中和”时反应的化学方程式为  $\text{NaOH} + \text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- D. 向  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液，有白色沉淀产生，说明其中含  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

**【分析】**工业废碱渣经粉碎、水浸、过滤操作后，碳酸钠进入滤液，通入含二氧化硫烟气，生成亚硫酸氢钠和二氧化碳，亚硫酸氢钠经中和反应得到正盐：亚硫酸钠，适量  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  除去弱酸性废水中  $\text{Cl}_2$  反应为： $\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$ 。

- 【解答】**解：A. 工业废碱渣为固态物质，水浸前将其粉碎可以加快水浸速率，故 A 正确；
- B. “吸收”过程，是碳酸钠与二氧化硫反应，生成  $\text{NaHSO}_3$  和二氧化碳，“吸收”后脱硫烟气中的  $\text{CO}_2$  比“吸收”前烟气中的多，故 B 正确；
- C. “中和”时的反应是：吸收过程生成的  $\text{NaHSO}_3$  与  $\text{NaOH}$  反应，方程式为： $\text{NaOH} + \text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，故 C 正确；
- D. 亚硫酸钡是白色沉淀，向  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液，有白色沉淀产生，要说明其中含  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ，需加稀  $\text{HCl}$ ，沉淀不溶解才能证明，不加盐酸不能证明含有  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ，故 D 错误；

故选：D。

**【点评】**本题主要考查制备实验方案的设计等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已

有的知识进行解题。

13. 适量  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  除去弱酸性废水中  $\text{Cl}_2$  反应为:  $\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$  (未配平), 下列有关说法正确的是( )

- A.  $Cl_2$ 发生氧化反应
  - B.  $SO_4^{2-}$ 是还原产物
  - C. 反应后废水的pH减小
  - D. 反应中每产生 $1mol Cl^-$ 转移 $2mol$ 电子

**【分析】**根据亚硫酸钠与氯气反应:  $SO_3^{2-} + Cl_2 + H_2O = SO_4^{2-} + 2Cl^- + 2H^+$ , 氯元素化合价降低, 氯气做氧化剂、发生还原反应,  $SO_3^{2-}$ 发生氧化反应,  $SO_4^{2-}$ 是氧化产物, 进行分析。

【解答】解：A. 亚硫酸钠与氯气反应： $SO_3^{2-} + Cl_2 + H_2O = SO_4^{2-} + 2Cl^- + 2H^+$ ，氯元素化合价降低，氯气做氧化剂、发生还原反应，故A错误；

- B. 硫元素化合价升高,  $SO_3^{2-}$ 发生氧化反应,  $SO_4^{2-}$ 是氧化产物, 故 B 错误;

C. 根据反应  $SO_3^{2-} + Cl_2 + H_2O = SO_4^{2-} + 2Cl^- + 2H^+$ , 弱酸生成强酸, 溶液的 pH 减小, 故 C 正确;

D. 根据反应的方程式  $SO_3^{2-} + Cl_2 + H_2O = SO_4^{2-} + 2Cl^- + 2H^+$ , 反应中每产生  $1mol Cl^-$  转移  $1mol$  电子, 故 D 错误;

故选：C。

**【点评】**本题主要考查氧化还原反应的基本概念及规律等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

三、非选择题：共4题，共61分。

14. A、B、C、D、E、F、G 代表 7 种短周期主族元素。在周期表中的位置如下：

(1)C、F、G三种元素原子中，半径最大的是 S (填元素符号)。

(2)由 A、B 形成的某种化合物分子中含有 10 个电子, 写出其电子式:  $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ 。

(3) F、G 的最高价氧化物的水化物酸性较强的是  $\text{HClO}_4$  (填酸的化学式)。

(4) D、E 分别对应的最高价氧化物的水化物之间反应的离子方程式为  $\text{Al(OH)}_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al(OH)}_4]^-$ 。

(5) 化合物  $EG_3$  熔融状态不导电, 其含有化学键的类型为 共价键。

(6)写出一个能够说明元素C的非金属性比元素F强的化学方程式:  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

**【分析】**由元素周期表中的位置可知, A为H, B为N, C为O, D为Na, E为Al, F为S, G为Cl,据此答题。

【解答】解：(1)根据元素周期律，C、F、G 分别为 O、S、Cl，三种元素原子半径大小为：O < Cl < S，故半径最大的是 S，

故答案为：S；

(2)由 A、B 形成的某种化合物分子中含有 10 个电子，则该化合物为  $\text{NH}_3$ ，其电子式为：  $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ ，

故答案为：  $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ ，

(3)根据元素周期律，F 与 G 同周期，G 的非金属性较 F 更强，故其最高价氧化物对应水化物酸性更强，该空填  $\text{HClO}_4$ ，

故答案为：  $\text{HClO}_4$ ；

(4)D、E 分别对应的最高价氧化物的水化物分别为  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，两者发生的离子反应为：  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ，

故答案为：  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ；

(5)EG<sub>3</sub> 即  $\text{AlCl}_3$ ，化合物  $\text{AlCl}_3$  熔融状态不导电，说明  $\text{AlCl}_3$  不是离子化合物而是共价化合物，故其所含化学键为共价键，

故答案为：共价键；

(6)元素 C 和 F 分别代表 O 和 S，其元素非金属性强弱可通过单质的氧化性来判断：  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，其中  $\text{O}_2$  作氧化剂，S 作氧化产物，单质氧化性  $\text{O}_2$  更强，故其元素对应非金属性更强，故答案为：  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

**【点评】**本题主要考查元素周期律和元素周期表的综合应用等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

## 15. 以食盐水和 $\text{HCl}$ 为原料均可制 $\text{Cl}_2$ 。

### I . 以食盐水为原料制 $\text{Cl}_2$

(1)除去粗盐中含有  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  等杂质离子，常用试剂为：  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液、 $\text{NaOH}$  溶液、 $\text{BaCl}_2$  溶液、盐酸。

①用于除去  $\text{Ca}^{2+}$  的试剂是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液。

②除去  $\text{SO}_4^{2-}$  时，判断  $\text{SO}_4^{2-}$  已沉淀完全的方法是 静置后，取上层清液，向其中继续滴加 2~3 滴  $\text{BaCl}_2$  溶液，若溶液不出现浑浊，则  $\text{SO}_4^{2-}$  已沉淀完全。

③待杂质离子沉淀完全，过滤后向滤液中加入盐酸，发生反应的离子方程式有  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ， $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)电解饱和食盐水可得到  $\text{H}_2$ 、 $\text{Cl}_2$  和  $\text{NaOH}$ 。

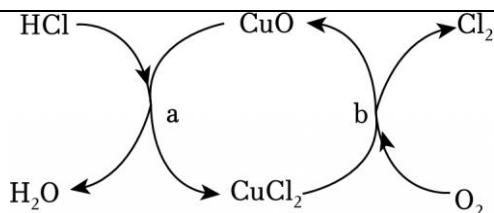
①电解饱和食盐水转移电子的物质的量为 1mol 时，理论上产生  $\text{Cl}_2$  在标准状况下的体积为 11.2L。

②电解时有少量  $\text{O}_2$  产生，则电解产生的  $n(\text{H}_2)$ ： $n(\text{Cl}_2)$  > (填“>”或“<”或“=” )1: 1。

③电解后的溶液中产生少量  $\text{ClO}^-$  的可能原因是  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$  (用化学方程式表示)。

### II . 以 $\text{HCl}$ 为原料制 $\text{Cl}_2$

(3)利用  $\text{CuO}/\text{CuCl}_2$  循环可将  $\text{HCl}$  氧化为  $\text{Cl}_2$ ，转化关系如图所示。



①反应  $b$  在  $340\sim380^{\circ}\text{C}$  条件下进行, 写出该反应的化学方程式:  $2\text{CuCl}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{340\sim380^{\circ}\text{C}} 2\text{CuO} + 2\text{Cl}_2$ 。

②已知:  $\text{SiO}_2$  是酸性氧化物, 难溶于水。 $\text{CuCl}_2$  溶解度如下表:

| 温度/℃  | 20 | 40   | 60   | 80   |
|-------|----|------|------|------|
| 溶解度/g | 73 | 77.3 | 87.6 | 96.6 |

请补充完整回收废催化剂(含  $\text{CuO}$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{SiO}_2$  等)获取  $\text{CuCl}_2$  晶体的实验方案: 取废催化剂于烧杯中, 加入适量盐酸待反应完全后过滤得到滤液, 将滤液蒸发浓缩、冷却结晶, 过滤、洗涤、干燥得  $\text{CuCl}_2$  晶体。

**【分析】**加入过量氢氧化钠溶液是除去镁离子, 加入过量氯化钡溶液是除去硫酸根离子, 加入过量碳酸钠溶液目的是除去钙离子和过量钡离子, 则加入氢氧化钠和氯化钡溶液的顺序可以调换, 但是加入碳酸钠必须在加入氯化钡之后; 待杂质转化为沉淀后, 过滤, 向滤液中加入适量盐酸, 除去过量氢氧根离子和碳酸根离子, 对溶解度随温度变化大的晶体, 可以通过蒸发浓缩、冷却结晶的方式制备得到晶体。

**【解答】**解: (1)①用于除去  $\text{Ca}^{2+}$  的试剂是:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 因  $\text{Ca}^{2+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  反应生成  $\text{CaCO}_3$  沉淀, 故答案为:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液;

②判断  $\text{SO}_4^{2-}$  已沉淀完全的方法是: 静置后, 取上层清液, 向其中继续滴加 2~3 滴  $\text{BaCl}_2$  溶液, 若溶液不出现浑浊, 则  $\text{SO}_4^{2-}$  已沉淀完全,

故答案为: 静置后, 取上层清液, 向其中继续滴加 2~3 滴  $\text{BaCl}_2$  溶液, 若溶液不出现浑浊, 则  $\text{SO}_4^{2-}$  已沉淀完全;

③待杂质离子沉淀完全, 滤液中仍存在过量的碳酸根离子和氢氧根离子, 因此向滤液中加入盐酸, 发生反应的离子方程式有:  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ,  $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ ,

故答案为:  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ,  $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ ;

(2)电解饱和食盐水的反应原理为:  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ ;

①电解饱和食盐水生成 1mol  $\text{Cl}_2$ , 转移电子的物质的量为 2mol 时; 因此电解饱和食盐水转移电子的物质的量为 1mol 时, 理论上产生  $\text{Cl}_2$  在标准状况下的体积为:  $\frac{1}{2} \times 22.4 = 11.2\text{L}$ ,

故答案为: 11.2L;

②电解饱和食盐水产生的氢气和氯气的物质的量比为 1: 1; 而当溶液中的氯离子逐渐减少时, 电解过程会转向电解水, 此时, 水在阳极被氧化生成  $\text{O}_2$ , 在阴极被还原生成氢气  $\text{H}_2$ , 因此电解产生的  $n(\text{H}_2)$ :

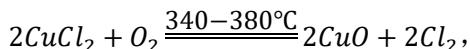
$n(\text{Cl}_2) > 1: 1$ ,

故答案为:  $>$ ;

③电解饱和食盐水, 阳极产物为  $\text{Cl}_2$ , 阴极产物为  $\text{NaOH}$  和  $\text{H}_2$ , 其中  $\text{Cl}_2$  和  $\text{NaOH}$  可发生反应:  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ , 故溶液中产生少量  $\text{ClO}^-$ ,

故答案为:  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ;

(3)①由图示可知反应  $b$  的反应物为  $\text{CuCl}_2$  和  $\text{O}_2$ , 生成物为  $\text{CuO}$  和  $\text{Cl}_2$ , 因此该反应的化学方程式:



故答案为:  $2\text{CuCl}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{340-380^\circ\text{C}} 2\text{CuO} + 2\text{Cl}_2$ ;

②由废催化剂(含  $\text{CuO}$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{SiO}_2$  等)获取  $\text{CuCl}_2$  溶液, 需先加入盐酸, 使  $\text{CuO}$  转化为  $\text{CuCl}_2$ , 而  $\text{SiO}_2$  不溶于盐酸, 因此通过过滤可得到  $\text{CuCl}_2$  溶液; 再由  $\text{CuCl}_2$  溶解度表格可知,  $\text{CuCl}_2$  的溶解度随温度的升高而增大, 因此继续采用蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥, 可从  $\text{CuCl}_2$  溶液中制得  $\text{CuCl}_2$  晶体,

故答案为: 加入适量盐酸待反应完全后过滤得到滤液, 将滤液蒸发浓缩、冷却结晶。

**【点评】**本题主要考查制备实验方案的设计等, 注意完成此题, 可以从题干中抽取有用的信息, 结合已有的知识进行解题。

#### 16. 以海水和海带为原料可制取碘化镁。

##### I. 海带制碘

实验室用海带制备碘单质的流程如图:



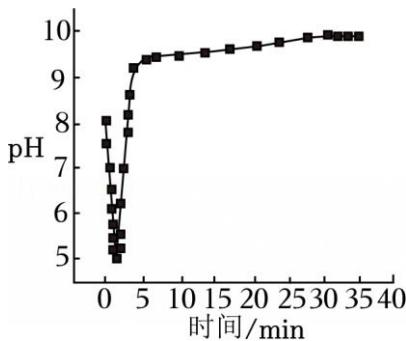
(1)为使海带灰中的碘元素充分转移至水中, 可采取的措施有 搅拌、升温或延长反应时间。

(2)含  $\text{I}^-$  溶液中通入氯气可获得  $\text{I}_2$ 。说明 氧化 性,  $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$ (填“ $>$ ”或“ $=$ ”或“ $<$ ” )。

(3)实验室进行有机溶剂萃取水中碘的实验, 须使用的玻璃仪器有 分液漏斗、烧杯。

##### II. 制碳酸镁

向除去  $\text{Ca}^{2+}$  的浓缩海水中通 2 分钟  $\text{CO}_2$  至酸性, 然后在通  $\text{CO}_2$  的同时加入  $\text{NaOH}$  溶液, 可得到  $\text{MgCO}_3$  沉淀, 过滤洗涤干燥后得到  $\text{MgCO}_3$ 。过程中海水  $\text{pH}$  随时间变化如图所示。



(4)写出生成  $\text{MgCO}_3$  的离子反应方程式:  $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- + \text{Mg}^{2+} = \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(5)先通 2 分钟  $\text{CO}_2$  的目的是防止制得的  $\text{MgCO}_3$  中混有  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  (填化学式)。

(6)待  $\text{Mg}^{2+}$  完全沉淀后, 结束时若先停止加入  $\text{NaOH}$ , 海水中  $\text{MgCO}_3$  的产率会减小的原因是  $\text{CO}_2$  与  $\text{MgCO}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 。

##### III. 制碘化镁

以单质  $\text{I}_2$ 、 $\text{MgCO}_3$  和  $\text{N}_2\text{H}_4$  为原料, 反应可得到  $\text{MgI}_2$  溶液, 同时产生  $\text{CO}_2$  和  $\text{N}_2$ 。

(7)该反应中  $\text{N}_2\text{H}_4$  的作用为 还原剂。

(8)为提高  $\text{I}_2$  和  $\text{N}_2\text{H}_4$  的利用率, 须控制  $n(\text{I}_2)$ :  $n(\text{N}_2\text{H}_4)$  约为 2: 1。

**【分析】**海带灼烧成海带灰，用水浸泡，使  $I^-$  进入溶液中，通入  $Cl_2$  生成  $I_2$ ，加入萃取剂，提纯得到  $I_2$ ；浓缩海水先通 2 分钟  $CO_2$ ，溶液呈酸性，然后通  $CO_2$  同时加  $NaOH$ ，先生成  $NaHCO_3$ ， $HCO_3^-$  和  $Mg^{2+}$  反应生成  $MgCO_3$ 。

**【解答】**解：(1)为使海带灰中的碘元素充分转移至水中，可以通过搅拌增加接触机会，可以提高反应速率，也可以增加表面积或升温增加反应速率，也可以增加反应时间提高碘元素的利用率，故答案为：搅拌、升温或延长反应时间；

(2)根据分析可知，通入氯气生成  $I_2$ ，氯气做氧化剂，氧化性强于  $I_2$ ，

故答案为：氧化； $>$ ；

(3)实验室进行有机溶剂萃取水中碘的实验，须使用的玻璃仪器分液漏斗，烧杯，

故答案为：分液漏斗；

(4)通二氧化碳，加入氢氧化钠溶液，可得到碳酸镁沉淀，反应方程式为  $CO_2 + 2OH^- + Mg^{2+} = MgCO_3 \downarrow + H_2O$ ，

故答案为： $CO_2 + 2OH^- + Mg^{2+} = MgCO_3 \downarrow + H_2O$ ；

(5)先通 2 分钟二氧化碳，溶液呈酸性，目的是防止加氢氧化钠时，与镁离子反应生成氢氧化镁，使制得的  $MgCO_3$  中混有氢氧化镁，

故答案为： $Mg(OH)_2$ ；

(6)待  $Mg^{2+}$  完全沉淀后，结束时若先停止加入氢氧化钠，二氧化碳与碳酸镁和水反应生成碳酸氢镁，导致产率下降，

故答案为： $CO_2$  与  $MgCO_3$  和  $H_2O$  反应生成  $Mg(HCO_3)_2$ ；

(7)反应过程中 N 元素化合价升高被氧化为氮气，所以  $N_2H_4$  做还原剂，

故答案为：还原剂；

(8)反应方程式为  $2I_2 + 2MgCO_3 + N_2H_4 = 2MgI_2 + 2CO_2 \uparrow + N_2 \uparrow + 2H_2O$ ，为了提高利用率， $n(I_2) : n(N_2H_4) = 2 : 1$  产率最高，

故答案为：2：1。

**【点评】**本题主要考查从海带中提取碘等，注意完成此题，可以从题干中抽取有用的信息，结合已有的知识进行解题。

17. S 和  $SO_2$  是自然界中硫循环的重要组成部分。

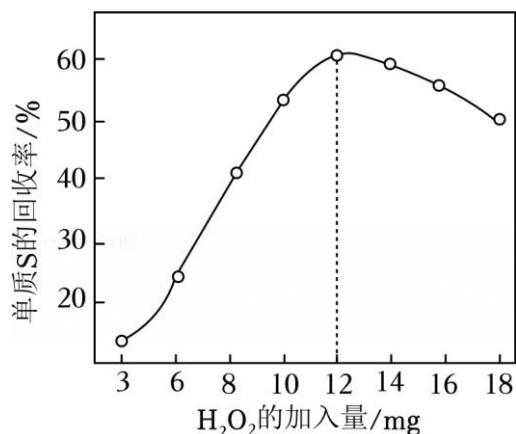
I. S 的产生与去除

(1)水体中的  $SO_4^{2-}$  与  $NH_4^+$  在微生物作用下可转化为  $N_2$  和 S，该反应的离子方程式为  $SO_4^{2-} + 2NH_4^+ \xrightarrow{\text{微生物}} N_2 \uparrow + S \downarrow + 4H_2O$ 。

(2)废水中的硫化物可用  $H_2O_2$  将其氧化为单质 S 进行回收。

①控制废水 pH 约为 8，用适量 30% 的  $H_2O_2$  溶液将废水中的  $HS^-$  转化为单质 S，该反应的离子方程式为  $H_2O_2 + HS^- = S \downarrow + H_2O + OH^-$ 。

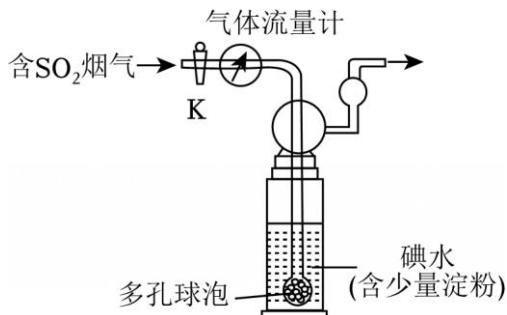
②在 1L 废水中单质 S 回收率随  $H_2O_2$  加入量的变化如图所示。 $H_2O_2$  加入量大于 12mg 时，废水中单质 S 的回收率下降的原因可能是 硫元素被氧化成更高价态的  $SO_3^{2-}$  或  $SO_4^{2-}$ 。



## II. 烟气中 SO<sub>2</sub> 的测定与利用

### (3) SO<sub>2</sub> 含量的测定

如图所示，向装置通入含 SO<sub>2</sub> 烟气，用含淀粉的碘水吸收(发生的反应为  $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ )，当通入 40L 烟气时恰好完全反应，停止通入烟气；将吸收液转移至锥形瓶中，并用水洗涤装置 2~3 次，将洗涤液与吸收液合并；向吸收液中加入过量 BaCl<sub>2</sub> 溶液，完全反应后过滤洗涤干燥，得到 BaSO<sub>4</sub> 沉淀 0.233g。



①判断碘水中 I<sub>2</sub> 恰好完全反应的现象为 蓝色刚好完全褪去。

②计算该烟气中 SO<sub>2</sub> 的含量 1.6 (以 mg•L<sup>-1</sup> 为单位，写出计算过程)。

③若实验过程中未用水洗涤装置，测得 SO<sub>2</sub> 的含量会 偏小 (填“偏大”或“偏小”或“不变”)。

### (4) SO<sub>2</sub> 的脱除

用氨水吸收过量 SO<sub>2</sub> 可得 NH<sub>4</sub>HSO<sub>3</sub> 溶液，再通入空气氧化，得到硫酸盐。在空气氧化时，溶液中有 SO<sub>2</sub> 逸出的原因是 空气中氧气将 NH<sub>4</sub>HSO<sub>3</sub> 氧化为 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，离子方程式为： $2\text{HSO}_3^- + \text{O}_2 = 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ，溶液中 H<sup>+</sup> 浓度增大，酸性增强，未被氧化的  $\text{HSO}_3^-$  和 H<sup>+</sup> 反应  $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，有 SO<sub>2</sub> 逸出 (结合相关离子方程式分析)。

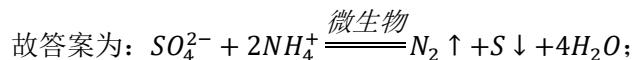
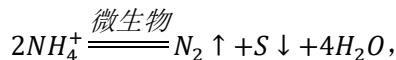
**【分析】** (1)根据水体中的  $\text{SO}_4^{2-}$  与  $\text{NH}_4^+$  在微生物作用下可转化为 N<sub>2</sub> 和 S，进行分析；

(2)根据得失电子守恒和电荷守恒配平该反应的离子方程式，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 具有强氧化性，进行分析；

(3)根据含淀粉的碘水呈蓝色，SO<sub>2</sub> 烟气用含淀粉的碘水吸收，结合完全反应后过滤洗涤干燥，得到 BaSO<sub>4</sub> 沉淀 0.233g，由方程式  $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$  进行分析；

(4)根据用氨水吸收过量 SO<sub>2</sub> 可得 NH<sub>4</sub>HSO<sub>3</sub> 溶液，再通入空气氧化，将 NH<sub>4</sub>HSO<sub>3</sub> 氧化为 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，结合离子方程式为： $2\text{HSO}_3^- + \text{O}_2 = 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ，进行分析。

**【解答】** 解：(1)水体中的  $\text{SO}_4^{2-}$  与  $\text{NH}_4^+$  在微生物作用下可转化为 N<sub>2</sub> 和 S，该反应中 S 元素由 +6 价下降到 0 价，N 元素由 -3 价上升到 0 价，根据得失电子守恒和电荷守恒配平离子方程式为： $\text{SO}_4^{2-} +$



(2)①控制废水 pH 约为 8, 用适量 30% 的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液将废水中的  $\text{HS}^-$  转化为单质 S, 该反应中 O 元素由 -1 价下降到 -2 价, S 元素由 -2 价上升到 0 价, 根据得失电子守恒和电荷守恒配平该反应的离子方程式为:  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HS}^- = \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$ ,

故答案为:  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HS}^- = \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$ ;

② $\text{H}_2\text{O}_2$  具有强氧化性,  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液加入量大于 12mg 时, 所加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液越多, S 生成率越低, 可能是因为硫元素被氧化成更高价态的  $\text{SO}_3^{2-}$  或  $\text{SO}_4^{2-}$ ,

故答案为: 硫元素被氧化成更高价态的  $\text{SO}_3^{2-}$  或  $\text{SO}_4^{2-}$ ;

(3)①含淀粉的碘水呈蓝色,  $\text{SO}_2$  烟气用含淀粉的碘水吸收, 发生的反应为  $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ , 当碘水中  $\text{I}_2$  恰好完全反应时, 蓝色刚好完全褪去,

故答案为: 蓝色刚好完全褪去;

②完全反应后过滤洗涤干燥, 得到  $\text{BaSO}_4$  沉淀 0.233g, 由方程式  $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$  可知,  $n(\text{SO}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{0.233\text{g}}{233\text{g/mol}} = 0.001\text{mol}$ , 该烟气中  $\text{SO}_2$  的含量为:  $\frac{0.001 \times 64 \times 1000}{40} \text{mg} \cdot \text{L}^{-1} = 1.6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,

故答案为: 1.6;

③若实验过程中未用水洗涤装置, 会导致部分  $\text{H}_2\text{SO}_4$  损失, 测得  $\text{SO}_2$  的含量会偏小,

故答案为: 偏小;

(4)用氨水吸收过量  $\text{SO}_2$  可得  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$  溶液, 再通入空气氧化, 将  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$  氧化为  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 离子方程式为:  $2\text{HSO}_3^- + \text{O}_2 = 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ , 溶液中  $\text{H}^+$  浓度增大, 酸性增强, 未被氧化的  $\text{HSO}_3^-$  和  $\text{H}^+$  反应  $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 有  $\text{SO}_2$  逸出,

故答案为: 空气中氧气将  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$  氧化为  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 离子方程式为:  $2\text{HSO}_3^- + \text{O}_2 = 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ , 溶液中  $\text{H}^+$  浓度增大, 酸性增强, 未被氧化的  $\text{HSO}_3^-$  和  $\text{H}^+$  反应  $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 有  $\text{SO}_2$  逸出。

**【点评】**本题主要考查含硫物质的性质及综合应用等, 注意完成此题, 可以从题干中抽取有用的信息, 结合已有的知识进行解题。