

试题研究

## 2014 年高考“非金属及其化合物”

### 试题解析

河南省鲁山县第三高级中学 467300 师殿峰

#### 1. 考查非金属及其化合物的性质

例 1 (江苏化学卷) 下列各组物质中, 不满足组内任意两种物质在一定条件下均能发生反应的是( )。

物质 组别	甲	乙	丙
A	Al	HCl	NaOH
B	NH <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	HNO <sub>3</sub>
C	SiO <sub>2</sub>	NaOH	HF
D	SO <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	NaHCO <sub>3</sub>

解析 Al 与盐酸和 NaOH 溶液均能反应, 盐酸与 NaOH 溶液也能反应; NH<sub>3</sub> 与 O<sub>2</sub> 和 HNO<sub>3</sub> 均能反应(NH<sub>3</sub> 与 O<sub>2</sub> 反应生成 NO 和水), 但 O<sub>2</sub> 与 HNO<sub>3</sub> 不反应; SiO<sub>2</sub> 与 NaOH 溶液和 HF 均能反应, NaOH 溶液与 HF 也能反应; SO<sub>2</sub> 与 Ca(OH)<sub>2</sub> 溶液和 NaHCO<sub>3</sub> 溶液均能反应, Ca(OH)<sub>2</sub> 溶液与 NaHCO<sub>3</sub> 溶液也能反应; 则只有 B 项符合题意。故答案为 B。

例 2 (海南化学卷) 下列关于物质应用的说法错误的是( )。

- A. 玻璃容器可长期盛放各种酸
- B. 纯碱可用于清洗油污
- C. 浓氨水可检验氯气管道漏气
- D. Na<sub>2</sub>S 可除去污水中的 Cu<sup>2+</sup>

解析 玻璃容器可长期盛放不能与玻璃反应的酸, 但由于氢氟酸能腐蚀玻璃, 则不能盛放氢氟酸, A 项错误; 纯碱溶液显碱性(水解使溶液显碱性), 可用于清洗油污(能促进油脂的水解), B 项正确; 浓氨水挥发出的氨气能够与氯气反应先生成氮气和氯化氢(2NH<sub>3</sub> + 3Cl<sub>2</sub> = N<sub>2</sub> + 6HCl), 然后 HCl 与 NH<sub>3</sub> 反应可产生白烟(NH<sub>3</sub> + HCl = NH<sub>4</sub>Cl), 则浓氨水可检验氯气管道漏气, C 项正确; Na<sub>2</sub>S 电离出的 S<sup>2-</sup> 与污水中的 Cu<sup>2+</sup> 反应生成 CuS 沉淀, 则 Na<sub>2</sub>S 可除去污水中的 Cu<sup>2+</sup>, D 项正确。故答案为 A。

#### 2. 考查非金属化合物的性质

例 3 (天津理综卷, 节选) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 是非氧化性干燥剂, 下列气体不能用浓硫酸干燥, 可用 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 干燥的是 \_\_\_\_\_。

- a. NH<sub>3</sub>    b. HI    c. SO<sub>2</sub>    d. CO<sub>2</sub>

解析 浓硫酸是酸性干燥剂, 且具有强氧化性, 不能干燥 NH<sub>3</sub> 和 HI, 能够干燥 SO<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 也是酸性干燥剂, 能够干燥 HI, 不能干燥 NH<sub>3</sub>。故答案为 b。

#### 3. 考查物质的成分与应用

例 4 (海南化学卷) 化学与日常生活密切相关, 下列说法错误的是( )。

- A. 碘酒是指单质碘的乙醇溶液
- B. 84 消毒液的有效成分是 NaClO
- C. 浓硫酸可刻蚀石英制艺术品
- D. 装饰材料释放的甲醛会造成污染

解析 碘酒是指单质碘的酒精溶液, 酒精是乙醇的俗称, A 项正确; 84 消毒液是 Cl<sub>2</sub> 与 NaOH 溶液反应得到的, 其有效成分是 NaClO, B 项正确; 浓硫酸与石英(二氧化硅)不反应, 浓硫酸不能刻蚀石英制艺术品(氢氟酸可刻蚀石英制艺术品), C 项错误; 甲醛是有毒气体(甲醛会造成人体一些不适, 使人的免疫能力下降), 因此装饰材料释放的甲醛会造成污染, D 项正确。故答案为 C。

例 5 (海南化学卷) 下列关于物质应用和组成的说法正确的是( )。

- A. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 可用于干燥 Cl<sub>2</sub> 和 NH<sub>3</sub>
- B. “可燃冰”主要成分是甲烷和水
- C. CCl<sub>4</sub> 可用于鉴别溴水和碘水
- D. Si 和 SiO<sub>2</sub> 都用于制造光导纤维

解析 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 是酸性干燥剂, 可用于干燥 Cl<sub>2</sub>, 但 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 能够与碱性气体 NH<sub>3</sub> 发生反应而不能干燥 NH<sub>3</sub>, A 项错误; “可燃冰”是甲烷的水化物, 其主要成分是甲烷和水, B 项正确; 溴单质和碘单质在有机溶剂 CCl<sub>4</sub> 中的溶解度较大(其溶液的颜色

不同) 而在水中的溶解度较小,且  $\text{CCl}_4$  的密度比水大,分别向溴水和碘水中加入  $\text{CCl}_4$ 、振荡、静置,下层是紫色的碘的  $\text{CCl}_4$  溶液或橙色的溴的  $\text{CCl}_4$  溶液,则  $\text{CCl}_4$  可用于鉴别溴水和碘水,C项正确;Si用于制半导体材料, $\text{SiO}_2$ 用于制造光导纤维,D项错误。故答案为B、C。

4. 考查氯水的性质与成分

例6 (江苏化学卷) 在探究新制饱和氯水成分的实验中,下列根据实验现象得出的结论不正确的是( )。

- A. 氯水的颜色呈浅黄绿色,说明氯水中含有  $\text{Cl}_2$
- B. 向氯水中滴加硝酸酸化的  $\text{AgNO}_3$  溶液,产生白色沉淀,说明氯水中含有  $\text{Cl}^-$
- C. 向氯水中加入  $\text{NaHCO}_3$  粉末,有气泡产生,说明氯水中含有  $\text{H}^+$
- D. 向  $\text{FeCl}_2$  溶液中滴加氯水,溶液颜色变成棕黄色,说明氯水中含有  $\text{HClO}$

解析 氯气是黄绿色气体,氯水的颜色呈浅黄绿色,说明氯水中含有  $\text{Cl}_2$ (氯水的颜色是氯气分子表现出来的),A项正确;向氯水中滴加硝酸酸化的  $\text{AgNO}_3$  溶液,产生白色沉淀,白色沉淀是  $\text{AgCl}$ ,说明氯水中含有  $\text{Cl}^-$ ,B项正确;向氯水中加入  $\text{NaHCO}_3$  粉末,有气泡产生(产生的气体是  $\text{CO}_2$ ),说明氯水中含有  $\text{H}^+$ ,C项正确;向  $\text{FeCl}_2$  溶液中滴加氯水,溶液颜色变成棕黄色,说明有氯化铁生成,由于氯气也能把  $\text{FeCl}_2$  氧化成  $\text{FeCl}_3$ ,则不能说明氯水中含有  $\text{HClO}$ ,D项错误。故答案为D。

5. 考查常见气体的实验室制法

例7 (上海化学卷) 图1是用于干燥、收集并吸收多余气体的装置,下列方案正确的是( )。

选项	X	收集气体	Y
A	碱石灰	氯化氢	水
B	碱石灰	氨气	水
C	氯化钙	二氧化硫	氢氧化钠
D	氯化钙	一氧化氮	氢氧化钠

解析 氯化氢是酸性气体,不能用碱石灰干燥,A项错误;氨气的密度比空气小,用如图收集应该是“短进长出”

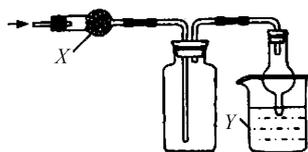


图1

(用向下排空气法收集),B项错误;二氧化硫是酸性气体,能用氯化钙干燥,且二氧化硫的密度比空气大,用向上排空气法收集,尾气用氢氧化钠溶液吸收,C项正确;一氧化氮极易与空气中的氧气反应生成二氧化氮,不能用排空气法收集,D项错误。故答案为C。

6. 考查常见阴离子的推断

例8 (上海化学卷) 某未知溶液可能含  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 。将溶液滴在蓝色石蕊试纸上,试纸变红。取少量试液,滴加硝酸酸化的氯化钡溶液,有白色沉淀生成;在上层清液中滴加硝酸银溶液,产生白色沉淀。下列判断合理的是( )。

- A. 一定有  $\text{Cl}^-$
- B. 一定有  $\text{SO}_4^{2-}$
- C. 一定没有  $\text{Al}^{3+}$
- D. 一定没有  $\text{CO}_3^{2-}$

解析 因将溶液滴在蓝色石蕊试纸上,试纸变红,说明溶液显酸性,则一定没有  $\text{CO}_3^{2-}$ 。取少量试液,滴加硝酸酸化的氯化钡溶液,有白色沉淀生成,则一定有  $\text{SO}_4^{2-}$ ;在其上层清液中滴加硝酸银溶液,产生白色沉淀,则白色沉淀是氯化银,但由于加入了氯化钡溶液而引入了  $\text{Cl}^-$ ,则不能确定原溶液中是否含有  $\text{Cl}^-$ 。根据电中性原理可知, $\text{Na}^+$ 和  $\text{Al}^{3+}$ 至少有一种。故答案为B、D。

7. 以非金属或其化合物的性质为素材,考查化学方程式的书写

例9 (上海化学卷,节选) 硫在自然界中以游离态和多种化合态形成出现。硫的化合物大多具有氧化性或还原性。许多金属硫化物难溶于水。完成下列填空:

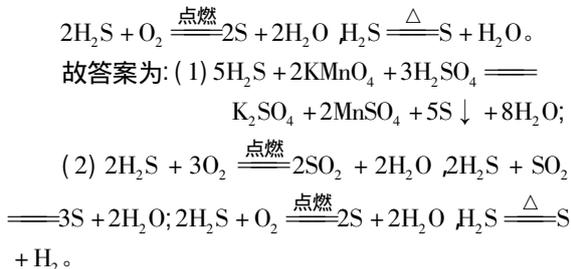
(1) 硫化氢具有还原性,可以和许多氧化剂反应。在酸性条件下, $\text{H}_2\text{S}$ 和  $\text{KMnO}_4$  反应生成  $\text{S}$ 、 $\text{MnSO}_4$ 、 $\text{K}_2\text{SO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,写出该反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

(2) 石油化工的废气中有  $\text{H}_2\text{S}$ 。写出从废气中回收单质硫的两种方法(除空气外,不使用其他原料),以化学方程式表示:\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

解析 (1) 根据题给反应物和生成物(注意  $\text{H}_2\text{SO}_4$  是反应物之一),用化合价升降法可写出其化学方程式为  $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{S} \downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 方法一:  $\text{SO}_2$  与  $\text{H}_2\text{S}$  反应可生成单质硫,

而 H<sub>2</sub>S 完全燃烧可产生 SO<sub>2</sub>, 其化学方程式为  
 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。  
 方法二: H<sub>2</sub>S 不完全燃烧可产生单质硫, H<sub>2</sub>S 受热分解也生成单质硫, 其化学方程式为:



例 10 (北京理综卷, 节选) NH<sub>3</sub> 经一系列反应可以得到 HNO<sub>3</sub>, 如图 2 所示。

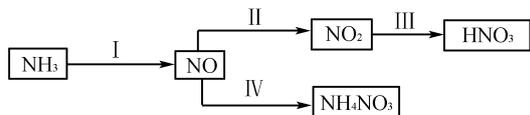
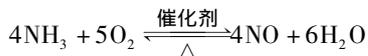


图 2

(1) I 中, NH<sub>3</sub> 和 O<sub>2</sub> 在催化剂作用下反应, 其化学方程式是\_\_\_\_\_。

(2) N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 与 O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O 化合的化学方程式是\_\_\_\_\_。

解析 (1) NH<sub>3</sub> 和 O<sub>2</sub> 在催化剂作用下反应生成 NO 和 H<sub>2</sub>O, 其化学方程式为:



(2) N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 与 O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O 化合生成 HNO<sub>3</sub>, 其化学方程式为  $2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 。

故答案为: (1)  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ; (2)  $2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 。

8. 以非金属及其化合物的离子的性质为素材, 考查离子能否大量共存的判断

例 11 (山东理综卷) 下列有关溶液组成的描述合理的是( )。

- A. 无色溶液中可能大量存在 Al<sup>3+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、S<sup>2-</sup>
- B. 酸性溶液中可能大量存在 Na<sup>+</sup>、ClO<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、I<sup>-</sup>
- C. 弱碱性溶液中可能大量存在 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

D. 中性溶液中可能大量存在 Fe<sup>3+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

解析 A 组的 Al<sup>3+</sup> 与 S<sup>2-</sup> 能够发生双水解反应而不能大量共存; 在酸性溶液中 B 组的 ClO<sup>-</sup> 能将 I<sup>-</sup> 氧化而不能大量共存; 弱碱性溶液中 C 组的四种离子彼此不反应而能够大量共存; 在中性溶液中 D 组的 Fe<sup>3+</sup> 能够发生强烈的水解生成 Fe(OH)<sub>3</sub> 沉淀而不能大量共存。故答案为 C 项。

例 12 (2014 年广东理综卷) 水溶液中能大量共存的一组离子是( )。

- A. Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- B. Fe<sup>2+</sup>、H<sup>+</sup>、SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、ClO<sup>-</sup>
- C. Mg<sup>2+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- D. K<sup>+</sup>、Fe<sup>3+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SCN<sup>-</sup>

解析 A 组中的 Ca<sup>2+</sup> 与 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 能够生成微溶物 CaSO<sub>4</sub> 而不能大量共存; B 组中的 Fe<sup>2+</sup>、SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 在 H<sup>+</sup> 存在下能够被 ClO<sup>-</sup> 氧化(且 H<sup>+</sup> 能够与 ClO<sup>-</sup> 结合生成 HClO, H<sup>+</sup> 能够与 SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 反应)而不能大量共存; C 组离子彼此不反应而能够大量共存; D 组中的 Fe<sup>3+</sup> 与 SCN<sup>-</sup> 能够发生络合反应而不能大量共存。故答案为 C。

9. 以非金属及其化合物的性质为素材, 考查离子方程式正误的判断

例 13 (四川理综卷) 能正确表示下列反应的离子方程式是( )。

- A. Cl<sub>2</sub> 通入 NaOH 溶液:  
 $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- B. NaHCO<sub>3</sub> 溶液中加入稀 HCl:  
 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- C. AlCl<sub>3</sub> 溶液中加入过量稀氨水:  
 $\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 4\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. Cu 溶于稀 HNO<sub>3</sub>:  
 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons$



解析 A 项错在质量不守恒和电荷不守恒, 其正确的离子方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ; B 项错在将难电离的弱酸的酸式酸根离子写成离子形式, 其正确的离子方程式为  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ; C 项错在产物不符合客观事实, 产物有 Al(OH)<sub>3</sub> 沉淀生成(氢氧化

铝不溶于氨水) ,其正确的离子方程式为  $Al^{3+} + 3NH_3 \cdot H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$ ; 而 D 项符合离子方程式的书写原则。故答案为 D。

10. 以非金属及其化合物的性质为素材 ,考查物质的鉴别

例 14 (重庆理综卷) 下列实验可实现鉴别目的是( )。

- A. 用 KOH 溶液鉴别  $SO_3(g)$  和  $SO_2$
- B. 用湿润的碘化钾淀粉试纸鉴别  $Br_2(g)$  和  $NO_2$ 、
- C. 用  $CO_2$  鉴别  $NaAlO_2$  溶液和  $CH_3COONa$  溶液
- D. 用  $BaCl_2$  溶液鉴别  $AgNO_3$  溶液和  $K_2SO_4$

溶液

解析  $SO_3(g)$  和  $SO_2$  均能与 KOH 溶液反应 ,且均没有明显现象产生 ,则用 KOH 溶液不能鉴别  $SO_3(g)$  和  $SO_2$ ;  $Br_2(g)$  和  $NO_2$  均具有氧化性 ,均能使湿润的碘化钾淀粉试纸变蓝 ,则用湿润的碘化钾淀粉试纸不能鉴别  $Br_2(g)$  和  $NO_2$ ;  $CO_2$  与  $NaAlO_2$  溶液反应能够产生白色沉淀 , $CO_2$  与  $CH_3COONa$  溶液不反应(将  $CO_2$  通入  $CH_3COONa$  溶液无明显现象产生) ,用  $CO_2$  能鉴别  $NaAlO_2$  溶液和  $CH_3COONa$  溶液;  $BaCl_2$  溶液与  $AgNO_3$  溶液和  $K_2SO_4$  溶液反应均产生白色沉淀(分别生成  $AgCl$  和  $BaSO_4$ ) ,则用  $BaCl_2$  溶液不能鉴别  $AgNO_3$  溶液和  $K_2SO_4$  溶液。故答案为 C。

11. 以非金属及其化合物的性质为素材 ,考查物质的除杂

例 15 (海南化学卷) 下列除杂操作可行的是( )。

- A. 通过浓硫酸除去 HCl 中的  $H_2O$
- B. 通过灼热的 CuO 除去  $H_2$  中的 CO
- C. 通过灼热的镁粉除去  $N_2$  中的  $O_2$
- D. 通过水除去 CO 中的  $CO_2$

解析 浓硫酸具有吸水性 ,且与 HCl 不反应 ,通过浓硫酸可除去 HCl 中的  $H_2O$  ,A 项正确;  $H_2$  和 CO 都能与灼热的 CuO 反应 ,将其通过灼热的 CuO 把  $H_2$  也除掉了(而转化为  $CO_2$  和水蒸气) ,B 项错误; 灼热的镁粉与  $N_2$  和  $O_2$  都能反应 ,将其通过灼热的镁粉把  $N_2$  也除掉了 ,C 项错误;  $CO_2$  在水中的溶解度很小 ,通过水不能除去 CO 中的  $CO_2$  ,D 项错误。故答案为 A。

12. 以氯气的制取和回收氯化锰的实验为素

材 ,考查实验方案的评价

例 16 (江苏化学卷) 图 3 装置应用于实验室制氯气并回收氯化锰的实验 ,能达到实验目的的是( )。

- A. 用装置甲制取氯气
- B. 用装置乙除去氯气中的少量氯化氢
- C. 用装置丙分离二氧化锰和氯化锰溶液
- D. 用装置丁蒸干氯化锰溶液制  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$

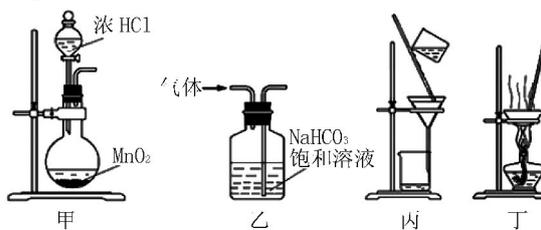


图 3

解析 用浓盐酸与  $MnO_2$  反应制氯气需要加热 ,装置甲没有酒精灯 ,A 项错误; 除去氯气中的少量氯化氢应用饱和 NaCl 溶液作吸收剂 ,且气体通过洗气瓶时应“长进短出” ,B 项错误; 二氧化锰不溶于水 ,氯化锰溶于水 ,可用过滤的方法分离 ,C 项正确; 在加热氯化锰溶液的过程中氯化锰会发生水解 ,最终得不到  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  ,D 项错误。故答案为 C。

13. 考查有关计算

例 17 (全国理综大纲卷) 已知: 将  $Cl_2$  通入适量 KOH 溶液 ,产物中可能有  $KCl$ 、 $KClO$ 、 $KClO_3$  ,且  $\frac{c(Cl^-)}{c(ClO^-)}$  的值与温度高低有关。当  $c(KOH) = a \text{ mol}$  时 ,下列有关说法错误的是( )。

A. 若某温度下 ,反应后  $\frac{c(Cl^-)}{c(ClO^-)} = 11$  ,则溶液

中  $\frac{c(ClO^-)}{c(ClO_3^-)} = \frac{1}{2}$

B. 参加反应的氯气的物质的量等于  $\frac{1}{2}a \text{ mol}$

C. 改变温度 ,反应中转移电子的物质的量  $n_{e^-}$

的范围:  $\frac{1}{2}a \text{ mol} \leq n_{e^-} \leq \frac{5}{6}a \text{ mol}$

D. 改变温度 ,产物中  $KClO_3$  的最大理论产量为  $\frac{1}{7}a \text{ mol}$

解析 因  $\frac{1}{2} \text{Cl}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$ ,  $\frac{1}{2} \text{Cl}_2 - \text{e}^- \rightarrow \text{ClO}^-$ ,  $\frac{1}{2} \text{Cl}_2 - 5\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^-$ , 反应后  $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{ClO}^-)} = 11$  时 根据得失电子守恒原则得  $c(\text{Cl}^-) = c(\text{ClO}^-) + 5c(\text{ClO}_3^-)$ , 解得  $\frac{n(\text{ClO}^-)}{c(\text{ClO}_3^-)} = \frac{1}{2}$ , A 项正确。因  $\text{Cl}_2$  与  $\text{KOH}$  反应生成  $\text{KCl}$ 、 $\text{KClO}$ 、 $\text{KClO}_3$ ,  $n(\text{KOH}) = a \text{ mol}$ , 根据元素守恒原则可知, 参加反应的氯气的物质的量等于  $\frac{1}{2} a \text{ mol}$ , B 项正确。若只生成  $\text{KCl}$  和  $\text{KClO}$ , 由反应  $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} \rightleftharpoons \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$  可知  $a \text{ mol KOH}$  需要消耗  $\frac{1}{2} a \text{ mol Cl}_2$ , 此时转移电子的物质的量为  $\frac{1}{2} a \text{ mol}$ ; 若只生成  $\text{KCl}$  和  $\text{KClO}_3$ , 由反应  $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \rightleftharpoons 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  可知, 此时转移电子的物质的量为  $\frac{5}{6} a \text{ mol}$ , C 项正确。由反应  $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \rightleftharpoons 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  可知, 产物中  $\text{KClO}_3$  的最大理论产量为  $\frac{1}{6} a \text{ mol}$ , D 项错误。故答案为 D。

14. 以碘的回收为素材, 考查实验方案的设计

例 19 (江苏化学卷) 实验室从含碘废水(除  $\text{H}_2\text{O}$  外, 含有  $\text{CCl}_4$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{I}^-$  等) 中回收碘, 其实验过程如图 4 所示:

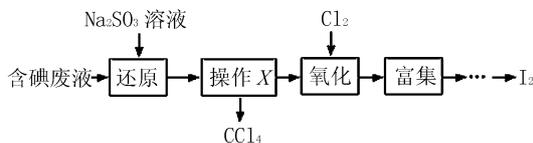


图 4

(1) 向含碘废水中加入稍过量的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液, 将废水中的  $\text{I}_2$  还原为  $\text{I}^-$ , 其离子方程式为 \_\_\_\_\_; 该操作将  $\text{I}_2$  还原为  $\text{I}^-$  的目的是 \_\_\_\_\_。

(2) 操作 X 的名称为 \_\_\_\_\_。

(3) 氧化时, 在三颈瓶中 将含  $\text{I}^-$  的水溶液用盐酸调至 pH 约为 2, 缓慢通入  $\text{Cl}_2$ , 在  $40^\circ\text{C}$  左右反应(实验装置如图 5 所示)。实验控

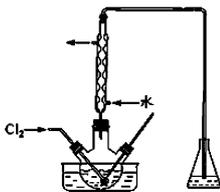


图 5

制在较低温度下进行的原因是 \_\_\_\_\_; 锥形瓶里盛放的溶液为 \_\_\_\_\_。

(4) 已知:  $5\text{SO}_3^{2-} + 2\text{IO}_3^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{I}_2 + 5\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。某含碘废水(pH 约为 8) 中一定存在  $\text{I}_2$ , 可能存在  $\text{I}^-$ 、 $\text{IO}_3^-$  中的一种或两种。

请补充完整检验含碘废水中是否含有  $\text{I}^-$ 、 $\text{IO}_3^-$  的实验方案: 取适量含碘废水用  $\text{CCl}_4$  多次萃取、分液, 直到水层用淀粉溶液检验不出碘单质存在; \_\_\_\_\_。(实验中可供选择的试剂: 稀盐酸、淀粉溶液、 $\text{FeCl}_3$  溶液、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液)

解析 (1)  $\text{I}_2$  将  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  氧化为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 而  $\text{I}_2$  还原为  $\text{I}^-$  (注意  $\text{H}_2\text{O}$  也是反应物, 且有  $\text{H}^+$  生成), 则其离子方程式为  $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$ 。含碘废水(除  $\text{H}_2\text{O}$  外, 含有  $\text{CCl}_4$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{I}^-$  等) 中碘以  $\text{I}^-$ 、 $\text{I}_2$  的形式存在, 而  $\text{I}_2$  能够溶于  $\text{CCl}_4$ , 将  $\text{I}_2$  还原为  $\text{I}^-$  的目的是使溶于  $\text{CCl}_4$  中的碘进入水层。

(2) 由题意可知, 操作 X 为分液操作。

(3) 实验控制在较低温度下进行, 是为了使氯气在溶液中有较大的溶解度(或防止  $\text{I}_2$  升华或防止  $\text{I}_2$  进一步氧化)。锥形瓶中溶液的作用是吸收过量的  $\text{Cl}_2$ , 则锥形瓶里盛放的溶液为  $\text{NaOH}$  溶液。

(4) 检验  $\text{I}^-$ , 可以利用  $\text{I}^-$  的还原性, 先加入淀粉溶液, 再加入盐酸酸化, 最后滴加  $\text{FeCl}_3$  溶液, 若溶液变蓝, 则说明废水中含有  $\text{I}^-$ ; 若溶液不变蓝, 则说明废水中不含有  $\text{I}^-$ 。检验  $\text{IO}_3^-$ , 可以利用  $\text{IO}_3^-$  的氧化性, 先加入淀粉溶液, 再加入盐酸酸化, 最后滴加  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液, 若溶液变蓝, 则说明废水中含有  $\text{IO}_3^-$ ; 若溶液不变蓝, 则说明废水中不含有  $\text{IO}_3^-$ 。

故答案为: (1)  $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$ , 使  $\text{CCl}_4$  中的碘进入水层; (2) 分液; (3) 使氯气在溶液中有较大的溶解度(或防止  $\text{I}_2$  升华或防止  $\text{I}_2$  进一步氧化),  $\text{NaOH}$  溶液; (4) 从水层取少量溶液, 加入 1~2 mL 淀粉溶液, 然后加盐酸酸化, 再滴加  $\text{FeCl}_3$  溶液, 若溶液变蓝, 说明废水中含有  $\text{I}^-$ ; 若溶液不变蓝, 说明废水中不含有  $\text{I}^-$ ; 另从水层取少量溶液, 加入 1~2 mL 淀粉溶液, 然后加入盐酸酸化, 再滴加  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液, 若溶液变蓝, 说明废水中含有  $\text{IO}_3^-$ ; 若溶液不变蓝, 说明废水中不含有  $\text{IO}_3^-$ 。

(收稿日期: 2014-07-15)