

2015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

一、考查非金属化合物的性质

例1 (全国理综课标卷I) 我国清代《本草纲目拾遗》中记叙无机药物335种,其中“强水”条目下写道“性最烈,能蚀五金……其水甚强,五金八石皆能穿滴,惟玻璃可盛。”这里的“强水”是指()。

A. 氨水 B. 硝酸 C. 醋 D. 卤水

解析 根据题给信息可知,“强水”具有强氧化性和酸性,而题给四种物质中只有硝酸符合题意(“性最烈,能蚀五金……其水甚强,五金八石皆能穿滴,惟玻璃可盛。”)。故答案为B。

二、考查非金属单质和化合物的性质

例2 (上海化学卷) 二氧化硫能使溴水褪色,说明二氧化硫具有()。

A. 还原性 B. 氧化性 C. 漂白性 D. 酸性

解析 溴水具有氧化性,二氧化硫能使溴水褪色说明二氧化硫具有还原性(其反应为 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$)。

故答案为A。

三、考查非金属化合物的性质与应用

例3 (全国理综课标卷II) 食品干燥剂应无毒、无味、无腐蚀性及环境友好。下列说法错误的是()。

A. 硅胶可用作食品干燥剂
B. P_2O_5 不可用作食品干燥剂
C. 六水合氯化钙可用作食品干燥剂
D. 加工后具有吸水性的植物纤维可用作食品干燥剂

解析 硅胶无毒、无味、无腐蚀性,具有吸水性,则硅胶可用作食品干燥剂,A项正确; P_2O_5 是酸性氧化物,能够与水反应生成磷酸和偏磷酸,磷酸具有腐蚀性,偏磷酸有毒,则 P_2O_5 不可用作食品干燥剂,B项正确;无水氯化钙具有吸水性,而六水合氯化钙无吸水性,则六水合氯化钙不能用作食品干燥剂,C项错误;植物纤维无毒、无味、无腐蚀性,则加工后具有吸水性的植物纤维可用作食品干燥剂,D项正确。故答案为C。

► 经判断,反应中 H^+ 少量,应该按 H^+ 的量进行计算,则有: $n(\text{Cu}^{2+}) = \frac{3}{8} \times 0.06 = 0.0225 \text{ mol}$,

$$c(\text{Cu}^{2+}) = \frac{0.0225 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.225 \text{ mol/L}.$$

五、极限讨论法

有些关于铜与硝酸的反应中,给出的数据较少,无法从相关方程式中计算出未知量。极限讨论法是指找到反应中的临界状态,对临界状态的讨论中,得出一个关于未知量的取值范围,在此范围内找到正确答案。

例5 将1.92 g的铜全部溶解于硝酸中,反应生成 NO 、 NO_2 和 N_2O_4 的混合气体1.12 mL(标准状况下)。则该混合气体平均相对分子质量可能为()。

A. 66 B. 50 C. 46 D. 30

解析 反应有两个临界状态,一个为最大值,一个为最小值,根据极限情况讨论分析:

(1) 当混合气体为 NO 和 NO_2 时,有 $x(\text{NO}) + y(\text{NO}_2) = 0.05$,此时 \bar{M} 最小,根据电子守恒可得: $3x(\text{NO}) + y(\text{NO}_2) = 0.03 \times 2$,解得: $x = 0.005 \text{ mol}$, $y = 0.045 \text{ mol}$,故

$$\bar{M} = \frac{0.005 \times 30 + 0.045 \times 46}{0.05} = 44.4 \text{ g/mol}$$

(2) 当混合气体为 NO_2 和 N_2O_4 时,有 $x(\text{NO}_2) + y(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.05$,此时最大,根据电子守恒可得: $x(\text{NO}_2) + 2y(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.03 \times 2$,解得: $x = 0.04 \text{ mol}$, $y = 0.01 \text{ mol}$,故

$$\bar{M} = \frac{0.04 \times 46 + 0.01 \times 92}{0.05} = 55.2 \text{ g/mol}$$

由此可得:混合气体的平均分子质量应该在44.4与55.2之间,正确答案为BC。

总之,“铜与硝酸”类型的试题比较灵活,需要学生在解答中,能够对其过程进行深入探究,注意电子守恒、元素守恒等方法的利用,找准方法,快速解题。
(收稿日期:2015-09-15)

四、考查非金属化合物的性质与电解质的概念

例 4 (上海化学卷) 与氢硫酸反应有沉淀生成的电解质是()。

- A. 硫酸铜
- B. 氢氧化钠
- C. 硫酸亚铁
- D. 二氧化硫

解析 硫酸铜与氢硫酸反应有 CuS 沉淀生成,且硫酸铜属于电解质, A 项正确; 尽管氢氧化钠属于电解质, 但氢氧化钠与氢硫酸反应无沉淀生成, B 项错误; 尽管硫酸亚铁属于电解质, 但硫酸亚铁与氢硫酸不反应, C 项错误; 二氧化硫与氢硫酸反应有 S 沉淀生成, 但二氧化硫属于非电解质, D 项错误。故答案为 A。

五、以海水开发利用为素材, 考查非金属单质及其化合物的性质与物质的除杂和提纯

例 5 (全国理综课标卷 II) 海水开发利用的部分过程如图 1 所示。下列说法错误的是()。

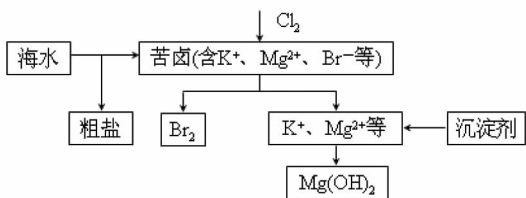


图 1

- A. 向苦卤中通入 Cl₂ 是为了提取溴
- B. 粗盐可采用除杂和重结晶等过程提纯
- C. 工业生产常选用 NaOH 作为沉淀剂
- D. 富集溴一般先用空气和水蒸气吹出单质溴, 再用 SO₂ 将其还原吸收

解析 苦卤中含有 Br⁻, 通入 Cl₂ 可将 Br⁻ 氧化为 Br₂, A 项正确; 粗盐中含有 Ca²⁺、SO₄²⁻ 等杂质离子, 则先除杂得到 NaCl 和 KCl 的混合溶液, 而 NaCl 的溶解度随温度变化不大(KCl 的溶解度随温度变化大), 采用重结晶可以得到纯净的 NaCl, B 项正确; 工业上沉淀海水中的 Mg²⁺, 采用 Ca(OH)₂ 作沉淀剂, 而不用 NaOH 作沉淀剂(因 NaOH 的价格贵), C 项错误; Br₂ 易挥发, 用热空气吹出后, 用 SO₂ 吸收生成 H₂SO₄ 和 HBr, 富集后再用 Cl₂ 处理 HBr 生成 Br₂, D 项正确。故答案为 C。

六、以非金属化合物的性质为素材, 考查实验现象的预测

例 6 (全国理综课标卷 II) 用图 2 所示装置

进行下列实验: 将①中溶液滴入②中, 预测的现象与实际相符的是()。

选项	①中物质	②中物质	预测②中的现象
A.	稀盐酸	碳酸钠与氢氧化钠的混合溶液	立即产生气泡
B.	浓硝酸	用砂纸打磨过的铝条	产生红棕色气体
C.	氯化铝溶液	浓氢氧化钠溶液	产生大量白色沉淀
D.	草酸溶液	高锰酸钾酸性溶液	溶液逐渐褪色

解析 稀盐酸滴入碳酸钠与氢氧化钠的混合溶液中, 首先发生酸碱中和反应, 开始没有气泡产生, A 项错误; 常温下铝在浓硝酸中产生钝化现象, 得不到红棕色气体, B 项错误; 将氯化铝溶液滴入氢氧化钠溶液中, 开始氢氧化钠过量, 不可能产生白色沉淀, C 项错误; 草酸具有还原性, 能被酸性高锰酸钾溶液氧化使其褪色, D 项正确。故答案为 D。



图 2

七、以非金属化合物的性质为素材, 考查离子方程式正误的判断

例 7 (山东理综卷) 下列表示对应化学反应的离子方程式正确的是()。

- A. 向稀 HNO₃ 中滴加 Na₂SO₃ 溶液:
SO₃²⁻ + 2H⁺ = SO₂ ↑ + H₂O
- B. 向 Na₂SiO₃ 溶液中通入过量 SO₂:
SiO₃²⁻ + SO₂ + H₂O = H₂SiO₃ ↓ + SO₃²⁻
- C. 向 Al₂(SO₄)₃ 溶液中加入过量的 NH₃ · H₂O:
Al³⁺ + 4NH₃ · H₂O = [Al(OH)₄]⁻ + 4NH₄⁺
- D. 向 CuSO₄ 溶液中加入 Na₂O₂: 2Na₂O₂ + 2Cu²⁺ + 2H₂O = 4Na⁺ + 2Cu(OH)₂ ↓ + O₂ ↑

解析 A 项错在违背客观事实, 其正确的离子方程式为 3SO₃²⁻ + 2H⁺ + 2NO₃⁻ = 3SO₄²⁻ + 2NO ↑ + H₂O; B 项 SO₂ 过量, 其正确的离子方程式为 SiO₃²⁻ + 2SO₂ + 2H₂O = H₂SiO₃ ↓ + 2HSO₃⁻; C 项错在产物不符合客观事实, 其正确的离子方程式为 Al³⁺ + 3NH₃ · H₂O = Al(OH)₃ ↓ + 3NH₄⁺; 向 CuSO₄ 溶液中加入 Na₂O₂ 反应的实质是首先 Na₂O₂ 与 H₂O 反应生成 NaOH 和 O₂, 其离子方程式为 2Na₂O₂ + 2H₂O = 4Na⁺ + 4OH⁻ + O₂ ↑, 然后 NaOH 与 CuSO₄ 反应生成 Cu(OH)₂ 沉淀和 Na₂SO₄, 其离子方程式为 Cu²⁺ + 2OH⁻ = Cu(OH)₂ ↓, 将这两个离子方程式叠加得总离子

方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Na}^+ + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{O}_2 \uparrow$, D 项正确。故答案为 D。

八、以非金属及其化合物的离子为素材,考查离子能否大量共存的判断

例 8 (广东理综卷) 水溶液中能大量共存的一组离子是()。

- A. NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 Br^- 、 CO_3^{2-} B. Cl^- 、 SO_3^{2-} 、 Fe^{2+} 、 H^+
C. K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 MnO_4^- D. Na^+ 、 H^+ 、 NO_3^- 、 HCO_3^-

解析 A 组的 Ba^{2+} 与 CO_3^{2-} 不能大量共存; B 组的 SO_3^{2-} 与 H^+ 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 组的 H^+ 与 HCO_3^- 不能大量共存。故答案为 C。

例 9 (上海化学卷) 某无色溶液含有下列离子中的若干种: H^+ 、 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 OH^- 、 NO_3^- 。向该溶液中加入铝粉,只放出 H_2 ,则溶液中能大量存在的离子最多有()。

- A. 3 种 B. 4 种 C. 5 种 D. 6 种

解析 因溶液无色 Fe^{3+} 不能大量存在; 因向该溶液中加入铝粉,只放出 H_2 ,则可能是酸性溶液或碱性溶液; 若为酸性溶液, CO_3^{2-} 和 OH^- 不能大量存在,且在 H^+ 存在下, NO_3^- (“ $\text{H}^+ + \text{NO}_3^-$ ”相当于稀硝酸)与铝反应不能产生氢气,则 NO_3^- 也不能大量存在,此时溶液中能大量存在的离子有 H^+ 、 NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 和 Cl^- 5 种; 若是碱性溶液, H^+ 、 NH_4^+ 和 Al^{3+} 均能够与 OH^- 反应而不能大量存在,且 Ba^{2+} 与 CO_3^{2-} 不能同时大量存在(二者只能存在其中之一),此时溶液中能大量存在的离子有 Ba^{2+} (或 CO_3^{2-})、 Cl^- 、 OH^- 和 NO_3^- 4 种; 则溶液中能大量存在的离子最多有 5 种。故答案为 C。

九、以非金属化合物的性质为素材,考查仪器的洗涤、试剂的保存与物质的除杂

例 10 (海南化学卷) 下列叙述正确的是()。

- A. 稀盐酸可除去烧瓶内残留的 MnO_2
B. 可用磨口玻璃瓶保存 NaOH 溶液
C. 稀硝酸可除去试管内壁的银镜
D. 煮沸自来水可除去其中的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

解析 稀盐酸与 MnO_2 不反应,稀盐酸不能除去烧瓶内残留的 MnO_2 , A 项错误; NaOH 能够与玻璃中的 SiO_2 反应生成具有粘性的 Na_2SiO_3 将试

剂瓶口与玻璃塞黏在一起,则不能用磨口(应用带橡胶塞的)玻璃瓶保存 NaOH 溶液, B 项错误; 稀硝酸具有氧化性,能够与银发生反应生成可溶性的硝酸银,则稀硝酸可除去试管内壁的银镜, C 项正确; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 受热易分解 [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$], 则煮沸自来水可除去其中的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, D 项正确。故答案为 C、D。

十、考查非金属化合物或离子的检验

例 11 (天津、福建、浙江理综卷组合) 下列关于物质或离子检验的叙述正确的是()。

- A. 气体通过无水硫酸铜,粉末变蓝,证明原气体中含有水蒸气
B. 将气体通入澄清石灰水,溶液变浑浊,证明原气体是 CO_2
C. 检验溶液中是否含有 NH_4^+ ,取少量试液于试管中,加入 NaOH 溶液并加热,用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体
D. 在未知溶液中滴加 BaCl_2 溶液出现白色沉淀,加稀硝酸,沉淀不溶解,说明该未知溶液中存在 SO_4^{2-} 或 SO_3^{2-}

解析 白色的无水硫酸铜与水蒸气反应可生成蓝色的 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, A 项正确; CO_2 、 SO_2 均能使澄清石灰水变浑浊, B 项错误; 检验溶液中是否含有 NH_4^+ 的方法是取少量试液于试管中,加入 NaOH 溶液并加热,用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体,若红色石蕊试纸变蓝色则原溶液中含有 NH_4^+ ,否则原溶液中不含 NH_4^+ , C 项正确; 若未知溶液中不存在 SO_4^{2-} 或 SO_3^{2-} 而存在 Ag^+ ,则滴加 BaCl_2 溶液也能出现不溶于稀硝酸的白色沉淀, D 项错误。故答案为 A、C。

十一、考查有关非金属单质与非金属化合物反应的计算

例 12 (上海化学卷) 将 O_2 和 NH_3 的混合气体 448 mL 通过加热的三氧化二铬,充分反应后,再通过足量的水,最终收集到 44.8 mL 气体。原混合气体中 O_2 的体积可能是(假设氨全部被氧化; 气体体积均已换算成标准状况) ()。

- A. 231.5 mL B. 268.8 mL
C. 287.5 mL D. 313.6 mL

解析 设原混合气体中 O_2 和 NH_3 的体积分别为 $V(\text{O}_2)$ 和 $V(\text{NH}_3)$, 则 $V(\text{O}_2) + V(\text{NH}_3) =$

448mL……①。由题意可知发生的反应为 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 和 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$, 将这两个反应叠加得总反应为 $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。若剩余气体为 NO , 则生成 HNO_3 的 NH_3 为 $[V(\text{NH}_3) - 44.8 \text{ mL}]$; 因 $\text{NH}_3 - 8e^- \rightarrow \text{HNO}_3$, $\text{NH}_3 - 5e^- \rightarrow \text{NO}$, $\text{O}_2 + 4e^- \rightarrow \text{HNO}_3$; 根据得失电子守恒原则和阿伏加德罗定律得 $[V(\text{NH}_3) - 44.8 \text{ mL}] \times 8 + 44.8 \text{ mL} \times 5 = V(\text{O}_2) \times 4$ ……②; 解方程组①②得 $V(\text{NH}_3) = 160.5 \text{ mL}$, $V(\text{O}_2) = 287.5 \text{ mL}$; 如果氧气过量, 因 $\text{NH}_3 - 8e^- \rightarrow \text{HNO}_3$, $\text{O}_2 + 4e^- \rightarrow \text{HNO}_3$; 根据得失电子守恒原则和阿伏加德罗定律得 $V(\text{NH}_3) \times 8 = [V(\text{O}_2) - 44.8 \text{ mL}] \times 4$ ……③; 解方程组①③得 $V(\text{NH}_3) = 134.4 \text{ mL}$, $V(\text{O}_2) = 313.6 \text{ mL}$ 。故答案为 C、D。

十二、以非金属化合物的性质为素材, 考查化学方程式的书写

例 13 (福建理综卷, 节选) 加热时, 硫元素的最高价氧化物对应水化物的浓溶液与木炭反应的化学方程式为 _____。

解析 加热时, 浓硫酸与 C 反应生成 CO_2 、 SO_2 和 H_2O , 则其化学方程式为 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。故答案为: $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

十三、以非金属化合物的性质为素材, 考查离子方程式的书写

例 14 (江苏化学卷, 节选) KMnO_4 与盐酸反应生成 MnCl_2 和 Cl_2 , 其离子方程式为 _____。

解析 KMnO_4 与盐酸反应生成 MnCl_2 、 Cl_2 、 KCl 和 H_2O , 根据离子方程式的书写原则可得其离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。故答案为: $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

十四、考查 NH_3 的制法

例 15 (广东理综卷, 节选) 用 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 制备 NH_3 , 反应发生、气体收集和尾气处理装置(如图 3) 依次为 _____。

解析 装置连接顺序为“气体发生装置→气体收集装置→尾气处理装置”; 加热固体与固体制气

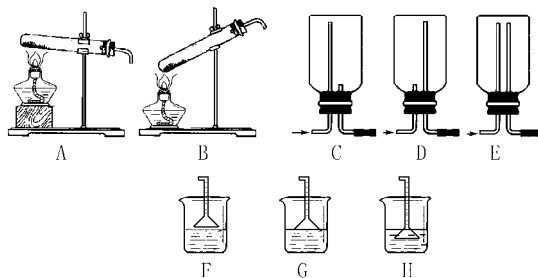


图 3

体, 应选用装置 A; NH_3 的密度比空气小, 应用向下排空气法收集, 选用的装置为 C; NH_3 极易溶于水, 为防止倒吸, 应选装置 G 进行尾气处理。答案为 ACG。

十五、考查有关非金属单质及其化合物的推断

例 16 (海南化学卷) 单质 Z 是一种常见的半导体材料, 可由 X 通过如图 4 所示的路线制备, 其中 X 为 Z 的氧化物, Y 为氢化物, 分子结构与甲烷相似, 回答下列问题:

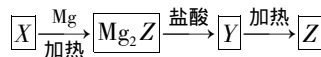


图 4

(1) 能与 X 发生化学反应的酸是 _____; 由 X 制备 Mg_2Z 的化学方程式为 _____。

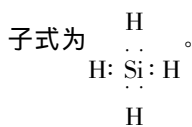
(2) 由 Mg_2Z 生成 Y 的化学反应方程式为 _____, Y 分子的结构式为 _____。

(3) Z、X 中共价键的类型分别是 _____。

解析 单质 Z 是一种常见的半导体材料, 则 Z 是 Si, 从而可知 Z 的氧化物 X 为 SiO_2 , Mg_2Z 为 Mg_2Si ; 因 Mg_2Si 与盐酸反应生成的 Y 为氢化物, 且其分子结构与甲烷相似, 则 Y 为 SiH_4 。因此可知,

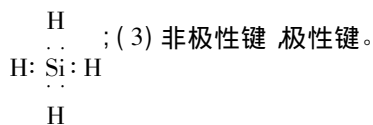
(1) 能与 X (SiO_2) 发生化学反应的酸是氢氟酸; 由 X 制备 Mg_2Z 的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 4\text{Mg} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_2\text{Si} + 2\text{MgO}$ 。

(2) 由 Mg_2Z 生成 Y 的化学反应方程式为 $\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{MgCl}_2 + \text{SiH}_4 \uparrow$; SiH_4 (Y) 的电子式为



(3) 单质 Z (Si) 中的共价键为非极性键, X (SiO_2) 中的共价键为极性键。

故答案为: (1) 氢氟酸 $\text{SiO}_2 + 4\text{Mg} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_2\text{Si}$



十六、以非金属及其化合物的性质为素材,考查探究性实验方案的设计

例 17 (安徽理综卷) 某研究小组将纯净的 SO_2 气体通入 0.1 mol/L 的 $Ba(NO_3)_2$ 溶液中,得到了 $BaSO_4$ 沉淀,为探究上述溶液中何种微粒能氧化通入的 SO_2 ,该小组提出了如下假设:

假设一: 溶液中的 NO_3^-

假设二: 溶液中溶解的 O_2

(1) 验证假设一 该小组设计实验验证了假设一,请在下表空白处填写相关实验现象。

实验步骤	实验现象	结论
实验 1: 在盛有不含 O_2 的 25 mL 0.1 mol/L $BaCl_2$ 溶液的烧杯中,缓慢通入纯净的 SO_2 气体	_____	假设 成立
实验 2: 在盛有不含 O_2 的 25 mL 0.1 mol/L $Ba(NO_3)_2$ 溶液的烧杯中,缓慢通入纯净的 SO_2 气体	_____	

(2) 为深入研究该反应,该小组还测得上述两个实验中溶液的 pH 随通入 SO_2 体积的变化曲线如图 5。

实验 1 中溶液 pH 变小的原因是 _____; V_1 时,实验 2 中溶液 pH 小于实验 1 的原因是(用离子方程式表示) _____。

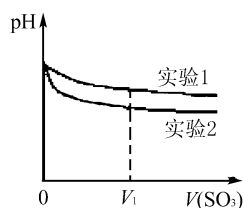


图 5

(3) 验证假设二

请设计实验验证假设二,写出实验步骤、预期现象和结论。

实验步骤、预期现象和结论(不要求写具体操作过程)

(4) 若假设二成立,请预测:在相同条件下,分别用足量的 O_2 和 KNO_3 氧化相同的 H_2SO_3 溶液(溶液体积变化忽略不计),充分反应后两溶液的 pH 前者 _____ (填“大于”或“小于”) 后者,理由是 _____。

解析 (1) 因实验 1 中 SO_2 与 $BaCl_2$ 溶液不反应,则实验 1 无明显现象产生;在实验 2 中,因 SO_2 溶于水后生成 H_2SO_3 , H_2SO_3 能电离出 H^+ 在 H^+ 存在条件下, NO_3^- 具有强氧化性(“ $H^+ + NO_3^-$ ”相当于稀硝酸),能将 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} , SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 反应生成白色的 $BaSO_4$ 沉淀,则实验 2 的现象是产生白色沉淀。(2) 实验 1 中随着 SO_2 的通入, SO_2 与水化合生成 H_2SO_3 且浓度逐渐增大,则溶液的 pH 逐渐变小。实验 2 中 SO_2 会被 NO_3^- 氧化为 SO_4^{2-} ,且同时有大量的 H^+ 生成,则 V_1 时实验 2 中溶液 pH 小于实验 1,其离子方程式为 $3SO_2 + 2NO_3^- + 2H_2O \rightleftharpoons 3SO_4^{2-} + 4H^+ + 2NO$ 。(3) 验证假设二需要做对比实验,其实验步骤、预期现象和结论如下:

实验步骤	实验现象	结论
实验 1: 在盛有不含 O_2 的 25 mL 0.1 mol/L $BaCl_2$ 溶液的烧杯中,缓慢通入纯净的 SO_2 气体	_____	假设 成立
实验 2: 在盛有含 O_2 的 25 mL 0.1 mol/L $BaCl_2$ 溶液的烧杯中,缓慢通入纯净的 SO_2 气体	_____	

(4) 由离子方程式 $O_2 + 2H_2SO_3 \rightleftharpoons 4H^+ + 2SO_4^{2-}$ 和 $2NO_3^- + 3H_2SO_3 \rightleftharpoons 4H^+ + 3SO_4^{2-} + 2NO + H_2O$ 可知,1 mol H_2SO_3 完全被 O_2 氧化可生成 2 mol H^+ ,而 1 mol H_2SO_3 完全被 NO_3^- 氧化可生成 $4/3$ mol H^+ ,则在相同条件下,分别用足量的 O_2 和 KNO_3 氧化相同的 H_2SO_3 溶液,前者生成 H^+ 的物质的量比后者多,即两溶液的 pH 前者小于后者。

故答案为: (1) 无明显现象;有白色沉淀。(2) SO_2 溶于水生成 H_2SO_3 ; $3SO_2 + 2NO_3^- + 2H_2O \rightleftharpoons 3SO_4^{2-} + 4H^+ + 2NO$ (或 $3H_2SO_3 + 2NO_3^- \rightleftharpoons 3SO_4^{2-} + 4H^+ + 2NO + H_2O$)。

(3)

实验步骤、预期现象和结论(不要求写具体操作过程)

实验 1 作为参照实验

实验 2: 将纯净的 SO_2 气体缓慢通入未经脱氧处理的 25 mL 0.1 mol/L $BaCl_2$ 溶液的烧杯中,若有白色沉淀,表明假设二成立,否则不成立。

(4) 小于;反应的离子方程式表明,足量的 O_2 和 NO_3^- 分别氧化相同的 H_2SO_3 ,生成 H^+ 的物质的量前者多于后者。

(收稿日期: 2015 - 09 - 21)