

新课程背景下“多与一”的思维探究例析

黑龙江省海林林业一中

(157100)

厉广新

随着高考改革的不断推进,思维探究模式的不断创新,要求将一题多解,一题多变,多题归一,多题多视角”的理念、思想,渗透到教学中,改变学生的学习方式.本文就“一题多变”的思路例析如下.

一、知识点引路

1. 基础知识: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$, $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$, $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$, $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$, $2\text{I}^- + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Br}^-$.

氧化能力: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, 还原能力: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$

2. 重点归类: (1) 与 Fe^{3+} 不能共存的物质有① I^- 、 S^{2-} 、 Br^- ; ② $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 H^+ ; ③ Fe 、 Cu 、 Zn 等; ④ H_2S 、 SO_2 ; ⑤ H_2SO_3 .

(2) 与 Fe^{2+} 不能共存的物质有① O_2 、 Cl_2 、 Br_2 ; ② H^+ 、 NO_3^- ; ③ H^+ 、 H_2O_2 ; ④ H^+ 、 MnO_4^- ; ⑤浓 H_2SO_4 .

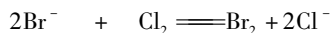
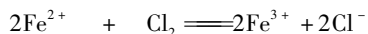
二、题型例析

1. 定量氧化型

用 Br^- 氧化的量的变化,讨论 FeBr_2 对应的物质的量浓度,从而学会使用化学思维方法进行推算.

例1 在 $b \text{ L}$ FeBr_2 溶液中通入 $a \text{ mol}$ Cl_2 时,溶液中只有一半的 Br^- 被氧化成 Br_2 , FeBr_2 的物质的量浓度 $c = \underline{\hspace{1cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (设反应前后体积不变,以下相同)

解析



$$2bcmol \times 50\% \quad \left(a - \frac{bc}{2}\right) \text{ mol} \text{ 得 } c = \frac{a}{b}.$$

变式题一 当溶液中 Br^- 完全被氧化成 Br_2 时 $c(\text{FeBr}_2) = \underline{\hspace{1cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 当溶液中 Fe^{2+} 完全被氧化成 Fe^{3+} , 而 Br^- 未被氧化成是 Br_2 时, $c(\text{FeBr}_2) = \underline{\hspace{1cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

变式题二 当溶液中 Br^- 分别有 $\frac{1}{10}$ 、 $\frac{1}{5}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{2}{3}$ 、 $\frac{4}{5}$ 被氧化成 Br_2 时 $c(\text{FeBr}_2) = \underline{\hspace{1cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

变式题三 当溶液中 Br^- 全部被氧化 Br_2 后再进一步氧化成 HBrO_3 时,若 FeBr_2 的物质的量浓度为 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则共消耗 Cl_2 $\underline{\hspace{1cm}} \text{ mol}$ (用含 b 、 c 的代数式表示)

变式题四 当反应后溶液中 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Br}^-)$ 时 $c(\text{FeBr}_2) = \underline{\hspace{1cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

参考答案: 变式题一: $\frac{2a}{3b} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\frac{2a}{b} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

变式题二: $\frac{5a}{3b} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\frac{10a}{7b} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\frac{6a}{5b} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\frac{6a}{7b} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\frac{10a}{13b} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

变式题三: $a = \frac{13bc}{2}$ 变式题四: $\frac{4a}{3b} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

2. 定比氧化型

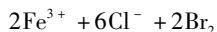
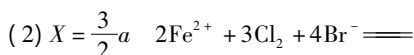
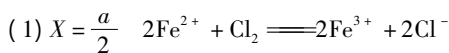
用 FeBr_2 与 Cl_2 反应的计量数之比的变化,讨论 FeBr_2 对应的物质的量浓度,从而学会化学方程式的推算.

例2 含有 $a \text{ mol}$ FeBr_2 的溶液中,通入 $X \text{ mol}$ Cl_2 根据下列各数值写出对应的离子方程式

$$(1) X = \frac{a}{2} \quad (2) X = \frac{3}{2}a$$

解析 根据已知当 Fe^{2+} 完全被氧化成 Fe^{3+} 时, $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, 当 Br^- 完全被氧化成 Br_2 时 $2\text{Fe}^{2+} + 3\text{Cl}_2 + 4\text{Br}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^- + 2\text{Br}_2$, 若 $\frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{FeBr}_2)} = \frac{X}{a}$ 时, 则①即 $\frac{X}{a} = \frac{1}{2}$ 即 $X = \frac{a}{2}$; ② $\frac{X}{a} = \frac{3}{2}$ 即 $X = \frac{3}{2}a$, 可用 $\frac{\text{Fe}^{2+}}{\frac{a}{2}} \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}, \text{Br}_2} \frac{3a}{2} X(\text{Cl}_2)$ 数轴表示如图1所示.

这里 a 为定值, X 为变量, 由此可得



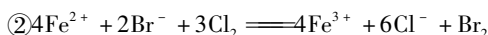
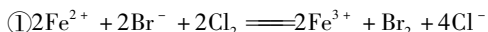
变式题一 ① $X = a$ ② $X = \frac{3}{4}a$ ③ $X = \frac{5}{4}a$ 时

反应的离子方程式

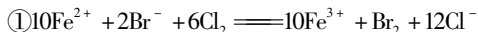
变式题二 ① $X = \frac{3}{5}a$ ② $X = \frac{4}{5}a$ 时反应的离

子方程式

参考答案: 变式题一:



变式题二:



3. 函数分段氧化型

溶液中含有多种还原性离子时, Cl_2 对这些离子进行分段氧化, 用函数图像表示分段变化, 学会借助数学图像分析解决化学问题.

例3 向含有 Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^- 的溶液中通入过量 Cl_2 , 溶液中各种离子的物质的量变化如图2所示.

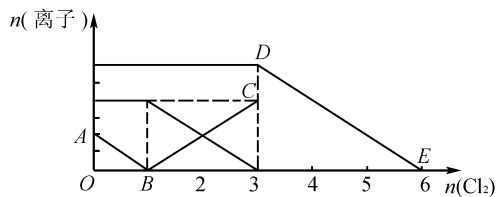


图2

(1) 写出当通过 2 mol Cl_2 时反应的离子方程式;

(2) 原混合溶液中 $n(\text{FeBr}_2) = \underline{\hspace{1cm}}$ mol;

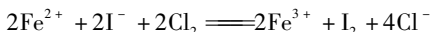
(3) 原混合溶液中 $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{I}^-) : n(\text{Br}^-) = \underline{\hspace{1cm}}$;

(4) 写出 Cl_2 将 Br_2 、 I_2 氧化生成 HBrO_3 、 HIO_3 的化学方程式并解释 $\text{KClO}_3 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{KBrO}_3 + \text{Cl}_2 \uparrow$ 能发生置换反应的原因.

(5) 写出 I^- 、 Fe^{2+} 、 Br^- 完全被 Cl_2 氧化成 I_2 、 Fe^{3+} 、 Br_2 时总反应的离子方程式.

解析 根据还原性 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ 和图像可知
 $\textcircled{1}$ 线段 AB 代表 $n(\text{I}^-)$ 的变化情况, 线段 BC 代表 $n(\text{Fe}^{2+})$ 的变化情况, 线段 DE 代表 $n(\text{Br}^-)$ 的变化情况.
 $\textcircled{2}$ 当 $n(\text{Cl}_2) = 1 \text{ mol}$ 时, $n(\text{I}^-) = 2 \text{ mol}$, $n(\text{Cl}_2) = 3 \text{ mol}$ 时 $n(\text{Fe}^{2+}) = 4 \text{ mol}$

(1) 通入 2 mol Cl_2 时发生

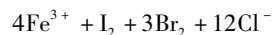


(2) 因 $n(\text{Br}^-) = 6 \text{ mol}$, $n(\text{I}^-) = 2 \text{ mol}$, $n(\text{FeI}_2) = 1 \text{ mol}$ 故 $n(\text{FeBr}_2) = 3 \text{ mol}$

(3) 原混合液中 $n(\text{Fe}^{2+}) = 4 \text{ mol}$, $n(\text{I}^-) = 2 \text{ mol}$, $n(\text{Br}^-) = 6 \text{ mol}$ 则 $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{I}^-) : n(\text{Br}^-) = 4 : 2 : 6 = 2 : 1 : 3$.

(4) 因还原性 $\text{Br}_2 > \text{Cl}_2$ 故可以发生 $2\text{KClO}_3 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{KBrO}_3 + \text{Cl}_2$, $5\text{Cl}_2 + \text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 10\text{HCl} + 2\text{HBrO}_3$, $5\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$.

(5) $4\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 6\text{Br}^- + 6\text{Cl}_2 \rightleftharpoons$



变式题 已知氧化性 $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, 向含有 $a \text{ mol FeI}_2$ 的溶液中加入含 $b \text{ mol Br}_2$ 的溴水 (1) 写出 $\textcircled{1} a = 2$ $b = 2$ $\textcircled{2} a = 1$ $b = 2$ 时的离子方程式;

(2) 当反应后的溶液中存在有 $\textcircled{1} c(\text{Fe}^{3+}) = c(\text{Fe}^{2+})$; $\textcircled{2} c(\text{Fe}^{3+}) > c(\text{Fe}^{2+})$; $\textcircled{3} c(\text{Fe}^{3+}) < c(\text{Fe}^{2+})$ 时讨论 a 、 b 的取值范围;

(3) 写出当溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) = c(\text{Fe}^{3+})$ 时的化学方程式;

(4) $a = 2$ $b = 2$ 时, 有无 Fe^{3+} 存在, 分析原因;

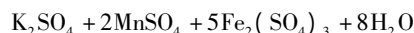
(5) 当溶液中仍有 Br^- 、 Fe^{2+} 存在时, 写出溶液中离子的电荷守恒式.

参考答案:

(1) $\textcircled{1} 2\text{I}^- + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Br}^- + \text{I}_2$; $\textcircled{2} 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{I}^- + 3\text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}_2 + 6\text{Br}^-$; (2) 由 $4\text{FeI}_2 + 5\text{Br}_2 \rightleftharpoons 4\text{I}_2 + 2\text{FeBr}_2 + 2\text{FeBr}_3$, $\text{FeI}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{FeBr}_2 + \text{I}_2$, $2\text{FeI}_2 + 3\text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeBr}_3 + 2\text{I}_2$ 可得 $\textcircled{1} \frac{a}{b} = \frac{4}{5}$, $\textcircled{2} \frac{2}{3} < a/b < \frac{4}{5}$, $\textcircled{3} \frac{4}{5} < a/b < 1$. (3) $4\text{FeI}_2 + 5\text{Br}_2 \rightleftharpoons 4\text{I}_2 + 2\text{FeBr}_2 + 2\text{FeBr}_3$ (4) $a = 2$ $b = 2$ 时, $\text{FeI}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{FeBr}_2 + \text{I}_2$ 故 2 mol Br_2 只能把 4 mol I^- 完全氧化成 I_2 , Fe^{2+} 没有变化, 没有 Fe^{3+} 存在. (5) $2c(\text{Fe}^{2+}) + 3c(\text{Fe}^{3+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{Br}^-) + c(\text{OH}^-)$

实战自测题:

1. 酸性高锰酸钾溶液可以将 FeSO_4 氧化, 化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons$



现将一定量的硫酸酸化的高锰酸钾溶液与硫酸亚铁溶液混合, 充分反应后再向所得溶液中加入 KI 溶液, 混合溶液中铁离子的物质的量, 加入的 KI 的物质的量的变化关系如图3所示, 则下列有关说法中不正确的是().

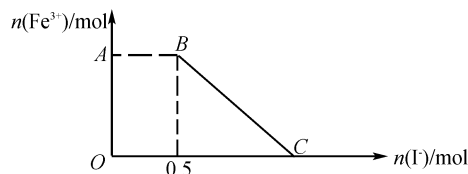


图3

A. 图中 AB 段主要是高锰酸钾和碘化钾溶液反应

B. 图中 BC 段发生的反应为



C. 根据 OC 段的数据可知开始加入的高锰酸钾的物质的量为 0.25 mol.

D. 向 C 点以后的溶液中加入少量 KSCN 溶液,

溶液变红色

2. 向 50 mL 稀 H_2SO_4 与稀 HNO_3 的混合溶液中逐渐加入铁粉, 假设加入铁粉的质量与产生气体的体积(标准状况)之间的关系如图 4 所示, 且每一段只对应一个反应. 下列说法正确的是().

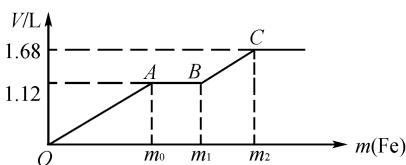


图 4

- A. 开始时产生的气体为 H_2
 B. AB 段发生的反应为置换反应
 C. 所用混合溶液中 $c(\text{HNO}_3) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. 参加反应铁粉的总质量 $m_2 = 5.6 \text{ g}$

3. 实验研究发现, 硝酸发生氧化还原反应时, 硝酸的浓度越稀, 对应还原物中氮元素的化合价越低. 某同学取一定量铁铝合金与 100 mL 很稀的硝酸充分反应, 反应过程中 N 元素被还原为 NH_4^+ 无气体放出. 在反应结束后的溶液中, 逐滴加入 $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠溶液, 所加氢氧化钠溶液的体积(mL) 与产生的沉淀物质的量(mol) 的关系如图 5 所示($C > 0$).

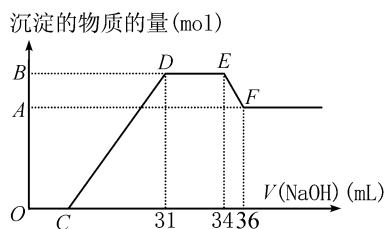


图 5

试回答下列问题:

- (1) 写出反应过程中 DE 段的离子反应方程式: EF 段生成含氧元素离子的名称是 ____.
 (2) 合金中铁的质量为 ____ g.
 (3) C 的值为 ____ mL.
 (4) 硝酸溶液物质的量浓度为 ____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

4. 某稀硫酸和稀硝酸的混合溶液 200 mL, 平均分成两份. 向其中一份中逐渐加入铜粉, 最多能溶解 9.6 g. 向另一份中逐渐加入铁粉, 产生气体的量随铁粉质量增加的变化如图 6 所示(已加硝酸只被还原为 NO 气体).

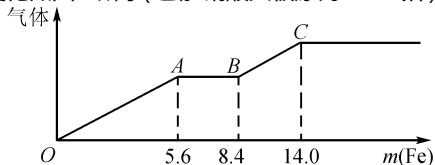


图 6

下列分析或结果错误的是().

- A. 原混合酸中 NO_3^- 物质的量为 0.1 mol
 B. OA 段产生的 NO , AB 段的反应为 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$, BC 段产生氢气
 C. 第二份溶液中最终溶质为 FeSO_4
 D. H_2SO_4 浓度为 $2.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

5. 向一洁净干燥的烧杯中加入 44.4 g Al 粉与 Fe 粉混合物, 然后加入过量的盐酸, 产生标况下气体 26.88 L. 若将该混合物加入 500 mL $14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HNO_3 中(不考虑发生钝化), 产生的气体(标准状况下测定) 如图 7 所示, 假设 HNO_3 的还原物为 NO 与 NO_2 , 那么理论上从哪一时刻开始产生 NO 气体? (假设浓度小于 $9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 为稀 HNO_3)

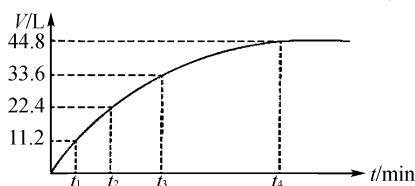


图 7

- A. t_1 B. t_2 C. t_3 D. t_4

6. 经检测溶液中含有大量的 Cl^- 、 Br^- 、 I^- , 若向 1 L 该混合溶液中通入一定量的 Cl_2 , 溶液中 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的物质的量与通入 Cl_2 的体积(标准状况下) 的关系如下表所示, 分析后回答下列问题:

Cl_2 的体积(标准状况)	2.8 L	5.6 L	11.2 L
$n(\text{Cl}^-)$	1.25 mol	1.5 mol	2 mol
$n(\text{Br}^-)$	1.5 mol	1.4 mol	0.9 mol
$n(\text{I}^-)$	amol	0	0

(1) 当通入的 Cl_2 的体积为 2.8 L 时, 溶液中发生反应的离子方程式为: ____; (2) 原溶液中 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的物质的量浓度之比为 ____.

7. 用离子方程式证明离子的还原性强弱 $\text{S}^{2-} > \text{SO}_3^{2-} > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$.

8. 金属铁投入不同浓度硝酸溶液时, 发生的反应复杂, 当反应后产物中 $n(\text{NO}) = (\text{NO}_2)$, $c(\text{Fe}^{2+}) = c(\text{Fe}^{3+})$ 时, 写出反应的离子方程式.

参考答案: 1. D 2. D 3. (1) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 偏铝酸根离子或四羟基合铝酸根, (2) 1.344; (3) 7; (4) 1.48. 4. A 5. C

6. (1) $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ (2) 10:15:4
 7. $2\text{S}^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{I}^- \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$, $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$, $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$.

8. $8\text{Fe} + 30\text{H}^+ + 10\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{2+} + 4\text{Fe}^{3+} + 5\text{NO} \uparrow + 5\text{NO}_2 \uparrow + 15\text{H}_2\text{O}$. (收稿日期: 2014-10-12)