

易错离子方程式归类分析

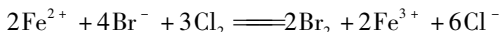
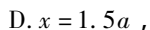
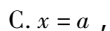
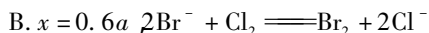
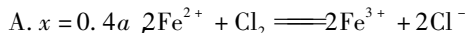
山东省济宁市兖州区第一中学 272100 狄振山

离子方程式的正误判断题是近年来高考的热点。这类题目看起来简单易答,但学生却屡屡出错。究其原因,是命题者设置了一些隐含信息,具有较强的迷惑性,使一些思维片面、敏捷性较差的同学不能走出误区。现以近几年的高考试题为例归类分析如下。

一、氧化还原反应

1. 反应物中有还原性不同的多种离子

例1 (2009年全国卷Ⅱ第13题)含有 a mol FeBr_2 的溶液中,通入 x mol Cl_2 。下列各项为通 Cl_2 过程中,溶液内发生反应的离子方程式,其中不正确的是()。



解析 此题中 Fe^{2+} 和 Br^- 均可被 Cl_2 氧化,且 Fe^{2+} 的还原性强于 Br^- ,故 Cl_2 先氧化 Fe^{2+} 。然

后再氧化 Br^- 。既先发生 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 反应,再发生 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 反应。当 $x = 0.4a$ 时, Cl_2 得电子 $0.8a$ mol,仅氧化 Fe^{2+} ,A 正确;当 $x = 0.6a$ 时, Cl_2 得电子 $1.2a$ mol,不仅 Fe^{2+} 被氧化,还有部分 Br^- 被氧化,B 错;当 $x = a$ 时,被氧化的 Fe^{2+} 与 Br^- 为 1:1,C 正确;当 $x = 1.5a$ 时, Fe^{2+} 与 Br^- 完全被氧化,D 正确。答案为 B。

启示 这类离子方程式的书写,首先要分析还原剂中各种离子的还原性强弱,然后再依据得失电子守恒确定参加反应的离子及其化学计量数。类似的反应如 FeI_2 与 Cl_2 、 Br_2 等。

2. 反应物中有氧化性不同的多种离子

例2 (2007年江苏卷第9题B项): $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中加入过量的 HI 溶液: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

分析 由于 HI 溶液呈酸性,所以 Fe^{3+} 和 NO_3^- 都能将 I^- 氧化,而且 NO_3^- 的氧化性大于 Fe^{3+} 。因此,题中所给离子方程式是错误的,正确的写法应为: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{I}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$

►得猜想一;2. 氢氧化钙过量得猜想二;3. 碳酸钠过量得猜想三;因为碳酸钠与氢氧化钙反应,猜想四显然是不合理的,方程式并不难写;实验一:取滤液,向其中滴入少量碳酸钠溶液,如果有氢氧化钙会产生碳酸钙沉淀,而题给无明显现象,故猜想二不成立;实验二:另取滤液,向其中加入足量稀盐酸,盐酸与氢氧化钠反应无明显现象,与碳酸钠反应产生二氧化碳气体会产生气泡,因稀盐酸优先与氢氧化钠反应故而观察到先无变化后产生气泡的现象,说明滤液中含有氢氧化钠和碳酸钠,即猜想三成立;若向 NH_4Cl 的溶液中加入一定量 CaH_2 ,充分反应,可认为首先氢氧化钙与水先反应产生氢氧化钙与氢气,之后氢氧化钙再与氯化铵反应生成氯化钙、水和氨气,因此气体为氢气、氨气;因为氢气为可燃性气体,体积大难压缩,因此携带不方

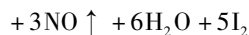
便,而氢氧化钙为固体,与水反应很容易提供氢气,所以其优点很显然是携带安全,使用方便。

本题解题关键是不要为题给陌生信息所吓倒,要保持清醒,考试一定是考学过的知识,或用学过的知识迁移模仿能够解决的,要学会拨开迷雾主动迁移、应用已学知识解决问题。

答案【猜想与假设】 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 【实验验证】二;先无变化后产生气泡【反思与拓展】氢气、氨气;携带安全。

通过以上几例可以初步了解实验探究题通常通过以下两种手段创设情境:1. 通过改进原有实验或设计新的实验方案来创设情境。2. 通过生产生活实际中蕴含的化学知识创设情境。

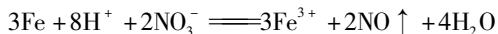
(收稿日期:2015-04-25)



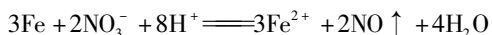
启示 这类离子方程式的书写要细心观察反应物中是否有隐含的具有氧化性的离子,以及各种离子的氧化性强弱。类似的情况如酸性条件下 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 与 H_2S 的反应。

3. 反应物的用量不同氧化产物不同

例3 (2007年全国卷Ⅱ第8题D项):稀硝酸与过量的铁屑反应



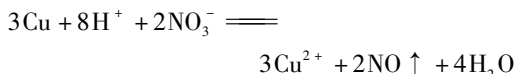
分析 当硝酸过量时,氧化产物为 Fe^{3+} ,当Fe过量时, Fe^{3+} 可与过量的Fe继续反应,氧化产物为 Fe^{2+} 。因此,题中所给离子方程式是错误的,正确的写法应为:



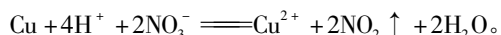
启示 对于氧化产物有多种的离子反应,要特别注意相对量的多少,以及对应的氧化产物。如 S^{2-} 在不同的条件下可能被氧化成 S 、 SO_2 、 SO_4^{2-} 等不同的产物。

4. 反应物的浓度不同还原产物不同

例4 (2009年广东卷第12题C项):铜溶于稀硝酸:



分析 当Cu与浓硝酸反应时,还原产物为 NO_2 ,离子方程式为:



若为稀硝酸,还原产物为NO,因此,题中所给离子方程式是正确的。

启示 若反应物中含有浓度不同其氧化性不同的物质,要特别注意浓、稀等前提条件以及对应的还原产物。类似的情况如浓硫酸与稀硫酸。

5. 反应条件不同产物不同

例5 (2008年海南卷第6题B项)



分析 当 Cl_2 通入强碱溶液时,若不加热产物为 ClO^- 和 Cl^- ,离子方程式为: $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。若加热产物为 ClO_3^- 和 Cl^- ,离子方程式为: $3\text{Cl}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{ClO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ 。原题中的离子方程式产物正确,但化学计量数有误,故仍是错误的。

启示 这类离子方程式的书写要注意反应产物是否与条件有关,以及不同条件下对应的产物。类似的情况如 NH_4Cl 与 NaOH 溶液反应时,在浓溶液且加热条件下写成 $\text{NH}_3\uparrow$,否则写成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

二、非氧化还原反应

1. 反应物的用量不同产物不同

例6 (2011年江苏卷第6题D项):向 NaAlO_2 溶液中通入过量 CO_2 : $2\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{CO}_3^{2-}$

分析 向 NaAlO_2 溶液中通入过量 CO_2 时,其产物是 $\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ 和 HCO_3^- ,正确的离子方程式应为: $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$

启示 当 CO_2 、 SO_2 等气体通入 NaOH 等强碱溶液时,若气体过量生成酸式盐,否则生成正盐。

2. 操作顺序不同产物不同

例7 (2008年上海卷第20题D项)向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中加入少量 NaHSO_3 溶液: $2\text{HSO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_3\downarrow + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

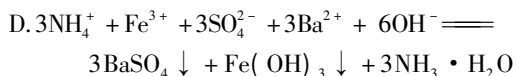
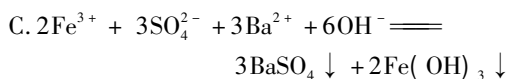
分析 当向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中加入少量 NaHSO_3 溶液时,意味着 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 过量,所以 HSO_3^- 只与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中的部分 OH^- 反应,不会有 SO_3^{2-} 剩余,正确的离子方程式应为: $\text{HSO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

启示 对于这类离子反应,其反应产物与操作顺序有关,上例如果改为向 NaHSO_3 溶液中加入少量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,就意味着 NaHSO_3 过量, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中的 OH^- 就会完全反应, SO_3^{2-} 也会有剩余。正确的离子方程式应为: $2\text{HSO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_3\downarrow + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。类似的反应如 NaOH 与 AlCl_3 、 NaAlO_2 与 HCl 、 Na_2CO_3 与 HCl 等。

3. 反应物中有多个能反应的不同离子

例8 (2011上海第21题)在复盐 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,可能发生的反应的离子方程式是()。

- A. $\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4\downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$
- B. $\text{NH}_4^+ + \text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Ba}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{BaSO}_4\downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

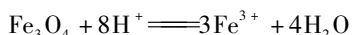


解析 在复盐中 Fe 的化合价是 +3 价,故溶液中含有 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 等离子且物质的量之比为 1:1:2,选项 A 中生成 $Fe(OH)_2 \downarrow$ 不正确;当加入的 $Ba(OH)_2$ 与复盐 $NH_4Fe(SO_4)_2$ 的物质的量之比为 2:1 时,所有离子按照物质组成比例恰好完全反应,故 B 正确;又因为当加入 $Ba(OH)_2$ 时, OH^- 先与 Fe^{3+} 结合,后与 NH_4^+ 结合,因此当 $Ba(OH)_2$ 不足时选项 C 也有可能发生。答案为 BC。

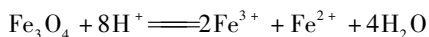
启示 这类离子方程式的书写,要细心观察反应物中有几种能反应的离子,它们的反应顺序如何,物质的量之比为多少,产物是什么。类似的反应如 NH_4HCO_3 与 $NaOH$ 、 $NaHCO_3$ 与 $Ba(OH)_2$ 、 $Ca(HCO_3)_2$ 与 $NaOH$ 等。

4. 含有多种价态的同种金属离子的反应

例 9 (2010 年全国卷 I 第 8 题 B 项):将磁性氧化铁溶于盐酸:



分析 Fe_3O_4 中的 Fe 有两种价态,由于盐酸不能将亚铁离子氧化,故溶液中既有 Fe^{3+} 又有 Fe^{2+} 。因此,题中所给离子方程式是错误的,正确的写法应为:



启示 含有不同价态金属的氧化物溶于非氧化性酸时,金属离子的化合价不变,要分别予以表示。

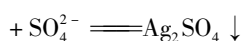
5. 有微溶物质参加的反应

例 10 (2008 年天津卷第 11 题 A 项)石灰乳与 Na_2CO_3 溶液混合: $Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightleftharpoons CaCO_3$

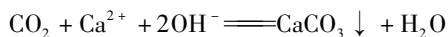
分析 $Ca(OH)_2$ 为微溶性物质,只有在澄清溶液中才能写成离子的形式,而石灰乳不是溶液, $Ca(OH)_2$ 应写成分子的形式。故题中所给离子方程式是错误的,正确的写法应为:



启示 对于微溶物的处理要注意以下三种情况:①在生成物里有固体析出时微溶物用化学式表示。如 Na_2SO_4 溶液中加入 $AgNO_3$ 溶液: $2Ag^+$



②当反应物里有微溶物处于溶液状态(稀溶液)时,应写成离子的形式。如 CO_2 气体通入澄清石灰水中:



③当反应物里有微溶物处于浊液或固态时,应用化学式表示。如上例。

三、既有氧化还原又有复分解的反应

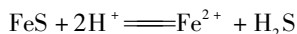
1. 氧化性酸与含变价金属的碱反应

例 11 (2010 年四川卷第 9 题 B 项):向氢氧化亚铁中加入足量的稀硝酸: $Fe(OH)_2 + 2H^+ \rightleftharpoons Fe^{2+} + 2H_2O$

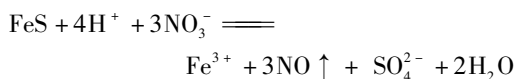
分析 HNO_3 具有较强的氧化性,不仅能将 $Fe(OH)_2$ 溶解而且能将 Fe^{2+} 氧化,故题中所给离子方程式是错误的,正确的写法应为: $3Fe(OH)_2 + 10H^+ + NO_3^- \rightleftharpoons 3Fe^{3+} + NO \uparrow + 8H_2O$

2. 氧化性酸与含变价金属的盐反应

例 12 (2011 年全国新课标卷 12 题 A 项)硫化亚铁溶于稀硝酸中:

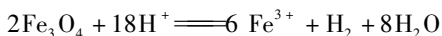


分析 稀硝酸具有较强的氧化性,不仅能将 FeS 溶解而且能将其氧化,因此产物应该是硝酸铁、硫酸(有时生成 S 或 SO_2)和一氧化氮。正确的离子方程式应为:

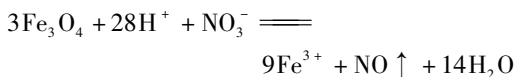


3. 氧化性酸与含变价金属的氧化物反应

例 13 (2010 年全国新课标卷第 13 题 A 项) Fe_3O_4 与稀硝酸反应:



分析 因为反应物中既有低价金属又有氧化性酸,所以此反应既有复分解反应又有氧化还原反应,稀硝酸是氧化剂,其还原产物为 NO ,正确的离子方程式应为:



启示 对于上述三类离子方程式的书写,许多同学往往只顾难溶物的溶解而忽视氧化还原反应的发生。因此,在书写及判断正误时要特别注意难溶物中是否有还原性金属离子,其氧化产物是什么;酸是否有氧化性,其还原产物是什么,►

例谈中学化学中的近似计算方法

湖北省枣阳市第二中学 441200 杨文斌

近似计算包括数值的近似计算(如近似数的截取方法和近似数的运算法则等)、方法的近似处理(如对某一数值的取舍和对运算公式的修正等)。

一、中学阶段常见的近似计算

1. 涉及元素的相对原子质量的相关计算

(1) 常用元素的相对原子质量的近似值参与计算

元素的相对原子质量是指该元素各种天然同位素原子(稳定)的相对原子质量与其在自然界所占的原子个数百分比(丰度)乘积的加和。即标在元素周期表中的相对原子质量。一般是非正整数,为了计算简便,通常取用的是其近似值,如高考试卷告知的数值。

(2) 用元素的近似相对原子质量代替元素的相对原子质量参与计算

元素的近似相对原子质量是按该元素的各种天然同位素原子的质量数与其在自然界所占的原子个数百分比乘积的加和。

用元素的近似相对原子质量代替元素的相对原子质量参与计算,一般误差不大,因为二者大小相差无几。

例 1 某元素一种同位素原子的质子数为 m , 中子数为 n , 则下列说法正确的是()。

- A. 不能由此确定该元素的相对原子质量
- B. 这种元素的相对原子质量为 $(m+n)$
- C. 若碳原子质量为 w g, 此原子的质量为 $(m+n)w$ g
- D. 核内中子的总质量小于质子的总质量

解析 元素的相对原子质量是各同位素原子相对原子质量的平均值,所以 A 正确、B 不正确。

▶ 还要据此分析化学计量数的正误。

综上所述,对于离子方程式的书写及正误判断题要全面细致地分析,切忌顾此失彼。尤其要注意以下几点:①复分解反应及氧化还原反应是否并存;②反应物中是否有氧化性或还原性不同的多种离子,它们的反应顺序如何;③反应物中是

由相对原子质量的概念及标准,若 C 项告知的碳原子就是碳-12 原子,设此元素的这种同位素原子的质量为 x , 并且我们用该同位素原子的质量数代替其相对原子质量时,有:

$$\frac{x}{\frac{1}{12} \times w \text{ g}} = m + n \Rightarrow x = \frac{(m+n)w}{12} \text{ g}, \text{显然, C 不}$$

正确。一个中子的质量比一个质子的质量略大,但是这里 m 和 n 的相对大小未知(即核内质子数和中子数各是多少无法确定),故 D 不正确。

综上,选 A。

2. 最简式法求有机物的分子式

最简式法求有机物的分子式的要点:求出分子中各元素原子的最简比即得最简式,再结合有机物的相对分子质量进一步确定分子式。

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = a : b : c$$

最简式为 $\text{C}_a\text{H}_b\text{O}_c$, 分子式可表示为 $(\text{C}_a\text{H}_b\text{O}_c)_n$, 其中: $n = \frac{\text{相对分子质量}}{\text{最简式的式量}}$

例 2 含碳质量分数分别为 83% 和 83.3% 的两种烃,其最简式分别是_____、_____。

解析 83% 的烃:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 83/12 : 17/1 = 6.9 : 17 \\ = 1 : 2.46 (\text{定} 1) = 2 : 4.92 \approx 2 : 5 (\text{化整})$$

即最简式为 C_2H_5 。

同理可得另一烃的最简式为 C_5H_{12} 。

原子个数比化为最简整数比的技巧及步骤:

定 1——用最小的数去除各数,使各数接近整数;

化整——选 2~9 中的某个数去乘各数,使各

否有隐含的特定条件下具有氧化性的离子(如 NO_3^- 在酸性条件下具有氧化性);④反应产物是否与物质的用量、浓度及状态有关;⑤反应产物是否与操作顺序有关;⑥反应产物是否与反应条件(如电解、点燃、高温等)有关。

(收稿日期:2015-01-15)