

氧化还原反应易错问题归类分析

■江苏 张昌恒

一、忽视特殊问题

例1 下列叙述中正确的是()。

- A. 一种元素被氧化,一定有另一种元素被还原
 B. 某元素由化合态转化为游离态,该元素一定被氧化
 C. 在氧化还原反应中,非金属单质不一定是氧化剂
 D. 阳离子只能得到电子被还原,在反应中作氧化剂

解析:本题易错选A项、B项或D项,错误原因是考虑问题欠全面,忽视一些特殊问题。A项可能为一种元素间的氧化还原反应,如 Cl_2 与 H_2O 反应;B项某元素由化合态转化为游离态,该元素可能被氧化(如 $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$),也可能被还原(如 $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$);C项正确,如C、 H_2 在很多反应中都作还原剂;D项阳离子在反应中也可能作还原剂(如 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$)。所以答案为C。

二、遗漏氧化剂或还原剂

例2 在 $15\text{CuSO}_4 + 11\text{P} + 24\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{Cu}_3\text{P} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 15\text{H}_2\text{SO}_4$ 反应中,被1 mol CuSO_4 氧化的磷的物质的量为()。

- A. 0.2 mol B. 0.4 mol
 C. 0.6 mol D. 0.8 mol

解析:本题易错选C项,错误原因是遗漏氧化剂导致错误。从方程式可知15 mol CuSO_4 反应时有6 mol H_3PO_4 生成,就错误地认为1 mol CuSO_4 氧化的磷的物质的量为0.4 mol,而忽视了有一部分P在反应中也是氧化剂。当有6 mol H_3PO_4 生成时,氧化剂包括15 mol CuSO_4 和5 mol P(生成 Cu_3P 的P),它们各得15 mol电子,即15 mol CuSO_4 只是将其中的3 mol P氧化,因此1 mol CuSO_4 氧化的磷的物质的量为0.2 mol。答案为A。

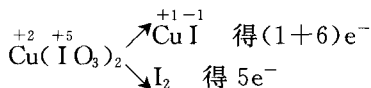
点评:应用守恒法解答此类习题较为简捷。根据题中化合价变化可知:1 mol CuSO_4 得1 mol电子,而1 mol P作还原剂时失5 mol电子,所以当P失1 mol电子时,只需要0.2 mol P。

三、对规律的应用不准确

例3 已知氧化还原反应: $2\text{Cu}(\text{IO}_3)_2 + 24\text{KI} + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{CuI} \downarrow + 13\text{I}_2 + 12\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ 。其中1 mol氧化剂在反应中得到的电子为()。

- A. 10 mol B. 11 mol
 C. 12 mol D. 13 mol

解析:本题根据方程式,易认为



知1 mol氧化剂 $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 在反应中得到的电子为12 mol电子,而误选C。

错因在于忽视了对“价态归中,只靠拢,不交叉”这一规律的应用。

此氧化还原反应只发生在Cu、I元素间,但I元素有多种变价,根据“价态归中,只靠拢,不交叉”规律可知, $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 中的I由+5 \rightarrow 0, KI中的I由-1 \rightarrow 0,生成物CuI中的I来源于KI。即24 mol KI中只有22 mol I由-1 \rightarrow 0,共失去22 mol电子,根据得失电子守恒,2 mol氧化剂 $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 在反应中得到的电子为22 mol电子。所以答案为B。

点评:同种元素不同价态微粒间发生氧化还原,“价态归中,只靠拢,不交叉”,即化和价低的升高,化合价高的降低,但升高后的化合价不应高于降低后的化合价。

四、忽视反应的先后顺序

例4 向100 mL某 FeBr_2 溶液中通入2 688 mL Cl_2 (标准状况)时,溶液中有70%的 Br^- 被氧化,则原 FeBr_2 溶液的物质的量浓度为____,反应的离子方程式为____。

解析:本题容易认为反应的离子方程式为 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$,通入2 688 mL Cl_2 (标准状况),即0.12 mol Cl_2 ,溶液中有70%的 Br^- 被氧化,则 Br^- 的物质的量为 $\frac{2.4}{7}$ mol,原 FeBr_2 溶液的物质的量浓度为 $\frac{24}{7}$ mol \cdot L $^{-1}$ 。



错因在于忽视了氧化还原反应的先后顺序. 由于还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, 所以 Fe^{2+} 先与 Cl_2 反应. 设原溶液含 $a \text{ mol FeBr}_2$, 则含有 $a \text{ mol Fe}^{2+}$ 和 $2a \text{ mol Br}^-$, 根据得失电子守恒, $a + 2a \times 0.7 = 0.12 \times 2$, 解得 $a = 0.1$, 所以原 FeBr_2 溶液的物质的量浓度为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. 有 0.1 mol Fe^{2+} 和 0.14 mol Br^- 被 0.12 mol Cl_2 氧化, 反应的离子方程式为 $10\text{Fe}^{2+} + 14\text{Br}^- + 12\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 7\text{Br}_2 + 10\text{Fe}^{3+} + 24\text{Cl}^-$.

五、忽视反应的特点

例 5 将一定量的 NO_2 与 11.2 L O_2 (标准状况) 混合后用水吸收, 全部转化成浓硝酸, 然后与过量的碳反应, 所产生的 CO_2 的量为().

- A. 小于 0.5 mol B. 等于 0.5 mol
C. 大于 0.5 mol D. 无法确定

解析: 从整体上分析, 可认为 O_2 所得电子是由碳提供, 根据得失电子守恒, 生成的 CO_2 应为 0.5 mol , 从而错选 B.

错误原因在于忽视了反应过程中, 硝酸浓度逐渐减小, 而稀硝酸不与碳反应, 因此产生的 CO_2 的量小于 0.5 mol . 答案为 A.

说明盐酸、硫酸和硝酸是中学化学中的三大强酸, 反应过程中酸的浓度发生变化, 从而引起氧化性、还原性强弱的变化, 引出一系列不同情况, 主要有两类情形: (1) 反应停止, 如浓盐酸与 MnO_2 的反应, 浓硫酸与 Cu 的反应; (2) 产物成分发生变化, 如浓硝酸与 Cu 的反应, 浓硫酸与 Zn 的反应 (还原产物分别为 SO_2 、 H_2).

六、忽视溶液酸碱性对氧化性、还原性的影响

例 6 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是().

- A. 饱和氯水中: Cl^- 、 NO_3^- 、 Na^+ 、 SO_3^{2-}
B. 某碱性溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-}
C. 某无色溶液中: SO_4^{2-} 、 K^+ 、 Cl^- 、 Cu^{2+}
D. $\text{pH}=1$ 的溶液中: NO_3^- 、 I^- 、 Na^+ 、 Al^{3+}

解析: 本题考生易错选 C 或 D. 错选 C 的原因: 一是错误地认为在碱性环境下 SO_3^{2-} 与 S^{2-} 发生氧化还原反应, 二是忽视了 Cu^{2+} 有颜色. 错选 D 是忽视了在酸性条件下 NO_3^- 具有强氧化性, 能将 I^- 氧化.

A 中 Cl_2 将 SO_3^{2-} 氧化, C 中 Cu^{2+} 有颜色, D 中酸性条件下 NO_3^- 将 I^- 氧化. 答案为 B.

点评: 一些微粒的氧化性、还原性与溶液酸碱性有密切关系, 如在中性或碱性环境下, NO_3^- 与 I^- 可大量共存, SO_3^{2-} 与 S^{2-} 可大量共存, MnO_4^- 与 Cl^- 可大量共存, 而在酸性环境下, 上述各组离子都因发生

氧化还原反应而不能大量共存.

七、对常见氧化剂、还原剂及对应产物理解不透

例 7 某同学取 FeSO_4 的溶液, 酸化后加入 KI -淀粉溶液, 变为蓝色, 写出与上述变化过程相关的离子方程式: _____, _____.

解析: 有些同学将相关的离子方程式写为 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{I}_2$, $4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

错因在于对常见氧化剂、还原剂及对应产物理解不透, 误认为 FeSO_4 能将 I^- 氧化为 I_2 . 而真实的原因是 FeSO_4 被空气中的氧气氧化为 Fe^{3+} , Fe^{3+} 将 I^- 氧化为 I_2 . 相关的离子方程式写为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$.

点评: 在高考中, 常考查应用所学的氧化还原反应的理论来解决题中所给的新信息、新情境下的问题. 这就要求考生对常见氧化剂、还原剂及对应产物要理解透彻, 才能在解决问题时准确应用. 如只有清楚 MnO_4^- 在酸性环境下被还原为 Mn^{2+} , 才能准确写出 SO_2 通入酸性的离子方程式: $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+$. 同时还要注意题给环境, 用好溶液中的水, 如用 Cl_2 将 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 氧化为 K_2FeO_4 的方程式为 $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 10\text{KOH} \rightleftharpoons 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 6\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$.

跟踪练习

1. 在下列给定条件的溶液中, 一定能大量共存的离子组是().

- A. 无色溶液: Ca^{2+} 、 H^+ 、 Cl^- 、 HSO_3^-
B. 能使 pH 试纸呈红色的溶液: Na^+ 、 NH_4^+ 、 I^- 、 NO_3^-
C. FeCl_2 溶液: K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 AlO_2^-
D. $\frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液: Na^+ 、 K^+ 、 SiO_3^{2-} 、 NO_3^-

2. 含有 $a \text{ mol FeBr}_2$ 的溶液中, 通入 $x \text{ mol Cl}_2$. 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().

- A. $x=0.4a$, $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
B. $x=0.6a$, $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
C. $x=a$, $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^-$
D. $x=1.5a$, $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^-$

答案: 1. D 2. B

(责任编辑 谢启刚)