

吃透氧化还原反应

江苏省海门中学 226100 王红

氧化还原反应是高中化学学习的重难点,其考查点较多,在历年高考中备受命题人的青睐。命题多以选择题的形式出现。正确理解氧化还原间的概念,学会熟练的通过电子守恒关系式解题,判断氧化还原性的强弱变化规律变得尤为重要。本文主要从四个方面对氧化还原反应的题型进行系统的讲解。

一、氧化还原反应的基本概念

氧化还原反应的实质是发生电子的转移。学习氧化还原反应的基本要求是学会正确判断化学反应中的氧化剂及氧化产物、还原剂及还原产物,而弄清氧化还原反应概念间的关系是解答这类题目的关键。

例1 已知氧化还原反应 $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 有 0.1 mol KMnO_4 参加反应, 则下面叙述正确的是()。

- A. 还原产物有 Cl_2
- B. 有 0.5 mol 电子发生转移
- C. 有 0.5 mol Cl_2 生成
- D. 有 16 mol HCl 参加反应

分析 解答这类题目时,需要先把题目中的方程式配平完整,然后分析元素的价态变化,通过化合价升高被氧化,化合价降低被还原,来确定氧化还原反应的氧化剂与还原剂、氧化产物与还原产物,并通过电子守恒来计算答题。

解 把氧化还原方程式配平: $2\text{KMnO}_4 +$

► D. 在镍的催化作用下, X 与足量 H_2 发生加成反应生成醇的分子式为 $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}$

解析 因 X 分子中含有醛基和碳碳双键, 则 X 能使酸性 KMnO_4 溶液或溴水褪色; 因 X 属于醛, 则在一定条件下 X 能被空气中的氧气氧化(发生催化氧化反应)生成一元羧酸; 因 X 分子中含有醛基, 则 X 能被银氨溶液或新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 氧化; 因 X 分子中含有 1 个醛基和 1 个碳碳双键, 则在镍的催化作用下 X 与足量 H_2 发生加成反应生成含 18 个碳原子的饱和一元醇, 其分子式为 $\text{C}_{18}\text{H}_{38}\text{O}$ 。故答案为 D。

4. 考查有关醛的计算

例4 将一定量的某饱和一元醛分为二等



可知 Cl_2 为氧化产物, 故 A 错误; Mn 由 +7 价被还原为 +2 价, 若 0.1 mol KMnO_4 参加此反应, 对应消耗 1.6 mol HCl, 这个过程会转移 0.5 mol 的电子, 生成 0.25 mol Cl_2 , 故 B 正确, C、D 错误。

评注 本题考查氧化还原反应概念间的关系, 即价态升高是还原剂, 具有还原性, 被氧化得到氧化产物; 价态降低是氧化剂, 具有氧化性, 被还原得到还原产物。要求学生做题积极思考, 认真审题。

二、氧化还原反应的计算

氧化还原反应的计算问题在高考中的主要考查形式有: 反应中氧化剂与还原剂之间的物质的量之比, 某一元素的价态在反应前后的变化的情况等。解答这类题目的关键是列出守恒关系式, 依据电子守恒求解。

例2 ClO_2 是一种工业常用消毒剂, 其是由 H_2SO_4 将 NaClO_3 和 Na_2SO_3 的混合溶液酸化制备得到。在以上制备反应中, 试求 NaClO_3 与 Na_2SO_3 的物质的量比为()。

- A. 1:1
- B. 2:1
- C. 1:2
- D. 2:3

分析 此题考查了氧化还原反应的计算, 解题关键是分析出反应中的氧化剂与还原剂, 元素的价态变化, 并列电子守恒、电荷守恒的关系式。

解 本题中 NaClO_3 为氧化剂, Na_2SO_3 为还原剂, 一份充分燃烧生成标准状况下的 CO_2 4.48 L, 另一份与足量的银氨溶液反应生成 21.6 g 银, 则该醛为()。

- A. 乙醛
- B. 丙醛
- C. 丁醛
- D. 戊醛

解析 因 $n(\text{Ag}) = 21.6 \text{ g} \div 108 \text{ g/mol} = 0.2 \text{ mol}$, 而 1 mol 一元醛(甲醛除外)与足量的银氨溶液反应可生成 2 mol Ag, 则醛的物质的量为 $0.2 \text{ mol} \div 2 = 0.1 \text{ mol}$; 又因 0.1 mol 该醛充分燃烧生成 CO_2 的物质的量为 $n(\text{CO}_2) = 4.48 \text{ L} \div 22.4 \text{ L/mol} = 0.2 \text{ mol}$, 即 1 mol 该醛充分燃烧生成 CO_2 的物质的量为 2 mol, 则该饱和一元醛为乙醛。故答案为 A。

(收稿日期: 2017-03-15)

剂 根据电子得失守恒计算可得关系式:

$$n(\text{NaClO}_3) \times (5 - 4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_3) \times (6 - 4)$$

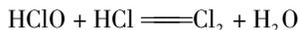
则有 $n(\text{NaClO}_3) : n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 2 : 1$ 所以答案选 B。

评注 氧化还原反应的计算问题是高中化学学习的重难点,同时也是高考考查的重点,学生在解答此类问题时,一定要注意认真审题,只有找出反应中的氧化剂与还原剂,才能准确的列出电子守恒关系式,正确求解。

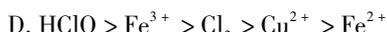
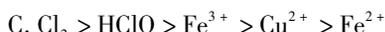
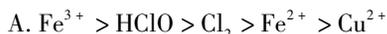
三、氧化还原反应强弱规律的比较

物质得失电子的能力的大小是其氧化性与还原性相对强弱的本质问题。具体判断时可根据在同一氧化还原反应中,氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性,还原剂的还原性大于还原产物的还原性来判断。

例3 根据氧化还原方程式:



判断下面各选项中氧化剂的氧化性由强变弱的是()。



分析 本题主要考查同一氧化还原反应中物质氧化性的比较问题。主要依据为:氧化剂 + 还原剂 = 还原产物 + 氧化产物。其氧化性:氧化剂氧化性大于氧化产物的氧化性;还原性:还原剂的还原性大于还原产物的还原性。

解 根据氧化还原反应中氧化性和还原性强弱规律,由反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 可知,氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$;由反应 $\text{HClO} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 可知,氧化性 $\text{HClO} > \text{Cl}_2$;由反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 可知,氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$;由反应 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 可知,氧化性 $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$,综合以上结果,可得 B 正确。

评注 学生在解答本题时不要因为题目中的较多方程式而紧张,认真审题,确定题目中的氧化剂与氧化产物,还原剂与还原产物,依次确定物质氧化性的强弱。氧化还原反应强弱规律的比较是高考的重点,学生在平时的学习中要多加练习。

四、化学方程式的配平

由于氧化还原反应中存在电子转移,因此存在元素化合价的升降。配平氧化还原反应方程式的关键是:还原剂失电子数 = 氧化剂得电子数,即还原剂升高化合价总数 = 氧化剂降低化合价总数。由于氧化还原反应配平是化学学习以及教学的难点,因此,熟练的应用得失电子法配平化学反应方程式非常重要。

例4 (1) 请将下列5种物质: KBr 、 Br_2 、 I_2 、 KI 、 K_2SO_4 分别填在下列横线上,使之组成一个化学方程式: $\text{KBrO}_3 + \underline{\quad} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} + \text{H}_2\text{O}$ 。(2) 若该化学方程式中 I_2 和 KI 的化学计量数为 8 和 1,则:① Br_2 的化学计量数是____;② 将反应物的化学式和配平后的计量数写入相应位置: $\underline{\quad} + \text{KBrO}_3 + \underline{\quad} + \underline{\quad} \longrightarrow \dots\dots$ 。

分析 题目中 KBrO_3 中的 Br 原子化合价降低,因此 KBrO_3 为氧化剂被还原,还原产物为 KBr 和 Br_2 ,还原剂为 KI ,氧化产物为 I_2 单质。

解 (1) 经过分析本题题目可知 KBrO_3 为氧化剂, KI 为还原剂,因此,该题目中化学方程式应为: $\text{KBrO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{I}_2 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KBr} + 9\text{H}_2\text{O}$ 。(2) 若 I_2 的计量数为 8, KI 的化学计量数为 1,则 I 共失去 16 mol 电子, KBr 的化学计量数为 1,得电子数为 6 mol,则 $\text{KBrO}_3 \rightarrow \text{Br}_2$ 共转移 10 mol 电子,因此 Br_2 的化学计量数为 1。由①可知 KI 的计量数为 16, KBrO_3 计量数为 3,根据 K 原子守恒得出 K_2SO_4 为 9,所以 H_2SO_4 为 9。因此化学计量数为 3,16,9,8,1,9,1,9。

评注 关于氧化还原反应的配平是高中化学学习的重点难点,以及高考的必考知识点。解决本题的关键是找出氧化剂与还原剂,以及氧化产物与还原产物。最后根据得失电子守恒解决本类题目可以提高解题效率。

综上所述,氧化还原反应知识点是学生学习的重点,也是教师教学的难点。氧化还原反应问题的考查在历年高考中备受命题人的青睐。本文重点总结了氧化还原反应的基本概念、氧化还原反应的计算、氧化还原反应强弱规律,以及氧化还原反应的配平比较而可能出现的相关考点,由于氧化还原反应问题知识点比较多,因此,学生在学习的过程中要做好总结归纳工作,多加练习,认真思考,积极备战。(收稿日期:2017-02-10)