

# 从高考试题看氧化还原反应二轮复习策略

陕西省商南县高级中学 726300 王积斌

氧化还原反应知识是中学化学中的重要理论知识之一,氧化还原反应涉及到生活、生产、技术等方方面面,因此成为每年高考的必考点。现就近几年高考常见题型及解法总结如下,并就二轮复习策略谈谈个人观点,以供参考。

## 一、高考常见题型分类析

### 1. 考查氧化还原反应的概念

例1 (2017北京卷)下列变化中,气体被还原的是( )。

- A. 二氧化碳使  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体变白
- B. 氯气使  $\text{KBr}$  溶液变黄
- C. 乙烯使  $\text{Br}_2$  的四氯化碳溶液褪色
- D. 氨使  $\text{AlCl}_3$  溶液产生白色沉淀

解析 二氧化碳使  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体变白的反应中  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的 -1 价氧元素发生歧化反应,  $\text{CO}_2$  中元素的化合价没有变化。氯气使  $\text{KBr}$  溶液变黄的反应为



反应中氯元素的化合价降低,氯气被还原。乙烯使  $\text{Br}_2$  的四氯化碳溶液褪色,发生加成反应,反应中  $\text{Br}$  的化合价降低,乙烯中碳的化合价升高,乙烯被氧化。氨使  $\text{AlCl}_3$  溶液产生白色沉淀的反应中,元素的化合价没有变化,是非氧化还原反应。

答案:B。

### 2. 考查氧化还原反应的计算

#### (1) 求转移电子数

例2 (高考题组编)  $N_A$  表示阿伏加德罗常数,下列叙述正确的是( )。

- A. (2017全国卷II. 8. B) 2.4g  $\text{Mg}$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  完全反应,转移的电子数为  $0.1N_A$
- B. (2016全国卷I. 8. C) 1 mol  $\text{Fe}$  溶于过量硝酸,电子转移数为  $2N_A$
- C. (2015全国卷I. 8. C) 过氧化钠与水反应时,生成 0.1 mol 氧气转移的电子数为  $0.2N_A$
- D. (2014全国卷. 7. A) 1 mol  $\text{FeI}_2$  与足量氯气反应时转移的电子数为  $2N_A$

解析  $\text{Mg}$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应中,  $\text{Mg}$  从 0 价升高

到 +2 价,则 2.4 g  $\text{Mg}$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  完全反应,转移的电子数为  $0.2N_A$ , 错。 $\text{Fe}$  与过量的硝酸反应生成  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ , 故 1 mol  $\text{Fe}$  溶于过量硝酸,电子转移数为  $3N_A$ , 错误。过氧化钠与水反应中,每生成 1 mol 氧气,转移 2 mol 电子,则生成 0.1 mol 氧气转移的电子数为  $0.2N_A$ , 正确。 $\text{FeI}_2$  与足量氯气反应时,  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{I}^-$  被氧化为  $\text{I}_2$ , 则 1 mol  $\text{FeI}_2$  与足量氯气反应时转移的电子数为  $3N_A$ , 错误。

答案:C。

(2) 求反应中氧化剂与还原剂物质的量(质量)之比

例3 (2016全国卷I)  $\text{ClO}_2$  用  $\text{NaOH}$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液吸收可制得  $\text{NaClO}_2$ , 此吸收反应中氧化剂与还原剂物质的量之比为\_\_\_\_\_。

解析 从化合价变化来看,反应中  $\text{Cl}$  由 +4 价变为 +3 价,故  $\text{ClO}_2$  为氧化剂,则  $\text{H}_2\text{O}_2$  为还原剂,其氧化产物为  $\text{O}_2$ 。



根据电子守恒得,氧化剂  $\text{ClO}_2$  与还原剂  $\text{H}_2\text{O}_2$  物质的量之比为 2:1。

(3) 求氧化(或还原)所得产物的化学式(即求产物中变价元素的化合价)

例4 (2014全国卷I)  $\text{H}_3\text{PO}_2$  及  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$  均可将溶液中的银离子还原为银单质,从而可用于化学镀银。利用 ( $\text{H}_3\text{PO}_2$ ) 进行化学镀银反应中,氧化剂与还原剂的物质的量之比为 4:1, 则氧化产物为:\_\_\_\_\_ (填化学式)。

解析 由题述可知,氧化剂为银离子,还原剂为  $\text{H}_3\text{PO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_2$  中  $\text{P}$  为 +1 价,设氧化产物中  $\text{P}$  的化合价为  $+x$ , 根据电子守恒得:

$$4 \times 1 = 1 \times (x - 1) \quad x = 5$$

则氧化产物为  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 。

#### (4) 氧化还原滴定的计算

例5 (2018全国卷II) 测定三草酸合铁酸钾 ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) 中铁的含量。称量

$m$  g 样品于锥形瓶中,溶解后加稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化,用  $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{KMnO}_4$  溶液滴定至终点。向上述溶液中加入过量锌粉至反应完全后,过滤、洗涤,将滤液及洗涤液全部收集到锥形瓶中。加稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化,用  $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{KMnO}_4$  溶液滴定至终点,消耗  $\text{KMnO}_4$  溶液  $V \text{ mL}$ 。该晶体中铁的质量分数的表达式为\_\_\_\_\_。

解析 当加入锌粉时,溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  被还原为  $\text{Fe}^{2+}$ ,再用酸性高锰酸钾溶液滴定,又将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{MnO}_4^-$  被还原为  $\text{Mn}^{2+}$ ,根据电子守恒得: $n(\text{Fe}^{2+}) \times 1 = cV \times 10^{-3} \times 5$

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 5cV \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}^{2+}) = 5cV \times 10^{-3} \times 56 \text{ g}$$

晶体中铁的质量分数:

$$w(\text{Fe}) = \frac{5cV \times 10^{-3} \times 56}{m} \times 100\%$$

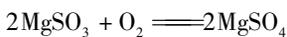
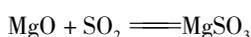
### 3. 考查陌生氧化还原反应化学方程式的书写

(1) 根据描述直接写化学方程式

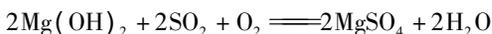
例 6 ①(2018 天津卷)为实现燃煤脱硫,向煤中加入浆状  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,使燃烧产生的  $\text{SO}_2$  转化为稳定的  $\text{Mg}$  化合物,写出该反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。

②(2017 全国卷 II)某课外小组欲测定水中溶解氧的含量。用溶解氧瓶采集水样。记录大气压及水体温度。将水样与  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  碱性悬浊液(含有  $\text{KI}$ )混合,反应生成  $\text{MnO}(\text{OH})_2$ ,实现氧的固定。“氧的固定”中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

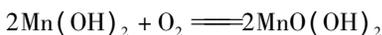
解析 ①根据题意,当加入浆状  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  时,发生的反应有



则总反应为



②“氧的固定”反应中  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  被氧气氧化为  $\text{MnO}(\text{OH})_2$ ,化学方程式为



(2) 根据流程图写出相关反应的化学方程式

例 7 (2016 全国卷 I)  $\text{NaClO}_2$  是一种重要的杀菌消毒剂,也常用来漂白织物等,其一种生产工艺如图 1 所示。写出“反应”步骤中生成  $\text{ClO}_2$  的化学方程式\_\_\_\_\_。

解析 从流程图可以看出,生成  $\text{ClO}_2$  反应的

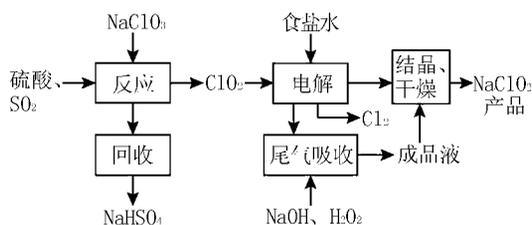
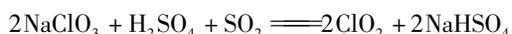


图 1

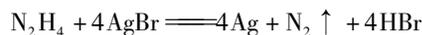
反应物为  $\text{NaClO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{SO}_2$ ,生成物有  $\text{ClO}_2$ 、 $\text{NaHSO}_4$ ,则反应的化学方程式为



(3) 根据题意先写出化学方程式再回答有关反应现象

例 8 (2016 全国卷 II)联氨( $\text{N}_2\text{H}_4$ )是一种常用的还原剂。向装有少量  $\text{AgBr}$  的试管中加入联氨溶液,观察到的现象是\_\_\_\_\_。

解析 题中所述  $\text{N}_2\text{H}_4$  有还原性,则反应中可将  $\text{AgBr}$  还原为  $\text{Ag}$ , $\text{N}_2\text{H}_4$  被氧化为  $\text{N}_2$ ,所以反应的化学方程式为



因  $\text{AgBr}$  是淡黄色固体,反应中还原出的银附着在  $\text{AgBr}$  固体表面,应为黑色,则观察到的现象是:固体逐渐变黑,并有无色气体产生。

## 二、二轮复习策略

### 1. 抓住核心知识,建立概念模型

氧化还原反应的核心知识就是以元素的化合价为线索,了解氧化还原反应的实质,建立氧化剂、还原剂、氧化性、还原性、被氧化(氧化反应)、被还原(还原反应)、氧化产物、还原产物的概念之间的相互关系模型,运用这些基本工具,分析解决氧化还原反应问题。复习时引导学生以图 2 所示思维导图为模板,建立起概念模型。

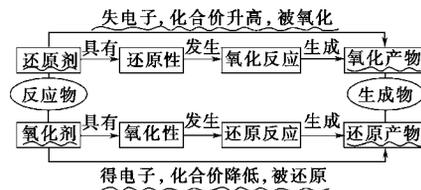


图 2

### 2. 抓住核心规律,建立思维模型

氧化还原反应的五大规律中最为核心的规律是“守恒规律”,也是全国卷高考必考的内容,“守恒规律”主要应用于解答氧化还原反应化学方

# 化学平衡常数计算的考查及备考启示

——以 2018 年全国理综卷( I、II、III) 为例

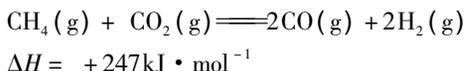
陕西省西安市长安一中 710100 王志刚

近年全国卷高考理综化学试题,几乎每年都会考查到化学平衡常数的计算问题,其考查形式多样、考查手段灵活,能较好测试学生分析问题、解决问题的能力,区分度较高。对于化学平衡常数的计算,这部分内容也是高考化学复习备考中的难点和易错点。下面主要通过分析 2018 年全国 3 套卷中化学平衡常数的计算问题,追根溯源,为化学平衡计算问题的备考提出合理方法与建议。

## 一、试题分析

### 1. 基本类型的平衡常数计算

例 1 (2018 全国卷 II 第 27 题节选)  $\text{CH}_4 - \text{CO}_2$  催化重整不仅可以得到合成气( $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$ ),还对温室气体的减排具有重要意义。 $\text{CH}_4 - \text{CO}_2$  催化重整的反应为:



某温度下,在体积为 2 L 的容器中加入 2 mol  $\text{CH}_4$ 、1 mol  $\text{CO}_2$  以及催化剂进行重整反应,达到平衡时  $\text{CO}_2$  的转化率是 50%,其平衡常数为  $\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ 。

解析  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$

始	1	0.5	0	0
变	0.25	0.25	0.5	0.5
平	0.75	0.25	0.5	0.5

计算得:

$$K_c = \frac{0.5^2 \times 0.5^2}{0.75 \times 0.25} = \frac{1}{3} \approx 0.33 (\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2})$$

本题以  $\text{CH}_4 - \text{CO}_2$  催化重整反应为载体,考查浓度平衡常数的基本计算,计算时注意以下三点:

(1) 计算平衡常数时要用浓度进行计算,而不能直接用物质的量进行计算(有时用物质的量计算数值也对,仅仅是因为该反应为等体积反应( $\Delta n = 0$ ),巧合);

(2) 由于该反应不是等体积反应( $\Delta n \neq 0$ ),平衡常数的计算结果应该是有单位的;

(3) 不加说明,平衡常数一般均为浓度平衡常数( $K_c$ )。

溯源 (2017 全国卷 I 第 28 题节选)

(3)  $\text{H}_2\text{S}$  与  $\text{CO}_2$  在高温下发生反应:



在 610 K 时,将 0.10 mol  $\text{CO}_2$  与 0.40 mol  $\text{H}_2\text{S}$  充入 2.5 L 的空钢瓶中,反应平衡后水的物质的量分数为 0.02。

①  $\text{H}_2\text{S}$  的平衡转化率  $\alpha_1 = \underline{\hspace{2cm}}\%$ ,反应平衡常数  $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

### 2. 以图像为载体的平衡常数计算

例 2 (2018 全国卷 III 第 28 题节选) 三氯氢硅( $\text{SiHCl}_3$ )是制备硅烷、多晶硅的重要原料。回答下列问题:

(3) 对于反应



采用大孔弱碱性阴离子交换树脂催化剂,在 323 K 和 343 K 时  $\text{SiHCl}_3$  的转化率随时间变化的结果如图 1 所示:

原子升价数,并灵活地用于方程式的配平和计算。

### 3. 以真题为依托,训练解题技能

二轮复习中,将近五年高考真题中的氧化还原反应考题进行分类筛选和组合,让学生进行限时训练,以提高学生的解题速度和技能,确保能够把氧化还原反应题能拿下来。

(收稿日期:2018-10-26)

► 程式的配平和氧化还原反应的计算问题。“元素化合价升降总数相等”是“守恒规律”的具体体现,因此运用守恒规律解决氧化还原问题的思维模型就是利用求最小公倍数法使元素化合价升降总数相等,让学生能够熟练的列出关系式: $n(\text{氧化剂})$  [或  $n(\text{还原产物})$ ]  $\times$  降价原子个数  $\times 1$  个原子降价数  $= n(\text{还原剂})$  [ $n(\text{氧化产物})$ ]  $\times$  升价原子数  $\times 1$  个