

## 有关化合价的六点论述和十点应用

黑龙江省大庆市第二十三中学 163313 刘忠毅

### 一、有关化合价的论述

1. 化合价是元素的一种性质(元素的性质有核外电子排布、原子半径、主要化合价、金属性或非金属性、最高价氧化物对应水化物的酸性或碱性)。

2. 元素的化合价是一种元素的一定数目的原子与另一种元素的一定数目的原子相化合的性质。

3. 元素的主要化合价是指该元素的最高正价和最低负价。

4. 主族元素的最高正价数等于该元素的最外层电子数(O、F例外),也等于主族序数;主族元素的最低负价等于最外层电子数减去8(氢元素减2)。

5. 奇数族的元素的主要化合价一般是奇数,偶数族元素的主要化合价一般是偶数。

6. 有关化合价的一般规则:

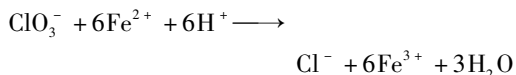
(1) 单质的化合价为零。

(2) 化合物中各元素的化合价代数和为零。

(3) 氢元素化合价的规律:在非金属氢化物、酸、碱、酸式盐、铵盐、有机化合物中氢元素都呈+1价,而在金属氢化物中,氢元素呈-1价,例如:NaH、CaH<sub>2</sub>。

(4) 氧元素的化合价规律:在氧化物、含氧酸、碱、含氧酸盐、烃的含氧衍生物中,氧元素都呈-2价,在过氧化物(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、CaO<sub>2</sub>)、超氧化物(KO<sub>2</sub>)、臭氧化物(CsO<sub>3</sub>)中氧元素的价态比-2高,根据化合价代数和为零可以求出氧元素

►应式的左边比右边少6个正电荷,多出了3个氧原子,则可以确定左边缺省的物质为H<sup>+</sup>,计量数为6,右边缺省的物质为H<sub>2</sub>O,计量数为3,即:



### 四、氧化还原反应的计算

利用氧化还原反应中的电子得失守恒进行计算是对氧化还原知识的深入掌握以及综合能力的考查,题型较为灵活,主要解题依据依然是利用概念在确定元素化合价变化的前提下,根据得失电子守恒来确定物质的量,然后运用所学知识求解相关量,例如气体体积、物质质量等。

例4 现将含有砷霜(As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)的试样与锌、盐酸进行混合反应,生成的砷化氢(AsH<sub>3</sub>)在热的玻璃管中会全部分解为砷、氢气,如果砷的质量是1.50mg,则下列正确的是( )。

- A. 被氧化的砷霜质量为1.98 mg  
 B. 分解后产生的氢气体积为0.672 mL  
 C. 与砷霜进行反应的锌的质量为3.90 mg  
 D. 反应中发生转移的电子总数为6 × 10<sup>-3</sup> N<sub>A</sub>

解析 砷霜(As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)与锌、盐酸进行混合反应,生成了砷化氢(AsH<sub>3</sub>),可知As的化合价发生了变化,具体为:<sup>+3</sup>As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> → <sup>-3</sup>AsH<sub>3</sub>,则As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>是作为氧化剂被还原的,A选项错误;而产生的氢气体积与外界环境有关,条件不明确的前提下其体积无法确定,所以无法求氢气的体积,B选项错误;根据元素守恒可知热玻璃管中生成的As单质的物质的量与参与反应的As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中的砷元素的物质的量相等,即  $n(\text{As}) = \frac{1.5 \times 10^{-3} \text{ g}}{75 \text{ g/mol}} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$ ,则

$$n(\text{As}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2}n(\text{As}) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol}, \text{再由砷元素}$$

的化合价变化,<sup>+3</sup>As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> → <sup>-3</sup>AsH<sub>3</sub>,可知1 × 10<sup>-5</sup> mol的As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>完全反应转化为AsH<sub>3</sub>,转移电子的物质的量为1.2 × 10<sup>-4</sup> mol,Zn在反应中化合价变化为<sup>0</sup>Zn → <sup>+2</sup>Zn,因此Zn的物质的量为 $\frac{1.2 \times 10^{-4} \text{ mol}}{2} = 6 \times 10^{-5} \text{ mol}$ ,则m(Zn) = 3.90mg,C选项正确;基于上述分析可知反应中转移的电子数为1.2 × 10<sup>-4</sup> mol,D选项错误。

(收稿日期:2017-11-25)

具体的化合价。

## 二、有关化合价的应用

### 1. 判断一个反应是否是氧化还原反应

有化合价变化的反应是氧化还原反应,能自发进行的氧化还原反应可以设计成原电池。

### 2. 判断氧化性和还原性

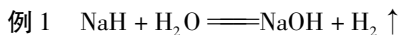
(1) 最高价态的元素只有氧化性,常见阳离子的氧化性顺序:  $\text{Ag}^+ > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+$ 。

(2) 最低价态的元素只有还原性,常见阴离子的还原性顺序:  $\text{H}^- > \text{S}^{2-} > \text{I}^-$ 。

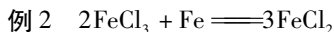
(3) 中间价态的元素既有氧化性,又有还原性,遇到强氧化剂时呈现还原性,遇到强还原剂时呈现氧化性。

### 3. 含有同一元素的物质的氧化性和还原性

同一元素价态越高氧化性越强,价态越低还原性越强(氯的含氧酸例外)。



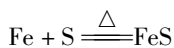
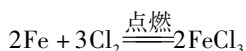
分析 氧化剂:  $\text{H}_2\text{O}$ , 氧化性:  $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2$ ; 还原剂:  $\text{NaH}$ , 还原性:  $\text{NaH} > \text{H}_2$ 。



分析 氧化剂:  $\text{FeCl}_3$ , 氧化性:  $\text{FeCl}_3 > \text{FeCl}_2$ ; 还原剂:  $\text{Fe}$ , 还原性:  $\text{Fe} > \text{FeCl}_2$ 。

### 4. 根据生成物中变价元素的价态,判断氧化剂的氧化性

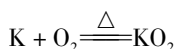
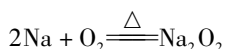
几种氧化剂分别与变价金属反应,使变价金属呈现较高价态的氧化剂的氧化性强。例如:



氧化性:  $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

### 5. 根据生成物中变价元素的价态,判断还原剂的还原性

几种还原剂分别与氧气反应,生成物中氧元素的价态越高,该还原剂的还原性越强。例如:

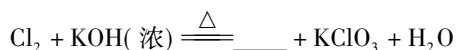


还原性:  $\text{K} > \text{Na}$ 。

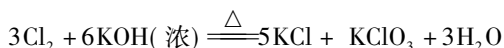
### 6. 利用歧化反应变价规律判断产物

歧化反应只有一种元素发生化合价变化,反应物中变价元素的价态必然在生成物中变价元素的价态之间。

### 例 3 填写下面反应的产物,并配平



解析 氯元素的常见价态有  $-1, 0, +1, +4, +5, +7$ , 在该反应中钾、氧、氢元素化合价都没有变,只有氯元素发生化合价改变,按歧化反应规律:反应物中变价元素的价态必然在生成物中变价元素的价态之间,空白处的氯元素一定呈  $-1$  价,是  $\text{HCl}$  还是  $\text{KCl}$ ,在强碱性溶液中不能存在  $\text{HCl}$ ,只能是  $\text{KCl}$ 。然后配平:



### 7. 利用归中反应规律,正确判断电子转移方向和数目

归中反应价态变化规律:生成物中变价元素的价态必然在反应物中变价元素的价态之间,并遵循化合价就近变化互不交叉原则。例如:



产生  $3 \text{ mol Cl}_2$  转移电子数为  $5N_A$ ,而不是  $6N_A$ 。

### 8. 利用化合价变化规律推测产物

化合价变化规律:在一个化学反应中,有化合价升高的元素,必有化合价降低的元素,化合价升高的总数等于化合价降低的总数。例如:推测钠与水的产物,在钠与水的反应中,滴入无色酚酞,溶液变红,说明钠与水反应生成物有碱(氢氧化钠)生成。反应物只有单质钠和水,钠元素化合价升高,水中必有一种元素化合价降低,而氧元素已经呈最低价态,只能是  $+1$  价的氢元素化合价降低,得电子变成氢气,所以钠与水反应的产物是氢氧化钠和氢气。

### 9. 判断化合物中各原子是否满足 8 电子稳定结构

具体方法: |元素的化合价| + 最外层电子数 = 8

例如:  $\text{PCl}_3$  中磷元素:  $|+5| + 5 \neq 8$ , 不满足 8 电子稳定结构,氯元素:  $| -1| + 7 = 8$ , 满足 8 电子稳定结构。

### 10. 判断 $\text{AB}_n$ 型分子的极性

中心原子 A 的化合价的绝对值等于其最外层电子数时,该分子为非极性分子;否则为极性分子。例如:  $\text{PCl}_3$  中磷元素:  $|+5| = 5$ ,  $\text{PCl}_3$  为非极性分子。

(收稿日期: 2017-06-25)