

应用电子守恒化解氧化还原难题

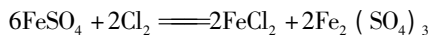
福建省建宁县第一中学 354500 曾春伯

电子守恒指:氧化剂得电子总数 = 还原剂失电子总数,电子守恒的内容很容易被理解,但是在应用上不容易被掌握。电子守恒是解决氧化还原计算的金钥匙,但是很多学生并不能很好将此规律应用到平时的计算过程中。下面,笔者将从一道模拟题入手,对电子守恒在氧化还原计算中的应用做详细阐述。

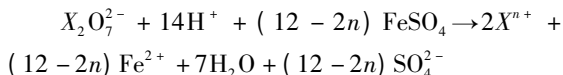
一、题目引入及问题剖析

例1 (2016年临沂市高考模拟)在含有0.078 mol FeSO₄的溶液中,通入0.009 mol Cl₂,再加入含有0.01 mol X₂O₇²⁻的溶液后,Fe²⁺巧合完全转化为Fe³⁺,则反应后元素X的化合价为()。

问题剖析 使用常规解题方法时,需利用氧化还原方程式计算,首先根据



可得 $6/n(\text{FeSO}_4)_1 = 3/0.009 \text{ mol}$,经计算可知 $n(\text{FeSO}_4)_1 = 0.018 \text{ mol}$,然后根据



可得 $1/0.01 \text{ mol} = (12 - 2n)/n(\text{FeSO}_4)_2$,所以 $n(\text{FeSO}_4)_2 = 0.01(12 - 2n) \text{ mol}$,又因为 $n(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4)_1 + n(\text{FeSO}_4)_2$,所以 $0.078 \text{ mol} = 0.018 \text{ mol} + 0.01(12 - 2n) \text{ mol}$,最终求得 $n = +3$ 。

应用得失电子守恒方法可进行如下计算,本题中氧化剂为Cl₂和X₂O₇²⁻,还原剂只有FeSO₄,且在此反应中Fe²⁺转化为Fe³⁺,化合价升高1,所以FeSO₄失去电子数为0.078 mol,氧化剂Cl₂→2Cl⁻,化合价降低2,Cl₂得到电子数为0.09 mol × 2 = 0.018 mol,假设X₂O₇²⁻被还原后变为+n价,那么X₂O₇²⁻得到电子数为0.01 mol × 2 × (6 - n),根据得失电子守恒可知,氧化剂得到的总的电子数 = 还原剂失去的总的电子数,即:0.01 mol × 2 × (6 - n) + 0.018 mol = 0.078 mol,解得:n = +3。

二、题后反思

由于本题的中间过程比较复杂,若想采用常

规方法解答,计算量大,非常容易算错。而采用得失电子守恒法计算,可以巧妙地避免讨论复杂的中间计算过程,达到化繁为简的目的。笔者通过总结近些年的高考题,发现得失电子守恒法的应用十分广泛,学生若能熟练掌握此方法,那么在高考中不但可以提高解题正确率,而且可以节约大量的时间去检查和研究其他难题。

1. 根据得失电子守恒,求解沉淀质量

例2 (2015年江苏省高考模拟)将11.9 g由Mg、Al、Fe三者组成的合金,溶解在足量的NaOH溶液中,称量发现合金的质量减少2.7g。另外取相同质量的此合金溶解在过量的稀HNO₃中,生成的NO气体的体积为6.72 L(标准状况下),当向反应后的溶液中加入适量的NaOH溶液,使得Mg²⁺、Al³⁺、Fe³⁺全部变为沉淀时,那么沉淀的质量为()。

思路点拨 本题涉及到的氧化还原步骤比较多,若按部就班解题,那么计算过程会非常复杂。如果根据已知信息,分析出沉淀的总质量是合金质量加上各个金属离子所结合的氢氧根的质量,那么本题解答起来将会非常简单。由于合金质量已知,因此,解决本题的关键是求得氢氧根的质量。根据各个金属发生的化学反应可知,金属在与稀HNO₃反应时,失去电子的物质的量与各个金属结合的OH⁻的物质的量相等。根据得失电子守恒可知: $n(e^-) = n(\text{OH}^-) = 6.72 \text{ L} / 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3 = 0.9 \text{ mol}$, $m(\text{沉淀}) = m(\text{合金}) + m(\text{OH}^-) = 11.9 \text{ g} + 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.9 \text{ mol} = 27.2 \text{ g}$,即生成沉淀的质量为27.2 g。

2. 根据得失电子守恒,求氧化产物

例3 (2016年河北省高考模拟题)将50.00 mL 0.10 mol/L的酸性羟氨溶液,与过量的Fe₂(SO₄)₃在煮沸状态下充分反应,生成的Fe²⁺恰好被50.0 mL 0.04 mol/L的酸性KMnO₄溶液氧化,则羟氨最终被氧化成的产物为()。

思路点拨 此化学反应中羟氨被Fe³⁺氧

同分异构体的书写方法

山东省沂南第一中学 276300 范后堂

一、同分异构体的类型

同分异构体主要分为三类: 碳链异构、官能团位置异构、类别异构。其中, 常见有机物的类别异构见表 1。

表 1

分子通式	类别异构
C_nH_{2n+2}	无
C_nH_{2n}	单烯烃、环烷烃
C_nH_{2n-2}	炔烃、二烯烃、环烯烃
$C_nH_{2n+2}O$	饱和一元醇、烷基醚
$C_nH_{2n-6}O$	酚、芳香醇、芳香醚、烷(基)苯(基)醚
$C_nH_{2n}O$	饱和一元醛、酮、烯醇、环醇、环醚等
$C_nH_{2n}O_2$	饱和一元羧酸、饱和羧酸酯、羟基醛、羟基酮等
$C_nH_{2n+1}NO_2$	硝基化合物、氨基酸

对于含有官能团的单烯烃、炔烃、醇、酸等, 它们同时具备碳链异构、官能团位置异构、类别异构, 书写时要考虑顺序。一般是: 碳链异构→官能团位置异构→类别异构。

二、同分异构体的书写的主要方法

下面就同分异构体的书写出现的几种情况, 结合典型例题进行分析, 旨在挖掘解题方法。

1. “一元或多元”取代物的写法

例 1 某化合物的分子式为 $C_5H_{11}Cl$, 分析数据表明: 分子中有 2 个 $-CH_3$ 、2 个 $-CH_2-$ 、1 个 $-CH$ 和 1 个 $-Cl$, 它的可能的结构有几种()。

A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

解析 本题可看成是 1 个氯原子取代了 C_5H_{12} 中的 1 个氢原子。先写出 C_5H_{12} 的 3 种同分异构体, 然后让 1 个氯原子取代其中的 1 个氢原子(注意: 对称氢为等效氢原子), 符合条件的有: 正戊烷中产生 2 种, 异戊烷中能产生 2 种(注意: 等效甲基上的氢为等效氢原子), 新戊烷中没有符合条件的。故答案为 C。

解题提醒 (1) 一元取代物, 有几种不同位置的氢原子就有几种一元取代物。

(2) 要明确氢原子种类(等效氢): 同一碳上

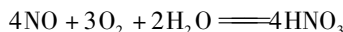
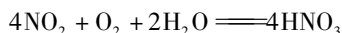
►化 Fe^{3+} 变为 Fe^{2+} , 而 Fe^{2+} 又被酸性的 $KMnO_4$ 溶液氧化。从整体来讲, 羟氨所失去的电子全部转化到 $KMnO_4$ 中, 所以解答本题时只需考虑始终态。已知羟氨中的 N 为 -1 价, 假设羟氨被氧化成的氧化产物中 N 的化合价为 x , 又已知 $KMnO_4$ 中的 Mn 为 $+7$ 价, 与 Fe^{2+} 反应后变为 $+2$, 根据得失电子守恒得, $[x - (-1)] \times 50.00 \text{ mL} \times 0.10 \text{ mol/L} = (7 - 2) \times 50.00 \text{ mL} \times 0.04 \text{ mol/L}$, 经计算得: $x = 1$, 因此羟氨被氧化为 N_2O 。

3. 根据得失电子守恒, 求气体体积

例 4 将 6.4 g Cu 和一定质量的浓 HNO_3 充分混合, 待 Cu 被反应完时, 可收集到 4.48 L 的气体(标准状况下)。如果想把收集到这些气体的集气瓶倒立在水中, 那么需要充入多少升的 O_2 (标准状况下) 才能使得瓶子被水充满?

思路点拨 此题目中的氧化还原反应分多步

进行, 若想采用常规方法解答, 需先求出 NO 、 NO_2 的物质的量, 然后根据:



求得 $n(O_2)$, 进而求得其体积, 由此可以看出常规方法解题比较麻烦。通过对本题进行仔细分析可以发现中间过程并没有消耗电子, 因此, 解答本题时, 只需找出始终状态, 然后建立两者间存在的等量关系即可。根据题目可知: Cu 所失电子数 = 起还原作用 HNO_3 所得电子数 = NO 、 NO_2 消耗的 O_2 所得电子数, 将中间步骤省去可得: Cu 所失电子数 = O_2 所得电子数。又因为 $2 \times n(Cu) = 4 \times n(O_2)$, 所以 $n(O_2) = 6.4 \text{ g} / 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 / 4 = 0.05 \text{ mol}$, $V(O_2) = 0.05 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 1.12 \text{ L}$, 因此, 若想将气瓶中充满水, 需要通入 1.12 L 的标准状况下的氧气。

(收稿日期: 2017-05-20)