

利用电子守恒原理速解氧化还原反应习题

■孙占晓

众所周知,在氧化还原反应中,一种物质获得(或吸引)的电子数等于另一种物质失去(或偏离)的电子数,即在氧化还原反应中,得失电子数守恒.利用得失电子数守恒来建立等式是快速解决氧化还原反应计算题的基本方法.下面通过几个例题,谈谈电子守恒法在氧化还原反应计算中的应用.

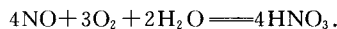
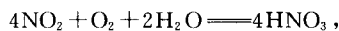
例1 3.84g铜和一定质量的浓硝酸反应,当铜反应完全时,共收集到标准状况下的气体2.24L,若把装有这些气体的集气瓶倒立在盛水的水槽中,需通入多少升标况下的氧气才能使集气瓶中充满溶液?

解析:铜失去的电子数=被还原的硝酸得到的电子数=还原产物NO、NO₂消耗的氧气得到的电子数,省去中间计算,得铜失去的电子数=氧气得到的电子数.

$$n(\text{O}_2) = 3.84\text{g} \div 64\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 \times \frac{1}{4} = 0.03\text{mol},$$

$$V(\text{O}_2) = 0.03\text{mol} \times 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.672\text{L}.$$

若用常规解法,应先求出NO、NO₂的物质的量,再根据:



计算出NO、NO₂的物质的量,并求出其体积,此方法运算量大,中间计算多且复杂,容易出错,用电子守恒法综合考虑,可省去中间的各步计算,使计算简化.

例2 24mL 0.05mol·L⁻¹的Na₂SO₄溶液,恰好与20mL 0.02mol·L⁻¹的K₂Cr₂O₇溶液完全反应,则铬元素在还原产物中的化合价为().

A. +6 B. +3 C. +2 D. 0

解析:反应中铬元素的化合价变化为2×(6-x),硫元素的化合价变化为6-4=2.则有:

$$20 \times 10^{-3} \times 0.02 \times 2 \times (6-x) = 24 \times 10^{-3} \times 0.05 \times 2.$$

解得 x=3.

答案:B

例3 将32.64g铜与140mL一定浓度的硝酸反应,铜完全溶解产生的NO和NO₂混合气体在标准状况下的体积为11.2L,请回答:

(1)NO的体积为____L,NO₂的体积为____L.

(2)待产生的气体全部释放后,向溶液中加入V mL amol/L的NaOH溶液,恰好使溶液中的Cu²⁺全部转化为沉淀,则原硝酸溶液的浓度为____mol·L⁻¹.

(3)使铜与硝酸反应产生的气体在NaOH溶液中全部转化为NaNO₃,至少需要30%的双氧水____g.

解析:该题题干给出了铜与一定浓度的硝酸反应的情况,要求计算反应后各相关的量,综合性强,有一定难度.抓住反应实质,利用氧化还原反应中得失电子守恒来建立等式,是突

破题中难点的关键所在.

(1)由于

$$n(\text{Cu}) = \frac{32.64\text{g}}{64\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.51\text{mol},$$

$$n(\text{NO}, \text{NO}_2) = \frac{11.2\text{L}}{22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5\text{mol},$$

又知Cu→Cu²⁺.若设NO的物质的量为x mol,则NO₂的物质的量为(0.5-x) mol,根据电子守恒得:x=0.26,即n(NO)=0.26mol, n(NO₂)=0.24mol,所以V(NO)=0.26mol×22.4L·mol⁻¹=5.8L, V(NO₂)=0.24mol×22.4L·mol⁻¹=5.4L.

(2)由题意知,反应中部分硝酸参加氧化还原反应,其物质的量为0.5mol,部分硝酸未参加氧化还原反应,其物质的量依下式计算:



$$\begin{array}{ccc} 1 & & 1 \\ aV \times 10^{-3} & & aV \times 10^{-3} \end{array}$$

所以,原硝酸溶液的浓度为:

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{aV \times 10^{-3} + 0.5}{0.14} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

(3)由于NO和NO₂混合气体在NaOH溶液中全部转化为NaNO₃.所以,30%的双氧水的质量为:

$$\frac{0.51\text{mol} \times 34\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{30\%} = 57.8\text{g}.$$

$$\text{答案: (1) } 5.8 \quad 5.4 \quad (2) \frac{aV \times 10^{-3} + 0.5}{0.14} \quad (3) 57.8$$

例4 往100mL溴化亚铁溶液中缓慢通入2.24L(标准状况)氯气,反应完成后溶液中有 $\frac{1}{2}$ 的溴离子被氧化成溴单质.求原溴化亚铁溶液的物质的量浓度.

解析:由于还原性:Fe²⁺>Br⁻,Br⁻已部分被氧化,故Fe²⁺已全部被氧化.

设原FeBr₂的物质的量浓度为x,根据氧化还原反应中得电子总数等于失电子总数,可得:

$$\left(x + 2x \times \frac{1}{2}\right) \times 0.1\text{L} \times 1 = 2 \times \frac{2.24\text{L}}{22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}},$$

解得 x=1.2mol·L⁻¹.

小结:涉及氧化还原反应的计算问题,其核心就是利用得失电子的物质的量守恒来建立等式,因此,准确找到氧化剂和还原剂得失电子的数目,并利用好总结出的公式是解这类问题的关键.得失电子守恒的规律是我们解氧化还原反应计算题的一把钥匙,巧妙地运用电子守恒法可以快速准确地解决问题,提高我们多视角分析问题、解决问题的能力.

作者单位:河南省许昌县实验中学

