

“电子守恒法”在氧化还原反应中的妙用

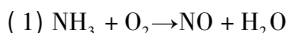
江苏省东台市时堰中学 224211 蒋雪平

氧化还原反应的实质是电子的转移,遵循电子得失守恒的原则,即同一反应中,物质失去(或吸引)电子的总数与物质得到(或偏离)电子的总数相等。根据氧化还原反应中蕴含的这一规律,可以高效快捷地解决有关氧化还原反应的相关问题,使学生透过现象看本质,灵活地做到融会贯通、举一反三。

一、“方程式配平”中的应用

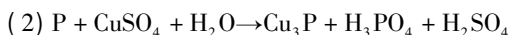
氧化还原方程式配平可以利用五个字来描述“标、等、定、平、查”。其中“等”和“查”都要用到得失电子守恒法。无论是正向配平、逆向配平还是综合配平,关键是要找准“研究对象”,然后结合“电子守恒法”就能简单、快捷地解决问题。

例1 配平下列氧化还原方程式。



分析 标价 NH_3 中 N: $-3 \rightarrow +2 \uparrow$ NH_3 失 $5e^-$
 O_2 中 O: $0 \rightarrow -2 \downarrow$ O_2 得 $2e^- \times 2 = 4e^-$

根据“守恒法”,则 NH_3 与 O_2 的化学计量数之比为 4:5,再利用“观察法”进行配平,就可得:
 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$



分析 标价即所选择的研究对象为 Cu_3P 和 H_3PO_4 ,则可以表示为:

Cu_3P 中 Cu: $+2 \rightarrow +1 \downarrow$ 得 $e^- \times 3 = 3e^-$
 P: $0 \rightarrow -3 \downarrow$ 得 $3e^-$

Cu_3P 共得 $3e^- + 3e^- = 6e^-$

H_3PO_4 中 P: $0 \rightarrow +5 \uparrow$ H_3PO_4 失 $5e^-$

根据“守恒法”,则 Cu_3P 和 H_3PO_4 的化学计量数之比为 5:6,再利用“观察法”进行配平,就可得:
 $11\text{P} + 15\text{CuSO}_4 + 24\text{H}_2\text{O} =$

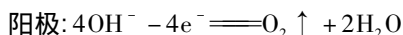
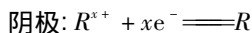


二、在“电化学”中的应用

电化学的实质就是电子的定向移动,这其中正负两极(或者阴阳两极)得失电子总数相等,据此原理就可以计算相关的问题。

例2 石墨做电极,电解 $R(\text{NO}_3)_x$ 溶液,阳极放出气体 560 mL(标准状况下),阴极析出 m g 金属 R ,试求 R 的相对原子质量。

分析 根据题意可得,电解池的电极反应:



根据“电子守恒法”,则有: $\frac{m}{M} \times x =$

$$\frac{560 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L/mol}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 4, \text{解得 } M = 10mx \text{ g/mol}, \text{故}$$

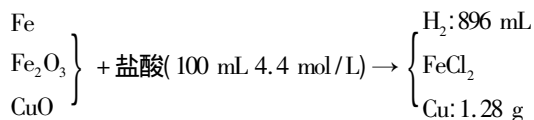
R 的相对原子质量为 $10mx$ 。

三、“综合计算”中的应用

氧化还原计算需要与质量守恒、原子守恒、元素守恒和电荷守恒中的一种或几种来进行共同攻克,才能实现对问题的解决。

例3 一定质量的由氧化铜、氧化铁和铁粉组成的混合粉末,与 100 mL 4.4 mol/L 的盐酸恰好完全反应,得到 896 mL 气体(标准状况下),假如反应后的溶液中只有 HCl 和 FeCl_2 ,还有 1.28 g 固体,将溶液加水稀释到 320 mL,得出此时溶液中盐酸的物质的量浓度为 0.25 mol/L,试求混合物中各物质的质量。

分析 这是一道综合性的题,其中所涉及到的方程式比较多,需要学生审清题意,明确各个量之间的关系,从而找出问题解决的突破口。



因为溶液中有盐酸剩余,故溶液中的固体只能是金属铜,故可以得出:

$$m(\text{CuO}) = \frac{1.28 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} \times (64 + 16) = 1.6 \text{ g}$$

根据题意,总的盐酸: $n(\text{HCl}) = 100 \text{ mL} \times 10^{-3} \times 4.4 \text{ mol/L} = 0.44 \text{ mol}$

剩余的盐酸: $n(\text{HCl}) = 320 \text{ mL} \times 10^{-3} \times 0.25 \text{ mol/L} = 0.08 \text{ mol}$,

$$\text{生成的氢气: } n(\text{H}_2) = \frac{896 \text{ mL} \times 10^{-3}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.04 \text{ mol}$$

设混合物粉末中铁的物质的量为 x mol,氧化铁的物质的量为 y mol。

在此过程中有: $\text{Fe: } 0 \rightarrow +2 \uparrow$ 失电子: $2x \text{ mol}$ ▶

“形似神更似”的一组平衡图像题

广东省深圳市新安中学 518101 杨素芬

有一类化学平衡图像题,由于图像关系复杂、涉及的微粒种类繁多、各微粒的含量或浓度呈现相互关联的动态变化,从而让学生见题便生畏,原因在于此类题是用图形的形式“隐性”表达有关化学反应及平衡移动的信息,而不是用学生习以为常的化学方程式的形式直接表达,从而让学生产生陌生感。现将此类图像题例析如下:

例 1 (2012 年江苏高考) 25℃ 时,有 $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的

一组醋酸、醋酸钠混合溶液,溶液中 $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 、 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 与 pH 的关系如图 1 所示。下列有关溶液中离子浓度关系的叙述正确的是()。

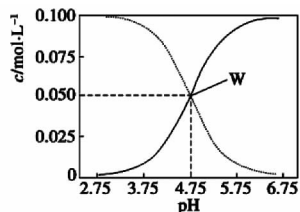


图 1

A. pH = 5.5 的溶液中: $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

B. W 点所表示的溶液中: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{OH}^-)$

C. pH = 3.5 的溶液中: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. 向 W 点所表示的 1.0 L 溶液中通入 0.05 mol HCl 气体(溶液体积变化可忽略): $c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{OH}^-)$

解析 由图像可知在 W 点时 pH = 4.75 溶液中 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ pH

< 4.75 时 $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ pH > 4.75 时, $c(\text{CH}_3\text{COOH}) < c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 故 A 错误。据电荷守恒得,溶液中 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ W 点时 $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 故 B 正确。C 项中,由电荷守恒推知 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$,又因 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 故 C 正确。D 项中, W 点所表示的溶液中有 0.050 mol 的 CH_3COOH 和 0.050 mol 的 CH_3COO^- 通入 0.05 mol HCl 气体后发生反应 $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$,得到的是 CH_3COOH 和 NaCl 的混合溶液,此时的溶液中,由质子守恒得 $c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ D 错。选 BC。

例 2 (2010 年浙江高考) 已知: ① 25℃ 时,弱电解质的电离平衡常数: $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \times 10^{-5}$ $K_a(\text{HSCN}) = 0.13$; 难溶电解质的溶度积常数: $K_{sp}(\text{CaF}_2) = 1.5 \times 10^{-10}$ 。

② 25℃ 时 $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氢氟酸水溶液中,调节溶液 pH(忽略体积变化),得到 $c(\text{HF})$ 、 $c(\text{F}^-)$ 与溶液 pH 的变化关系,如图 2 所示:

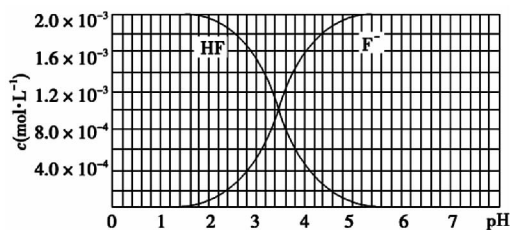


图 2

► $\text{H}_2: +1 \rightarrow 0 \downarrow$ 得电子: $0.04 \text{ mol} \times 2 = 0.08 \text{ mol}$

$\text{CuO}: +2 \rightarrow 0 \downarrow$ 得电子: $\frac{1.28 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} \times 2 = 0.04 \text{ mol}$

$\text{Fe}_2\text{O}_3: +3 \rightarrow +2 \downarrow$ 得电子: $2y \text{ mol}$

根据“电子守恒法”可得:

$$2x = 0.08 + 0.04 + 2y \quad \text{①}$$

根据“Cl⁻守恒”可得:

$$2x + 4y + 0.08 = 0.44 \quad \text{②}$$

联立①②可得: $x = 0.1 \text{ mol}$ $y = 0.04 \text{ mol}$

则有 $m(\text{Fe}) = 0.1 \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol} = 5.6 \text{ g}$,

$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.04 \text{ mol} \times (56 \times 2 + 16 \times 3) \text{ g/mol} = 6.4 \text{ g}$ 。

由此可见,“电子守恒法”的应用简化了过程,避免了对众多方程式之间的关系分析,使得过程变得清晰明了。

(收稿日期: 2015 - 07 - 15)