

化学平衡的三段量计算方法在其他过量问题中的应用

江苏省海门中学 226100 陈秀梅

在化学平衡计算问题中我们通常采用三段量的计算方法。笔者在多年的教学实践中经过不断地分析和总结,认为这种方法可以延伸到其他化学问题领域,尤其在化学计算题中涉及到的过量问题表现尤为突出,其应用见如下诸项。

1. 与量有关化学计算问题

例1 以物质的量之比为1:2的 Cl_2 和 FeBr_2 在溶液中参加反应,待完全反应后剩余混合物中各溶质的物质的量之比是多少?

分析 先写出 Cl_2 和 FeBr_2 完全反应的化学方程式,然后再用三段量计算模式套用,在这里设 Cl_2 和 FeBr_2 的物质的量分别为1mol、2mol。

解 $3\text{Cl}_2 + 2\text{FeBr}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3 + 2\text{Br}_2$
 起始量: 1 mol 2 mol 0 mol 0 mol
 反应量: 1 mol 2/3 mol 2/3 mol 2/3 mol
 剩余量: 0 mol 4/3 mol 2/3 mol 2/3 mol

剩余的 FeBr_2 和生成的 Br_2 又会发生反应,用三段量法进行分析如下。

$2\text{FeBr}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeBr}_3$
 起始量: 4/3 mol 2/3 mol 0 mol
 反应量: 4/3 mol 2/3 mol 4/3 mol
 剩余量: 0 mol 0 mol 4/3 mol

反应后混合物中 FeCl_3 、 FeBr_3 的物质的量分别为2/3 mol、4/3 mol,化简得物质的量之比1:2。

例2 常温常压下,将盛有30 mL NO和 NO_2 混合气的试管倒立在水中,经足够时间,试管内剩余16 mL气体,求①原混合气体中NO和 NO_2 各是多少毫升?②最后剩余的气体中原来的NO和新生成的NO的物质的量之比是多少?

分析 NO气体难溶于水, NO_2 能跟水反应,且反应的产物为 HNO_3 和NO,原来30 mL混合气体中NO仍然在最后剩余的16 mL气体中。下面用三段量法来进行解答。

解 设30 mL混合气体中NO的体积为x mL,则 NO_2 的体积为(30-x) mL,新生成的NO

的体积为(16-x) mL。(根据阿伏加德罗定律知道,在同温同压下,对于气体物质而言,其物质的量之比等于体积之比也等于化学计量数之比)

$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
 起始量: (30-x) mL 0 mL
 反应量: 3(16-x) mL (16-x) mL
 剩余量: 0 mL (16-x) mL

在反应中,水是过量的, NO_2 全部参加反应,没有剩余,可得到等式(30-x) mL = 3(16-x) mL,解得x=9 mL,即原混合气体中NO的体积为9 mL,则原混合气体中NO和 NO_2 的物质的量分别为9 mL和21 mL。NO的体积在反应前后没变,则最后剩余的气体中原来的NO和新生成的NO的物质的量之比是9:7。

2. 溶液中与离子浓度有关的计算问题

例3 0.2 mol/L的 NH_4Cl 和0.1 mol/L的NaOH等体积混合,则溶液中各离子浓度的大小顺序为_____。

分析 这是一道有关电解质溶液离子浓度大小的比较问题,涉及到化学反应的计算,再结合溶液中的各类平衡问题进行分析。

解 设0.2 mol/L的 NH_4Cl 和0.1 mol/L的NaOH的体积均为1L,则

$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$
 起始量: 0.2 mol 0.1 mol 0 mol 0 mol
 反应量: 0.1 mol 0.1 mol 0.1 mol 0.1 mol
 剩余量: 0.1 mol 0 mol 0.1 mol 0.1 mol

经过三段量法进行分析最后溶液中 NH_4Cl 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、NaCl的物质的量均为0.1 mol(假设这些物质在溶液中尚未电离),NaOH的量不足已反应完全。等浓度的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离程度大于 NH_4Cl 的水解程度,所以溶液显碱性,即 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 。溶液混合后,体积变为2L,则 $c(\text{NH}_4^+) \geq 0.05 \text{ mol/L}$ ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离又向溶液中补充了一定量的 NH_4^+) $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ ▶

从2014年高考试题再看电解池中离子的放电规律

河北省正定中学 050800 汪义恒
河北省石家庄市教育科学研究所 050011 孟丽慧

一、问题的提出

作为电解池的一个重要内容,电极反应一直是高考命题的热点。一些教辅书上这样总结阴、阳离子在电解池两极的放电规律(两极均为惰性电极):阳离子在阴极放电,阴离子在阳极放电。一些中学课堂上也有类似的教学现象出现,事实果真如此吗?2014年一些省市的高考试题恰恰与之相反。

二、高考试题呈现出的“反常”

1. 阳离子在阳极放电

2014年全国新课标卷Ⅱ题27:(3) PbO_2 可由 PbO 与次氯酸钠溶液反应制得,反应的离子方程式为



PbO_2 也可以通过石墨为电极, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的混合溶液为电解液电解制取。阳极发生的电极反应式为 $\text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$ 阴极观察到的现象是石墨上包上铜镀层;若电解液中不加入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 阴极发生的电极反应式为 $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb} \downarrow$ 这样做的主要缺

点是不能有效利用 Pb^{2+} 。

按照教辅书上总结的规律,阳极上放电的应该是溶液中的阴离子。而结合题意,电解法制取的 PbO_2 应该是溶液中的阳离子(Pb^{2+}) 在阳极放电生成的。 $\text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbO}_2$ 是一个失电子的氧化反应过程,阳极上应该发生的恰恰是氧化反应。

2014年四川卷题11:(4) MnO_2 可作超级电容材料。用惰性电极电解 MnSO_4 溶液可制得 MnO_2 ,其阳极的电极反应式是 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ 。

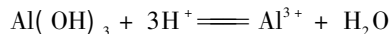
分析思路与上题完全相同。电解法制取的 MnO_2 不是溶液中的阴离子在阳极放电生成的,而应该是溶液中的阳离子(Mn^{2+}) 在阳极放电生成的。 $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}_2$ 是一个失电子的氧化反应过程,阳极上应该发生的恰恰是氧化反应。

2. 阴离子在阴极放电

2014年山东卷题30:离子液体是一种室温熔融盐,为非水体系,由有机阳离子、 Al_2Cl_7^- 和 AlCl_4^- 组成的离子液体作电解液时,可在钢制品上电镀铝。(1) 钢制品应接电源的负极,已知电

解液中剩余的 3 mol H^+ 和生成的 $4 \text{ mol Al}(\text{OH})_3$ 量又要发生化学反应:

溶液中剩余的 3 mol H^+ 和生成的 $4 \text{ mol Al}(\text{OH})_3$ 量又要发生化学反应:



起始量: 4 mol 3 mol 0 mol

反应量: 1 mol 3 mol 1 mol

剩余量: 3 mol 0 mol 1 mol

3. 在离子方程式书写中的应用

例4 4 mol/L 的 NaAlO_2 溶液和 7 mol/L 的 HCl 等体积均匀混合,写出该反应的离子方程式_____。

分析 这是一道确定反应物量的离子方程式书写的题,只要确定生成物中各量的关系即可,先设溶液的体积为 1 L,利用三段量法分析如下:

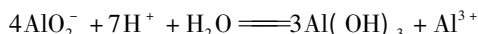


起始量: 4 mol 7 mol 0 mol

反应量: 4 mol 4 mol 4 mol

剩余量: 0 mol 3 mol 4 mol

经分析 4 mol AlO_2^- 和 7 mol H^+ 反应生成 3 mol $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 1 mol Al^{3+} 则该反应的离子方程式为



这篇文章仅仅是笔者近几年教学实践中一点粗浅的认识和体会,关于三段式的分析问题模式还在进一步摸索和探究中。

(收稿日期:2015-10-15)