

守恒法在化学计算题中的应用

吉林省梅河口市第五中学 135000 祝 岩

摘 要:在高中化学教学中,化学计算题对于学生来说难度较大,计算方法显得尤为重要,而守恒法是计算题解决的一种常用的有效方法,研究和总结守恒法的内容和使用方法,并举例说明守恒法的解题技巧。

关键词:高中化学;计算题;守恒法

高中化学计算中守恒法是非常重要的方法与技巧之一,也是其中应用最多的方法。在化学计算中涉及物质越多,变化越复杂,守恒法的使用显得越重要,从复杂的变化中发现某个量的守恒关系,避开书写繁琐的化学方程式,也无需建立物质之间的关系式,不仅可以提高解题速度,而且可以提高解题的准确度。

高中化学计算中常用的守恒关系有三种,分别是:质量守恒、电荷守恒、电子守恒。

质量守恒定律的内容是,反应前后物质的质量相等,即参加化学反应的各物质的质量总和等于反应后生成的各物质的质量总和。任何化学反应均遵循质量守恒。有时也可以用于某一元素原子或原子团的质量或物质的量反应前后保持不变的计算。

例 1 由氧化铜和氧化铁的混合物 $a\text{ g}$, 加入 $2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸溶液 50 mL , 恰好完全溶解, 若将 $a\text{ g}$ 的该混合物在过量的 CO 气流中加热充分反应, 冷却后剩余固体的质量为()。

- A. $1.6a\text{ g}$ B. $(a-1.6)\text{ g}$
C. $(a-3.2)\text{ g}$ D. 无法计算

解析 氧化铜和氧化铁与硫酸反应后生成对应的硫酸盐和水, 由电荷守恒可知氧化物中氧原子的物质的量等于生成硫酸盐中硫酸根的物质的量等于硫酸的物质的量 $n(\text{O}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05\text{ L} = 0.1\text{ mol}$, 质量为 1.6 g 。相同质量的该混合物在过量的 CO 气流中加热充分反应, 冷却后剩余固体是金属, 其质量为 $(a-1.6)\text{ g}$, B 正确。

电荷守恒包括溶液中阳离子所带正电荷总数等于阴离子所带负电荷总数、化合物中正负化合价代数和为零、离子反应中反应前后电荷数相等的情况。溶液中的电荷守恒通常用于计算某种离子的浓度或物质的量等物理量, 化合物中主要用于计算元素的化合价, 离子反应中主要用于化学方程式配平、确定缺项的物质等等。

例 2 NaNO_2 是一种食品添加剂, 它与酸性高锰酸钾可发生反应 $\text{MnO}_4^- + \text{NO}_2^- + \text{X} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ (未配平), 下列说法正确的是()。

- A. 生成 1 mol NaNO_3 需消耗 0.4 mol KMnO_4
B. 反应过程中溶液的 pH 值减小
C. 该反应中 NO_2^- 被还原
D. X 可以是盐酸

解析 由电荷守恒可知, X 应带正电荷, 由原子守恒可知, 应为 H^+ , 故该离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{NO}_2^- + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$, 由离子方程式可知生成 5 mol NaNO_3 需要消耗 2 mol KMnO_4 , A 项正确。由于反应中消耗 H^+ , 所以溶液的 pH 升高, 所以 B 错误。该反应中 NO_2^- , N 元素化合价升高被氧化, C 错误。盐酸可以被高锰酸钾氧化, 所以 X 不可以是盐酸, D 错误。

电子守恒规律是指在任何氧化还原反应中得失电子守恒、化合价升降守恒, 即氧化剂得到电子的数目与还原剂失去电子的数目相等, 或者氧化剂化合价降低总数等于还原剂化合价升高总数。首先, 标出物质中元素的化合价, 找出价态发生变化的元素。第二根据“升、失、氧、降、得、还”找出氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物。第三, 根据化合价升降 (即得失电子数) 相等, 列出电子守恒等式进行计算, $n(\text{氧化剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值 (高价 - 低价的绝对值)} = n(\text{还原剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值 (高价 - 低价的绝对值)}$ 。

例 3 1.52 g 铜镁合金完全溶解于 50 mL 密度为 1.40 g/mL 、质量分数为 63% 的浓硝酸中, 得到 NO_2 和 N_2O_4 的混合气体 1120 mL (标准状况), 向反应后的溶液中加入 1.0 mol/L NaOH 溶液, 当金属离子全部沉淀时, 得到 2.54 g 沉淀。下列说法不正确的是()。

- A. 该合金中铜与镁的物质的量之比是 $2:1$
B. 该浓硝酸中 HNO_3 的物质的量浓度是 14.0 mol/L

C. NO_2 和 N_2O_4 的混合气体中, NO_2 的体积分数是 80%

D. 得到 2.54g 沉淀时, 加入 NaOH 溶液的体积是 600mL

解析 首先, 根据质量守恒, 铜镁合金的质量 1.52g 加上与铜镁离子结合的氢氧根的质量等于沉淀的质量 2.54g, 所以, 氢氧根的质量为 $2.54\text{g} - 1.52\text{g} = 1.02\text{g}$, 物质的量为 $1.02\text{g} / 17\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.06\text{mol}$, 由于每个铜原子和镁原子失去的电子数都是 2, 所以铜镁合金的物质的量为电子的 $1/2$, 即 0.03mol, 设铜为 $x\text{mol}$, 镁为 $y\text{mol}$, $x + y = 0.03$, $64x + 24y = 1.52$, 解得 $x = 0.02\text{mol}$, $y = 0.01\text{mol}$, 两者物质的量之比为 2:1, A 正确. 该浓硝酸的物质的量浓度可以通过和质量分数之间的换算公式计算: $c = 1000 \times 1.40 \times 63\% / 63 = 14.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确. 根据电子守恒, 生成 NO_2 和

N_2O_4 的混合气体 1120mL, 即 0.05mol, 设 NO_2 为 $x\text{mol}$ 和 N_2O_4 为 $y\text{mol}$, $x + y = 0.05$, HNO_3 生成 NO_2 得到 1 个电子, 生成 N_2O_4 得到 2 个电子, 所以, $x + 2y = 0.06$, 解得 $x = 0.04\text{mol}$, $y = 0.01\text{mol}$, NO_2 的体积分数为 80%, C 正确. 反应后的溶液中一定有硝酸铜和硝酸镁, 不能确定硝酸的存在, 但是所加入的氢氧化钠一定都转化为硝酸钠, 因此, 根据氮原子守恒, 硝酸的总量等于硝酸盐和气体所含氮原子的和, $n(\text{NaOH}) = n(\text{NO}_3^-) = 14\text{mol/L} \times 0.05\text{L} - 0.04\text{mol} - 2 \times 0.01\text{mol} = 0.64\text{mol}$, 因此, $V(\text{NaOH}) = 0.64\text{mol} / 1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.64\text{L} = 640\text{mL}$. 因此, 不正确的答案为 D.

化学计算题应用守恒法可以化繁为简, 提高解题的速度, 增强学习的兴趣, 在教学过程中应该注重对学生解题思路的引导, 学生在头脑中建立起守恒法思维.

高考新常态——有机合成路线的设计

浙江省绍兴市鲁迅中学 312000 李大艳

摘要: 通过研究近几年高考中有机合成路线题, 分析试题特点, 并且结合具体例题对不同特点的试题进一步分析, 归纳出有机合成路线题的备考指南.

关键词: 有机合成路线; 高考; 解题策略

有机合成路线设计题通常以化工新产品、新材料及医药新产品等为目标产物, 指定原料合成. 考查考生对各个有机官能团的掌握, 对有机物化学性质的活学活用, 对有机知识的综合应用能力, 同时往往会有一些陌生的知识点以信息的形式给出, 更能考查考

生接受新信息、吸收新信息、整合信息的能力, 因此备受命题专家的青睐, 也逐渐成为有机试题考试中的新常态.

一、考查频率

年份	2014	2015	2016
试卷	全国新课标卷 I · 38 题(5) 全国新课标卷 II · 38 题(5) 江苏卷 · 17 题(5) 海南卷 · 18 题(6) 上海卷 · 50 题	全国新课标卷 I · 38 题(6) 天津卷 · 8 题(5) 浙江卷 10 月选考 · 32 题(5) 江苏卷 · 17 题(4) 上海卷 · 44 题	全国新课标卷 I · 38 题(6) 全国新课标卷 III · 38 题(6) 北京卷 · 25 题(7) 天津卷 · 8 题(5) 浙江卷 4 月选考 · 32 题(2) 浙江卷 10 月选考 · 32 题(5) 江苏卷 · 17 题(4) 上海卷 · 43 题

二、解题策略

1. 有机合成路线题的解题思路

其中为保证合成路线的原理正确, 需关注以下 3 个方面:

(1) 切忌“创造”反应. 我们可以直接使用或模拟使用的反应只有两类: 课本上出现的反应和从题目信息中获取的反应. 不要凭空“创造”或“捏造”出一些反应.

作者简介: 李大艳, 中学一级教师, 浙江绍兴鲁迅中学.