

“极限思维”在高中化学计算题中的妙用

江苏省无锡市第三高级中学 214028 顾 远

本文通过几道典型试题的分析,探讨如何在化学计算中渗透极限思维,巧妙分析和处理疑难的化学问题,进一步提高学生处理化学问题的能力。

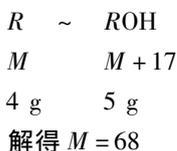
一、与混合物相关化学计算中的“极限思维”

高中化学中有关混合物的问题通常涉及物质的组成成分的确定,若用平常的计算方式很难得出正确的答案,这里我们不妨运用“极值”思想结合平均值原理进行处理,相信会得到意想不到的效果。

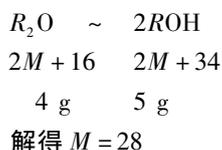
例 1 一种碱金属与其氧化物组成的混合物 4.0 g,与足量水完全反应后蒸发溶液,最后得到干燥固体 5.0 g,此碱金属可能是()。

A. Li B. Na C. K D. Rb

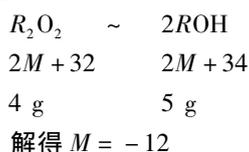
解析过程 (1) 假定 4.0 g 物质全是金属单质 R,则



(2) 假定 4.0 g 物质全是氧化物设为 R_2O ,则



(3) 假定 4.0 g 物质全是过氧化物,设为 R_2O_2 ,则



由此可见,过氧化物、超氧化物等复杂氧化物均不符合题意,由于 4.0 g 混合物是由单质和氧化物组成,则 R 相对原子质量介于 28~68 之间;在四个答案中只有钾,答案为 C。

小结反思 本题若对选项逐一列式尝试、淘汰过程比较复杂繁琐,而选择“极值”法处理起来显得十分方便快捷,可收到事半功倍的效果。

二、与可逆反应相关化学计算中的“极限思维”

在可逆反应中由于反应不能完全进行到底,

足阴阳离子电荷守恒。

例 3 实验室欲配置一种仅含四种离子(不考虑水电离的离子)的溶液,且溶液中四种离子的浓度均为 1 mol/L,能达到此目的是()。

- A. Al^{3+} 、 K^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}
 B. Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
 C. ClO^- 、 I^- 、 Na^+ 、 K^+
 D. Cl^- 、 Al^{3+} 、 NO_3^- 、 HCO_3^-
 E. NO_3^- 、 Cl^- 、 Fe^{3+} 、 $C_6H_5O^-$

解析 选 B。C 项中的 ClO^- 具有较强的氧化性, I^- 具有还原性,两者发生氧化还原反应,不能共存。D 项中的 Al^{3+} 和 HCO_3^- 发生双水解反应,不能共存。E 项 Fe^{3+} 与 $C_6H_5O^-$ 发生络合反应而不能大量共存,排除 C、D、E。由于四种离子的浓度均为 1 mol/L, A 选项不满足电荷守恒。

(收稿日期:2013-07-15)

三、“其他”条件型

1. “氧化还原反应”条件型

发生氧化还原反应的离子不能大量共存,例如: Fe^{3+} 与 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 I^- ; H^+ 与 $S_2O_3^{2-}$; SO_3^{2-} (H^+) 与 S^{2-} ; MnO_4^- (H^+) 与 Cl^- ; NO_3^- (H^+) 与 S^{2-} 、 HS^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 Br^- 、 I^- 等不能大量共存。

2. “双水解反应”条件型

发生双水解反应的离子不能大量共存,例如: Fe^{3+} 与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 AlO_2^- ; Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 S^{2-} 、 HS^- 、 AlO_2^- ; NH_4^+ 与 AlO_2^- 等会发生双水解反应而不能大量共存。

3. “络合反应”条件型

发生络合反应的离子不能大量共存,例如: SCN^- 与 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ; Fe^{3+} 与 $C_6H_5O^-$ 等离子发生络合反应而不能大量共存。

4. “遵循电荷守恒”条件型

离子共存除了要满足以上条件之外,还要满

要想准确分析得出反应物和生成物的量有一定的困难,若运用极限思维将可逆反应看成向左或向右进行完全的反应,这样可以准确、迅速得出答案。

例 2 在密闭容器中进行的可逆反应:



已知 X、Y、P、Q 初始的物质的量分别为 0.1 mol、0.4 mol、0.2 mol、0.3 mol;当该反应达到平衡后,下列物质中物质的量错误的是()。

- A. $n(X) = 0.15 \text{ mol}$ B. $n(Y) = 0.9 \text{ mol}$
 C. $n(P) = 0.3 \text{ mol}$ D. $n(Q) = 0.55 \text{ mol}$

解析过程 假设该反应完全向正反应方向进行则:

	$X(g) + 4Y(g) \rightleftharpoons 2P(g) + 3Q(g)$			
起始量/mol	0.1	0.4	0.2	0.3
极限量/mol	0	0	0.4	0.6

假设该反应完全向逆反应方向进行则:

	$X(g) + 4Y(g) \rightleftharpoons 2P(g) + 3Q(g)$			
起始量/mol	0.1	0.4	0.2	0.3
极限量/mol	0.2	0.8	0	0

实际上该反应是可逆反应,完全沿着哪一个方向进行都是不可能完全;题中涉及的各物质的量满足: $0 < n(X) < 0.2$ $0 < n(Y) < 0.8$ $0 < n(P) < 0.4$ $0 < n(Q) < 0.6$,则答案为 B。

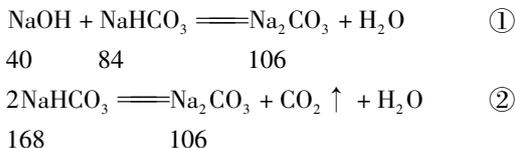
小结反思 本题主要考查有关可逆反应中物质的量问题,关键在于利用“极限思维”将可逆反应看成是单一方向的完全反应,确定各物质的量变化范围。

三、与多元反应相关化学计算中的“极限思维”

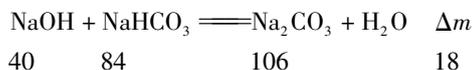
由于反应物中各物质的量未知,可能发生多元反应的化学方程式的计算中,可以利用“极限思维”进行分析判断,根据题意找到恰当的解题“突破口”。

例 3 已知 NaOH 和 NaHCO₃ 混合物总质量为 18.4 g,经过加热 250℃ 后得到 16.6 g 冷却的剩余固体;求混合物中 NaOH 质量分数。

解析过程 根据题意,可能涉及反应:



若 18.4 g 全是 NaOH,经过加热质量不减少即剩余物还是 18.4 g;若全是 NaHCO₃,按照②发生反应,可计算剩余物为 11.6 g;若 18.4 g 混合物恰好按照①完全反应,经过计算剩余物为 15.7 g;结合题意可得: $15.7 \text{ g} < 16.6 \text{ g} < 18.4 \text{ g}$,所以 NaOH 过量。



$$x = 8.4 \text{ g} \quad 18.4 \text{ g} - 16.6 \text{ g} = 1.8 \text{ g}$$

$$\text{则 } m(\text{NaOH}) = 18.4 \text{ g} - 8.4 \text{ g} = 10 \text{ g}$$

$$\text{NaOH 质量分数: } \frac{10 \text{ g}}{18.4 \text{ g}} \times 100\% = 54.3\%$$

小结反思 本题中主要利用极限思维进行反应物何者过量问题的判断,利用这种思维方法显得方便、快捷、直观。

四、与有机化学相关化学计算中的“极限思维”

高中有机化学中经常遇到已知有机物分子式(结构式)求碳所占比重的最值问题。对于这类问题可以将通式转化成与碳原子数相关的函数问题,在讨论函数增减性中运用“极限思维”,巧用数学中的极限公式求出极值。

例 4 在同系物 C₁₀H₈(萘)、C₁₆H₁₀(芘)、C₂₂H₁₂(苯并芘)……中,碳的最大百分含量()。

- A. 100% B. 93.75% C. 56% D. 97.3%

解析过程 注意观察题中三种同系物的分子式不难发现其中规律,列出通项式 C_{6n+4}H_{2n+6}。当 n→∞ 时,含碳质量百分含量达到最大值。

$$\begin{aligned} w(\text{C})_{\max} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{12(6n+4)}{12(6n+4) + 2n+6} \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{12 \times 6 + \frac{12 \times 4}{n}}{(12 \times 6 + 2) + \frac{12 \times 4 + 6}{n}} = \frac{12 \times 6}{12 \times 6 + 2} = 97.3\% \end{aligned}$$

小结反思 本题中巧妙将化学计算问题等价转化成数学极限问题,这也是解决本题的关键之处。

总而言之,化学计算中引入极限思维的思想是利用数学工具处理化学问题的重要表现,将这种方法的巧妙、合理的运用到化学计算题中可以使复杂繁琐的化学问题得以简化。

(收稿日期:2013-10-23)