

终态分析法解题例析

左东方

(山东省青州第六中学, 山东青州 262508)

摘要: 认为终态分析法是解析较繁杂的计算型试题的一种好方法。通过几个典型的化学计算例题的解析, 介绍了终态分析法在化学解题中的思想方法和解题技巧, 并做了适当的评析, 为指导学生解题提供参考。

关键词: 终态分析法解题; 化学计算题; 化学教学

文章编号: 1005-6629(2013)10-0067-02

中图分类号: G633.8

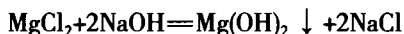
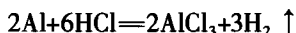
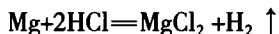
文献标识码: B

在高中化学教学过程中, 时常会遇到题目反应很多, 变化很多, 比较繁杂的一类计算型试题, 学生反映解答很麻烦, 找不到更好的思路, 笔者根据多年教学经验, 总结出较成熟的一种分析和解答试题的方法——终态分析法。纵观其他几位老师的论文, 对于终态分析法的界定, 都是“只需考虑反应的最终结果”^[1], “关注最终组成”^[2], “从产物的最终组成或者始态与终态的守恒关系进行整体分析”^[3], 从而快速作答。然而此类问题的终态不一定是真正的最终状态, 而是反应变化过程中的某一个特定状态, 并且大多只分析例题却缺少针对性练习。

本文通过几个典型例题, 解析终态分析法在化学解题中的应用, 帮助大家更好地指导学生解题。所谓终态分析法, 就是抓住反应变化过程中的某一个特定状态 (不一定是真正的最终状态), 通过分析其组成成分, 然后结合原子 (电子) 守恒的使用, 快速地抓住反应本质, 巧妙地解题的方法。它适用于题目反应很多、变化很多、比较繁杂的一类计算型试题。它的最大的优点, 是避免了题目中复杂的反应变化过程, 巧妙地抓住题目的“七寸”, 从而快速作答。这种方法的核心就是如何分析和确定题目的终态。现举例分析:

例 1 10.2 g Mg、Al 混合物溶于 4 mol/L 的 HCl 500 mL 中, 若加入 2 mol/L 的 NaOH 溶液使其沉淀, 则完全沉淀时需 NaOH 溶液体积为 _____ mL。

解析: 本题发生的反应包括:



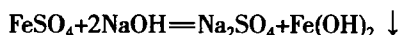
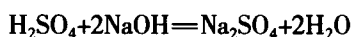
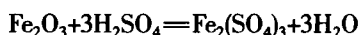
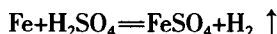
常规方法先设定 Mg 和 Al 的质量, 分别计算消耗的 HCl 和剩余的 HCl, 以及生成的 MgCl₂ 和 AlCl₃, 然后再求各自消耗的 NaOH 的量, 加和后求解。这样繁杂

的计算, 学生不容易理清头绪, 进行逐步计算。

现用终态法分析: 完全绕过 4 个具体的反应, 抓住沉淀完全时刻作为本题的终态。此时溶液中的成分只有 NaCl, 根据 Na 和 Cl 的原子守恒, 则有 $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 4 \text{ mol/L} \times 0.5 \text{ L}$, 所以 $V(\text{NaOH})$ 为 $4 \text{ mol/L} \times 0.5 \text{ L} \div 2 \text{ mol/L} = 1 \text{ L}$ 。

例 2 在 Fe 和 Fe₂O₃ 的混合物中, 加入稀 H₂SO₄ 200 mL, 放出 H₂ 1.68 L (STP), 反应停止后, 溶液中无 Fe³⁺, 为了中和过量的 H₂SO₄ 并使 Fe²⁺ 完全转化为 Fe(OH)₂ 沉淀, 共用去 3 mol/L 的 NaOH 溶液 200 mL。则稀 H₂SO₄ 的物质的量浓度为 _____。

解析: 本题同样涉及很多反应:



常规方法先设定 Fe 和 H₂SO₄ 的物质的量, 再根据生成的 H₂ 和消耗的 NaOH 以及 Fe²⁺ 和 Fe³⁺ 的转化列方程组求解, 关系繁杂, 学生无法具体计算。

用终态法分析: 本题同样不纠缠 5 个具体反应, 抓住 Fe²⁺ 完全转化为 Fe(OH)₂ 沉淀时, 以溶液中的成分作为终态。此时溶液中的成分只有 Na₂SO₄, 则有 $n(\text{SO}_4^{2-}) = 2n(\text{Na}^+)$ 。再根据 Na⁺ 和 SO₄²⁻ 的原子守恒, 可得:

$$n(\text{Na}^+) = n(\text{NaOH}) = 3 \text{ mol/L} \times 0.2 \text{ L} = 0.6 \text{ mol}$$

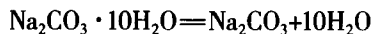
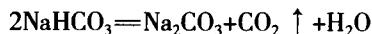
$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.5 \times 0.6 \text{ mol} = 0.3 \text{ mol}$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.3 \text{ mol} \div 0.2 \text{ L} = 1.5 \text{ mol/L}$$

例 3 把 NaHCO₃ 和 Na₂CO₃ · 10H₂O 共 4.54 g 溶于水得 100 mL 溶液, 测得其中 Na⁺ 的物质的量浓度为 0.4 mol/L, 若将原混合物在 250℃ 加热至恒重, 所得固体的质量是多少?

解析: 该题中的反应有: NaHCO₃ 和 Na₂CO₃ · 10H₂O

的溶解,得到混合液中的 Na^+ 。



先设定 NaHCO_3 和 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的质量,利用质量守恒和 Na 原子守恒列方程组解出各自的量,再根据 NaHCO_3 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 分解反应计算各自质量,最后加和。分步计算也很显繁琐,极易出错。

用终态法分析:加热至恒重时为终态。此时固体的成分只有 Na_2CO_3 。根据 Na 的原子守恒,全部来源于原来的混合物,而其中所有的 Na 在溶解时全部成为 Na^+ ,所以:

$$n(\text{Na}^+) = 0.4 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.04 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1/2 \times n(\text{Na}^+) = 1/2 \times 0.04 \text{ mol} = 0.02 \text{ mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.02 \text{ mol} \times 106 \text{ g/mol} = 2.12 \text{ g}$$

例 4 $a \text{ g}$ 铁粉与一定量的硝酸在一定条件下充分反应,将生成的气体与标准状况下 $b \text{ L}$ 氧气混合;恰好能被水完全吸收,则 a 和 b 的关系可能是()。

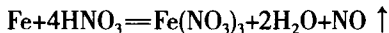
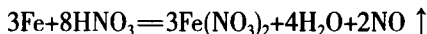
A. $b > 0.3a$

B. $b < 0.2a$

C. $0.2a < b < 0.3a$

D. 无法确定

解析:本题有关的反应有:



硝酸的浓度和用量未确定,因而生成硝酸铁、硝酸亚铁或两者的混合物不能确定,无法具体定量。

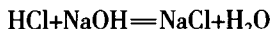
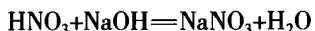
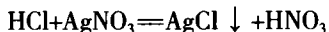
用终态法分析:恰好能被水完全吸收时作为终态,此时溶液成分只有硝酸。即硝酸的还原产物与氧气混合后最终还是生成硝酸,这样消耗的氧气相当于把 $a \text{ g}$ 铁氧化成 +2 价或 +3 价化合物,根据电子守恒:

$$\text{当铁氧化成 +2 价时, } b = (2 \times 22.4a) / (4 \times 56) = 0.2a,$$

当铁氧化成 +3 价时, $b = (3 \times 22.4a) / (4 \times 56) = 0.3a$, 故选 C。

例 5 向 7.3 g 未知浓度的盐酸中加入 3.4 g 10% 的 AgNO_3 溶液, AgNO_3 完全反应后,再加 8 g 5% 的 NaOH 溶液时,恰好完全中和,求盐酸中溶质的质量分数为多少?

分析:有关的反应有:



常规解法是先求 AgNO_3 反应消耗的盐酸的量和生成的 HNO_3 的量,再求 HNO_3 消耗的 NaOH 的量, NaOH 的总量减去 HNO_3 消耗的 NaOH 的量为中和过剩盐酸的 NaOH 的量。如此计算太复杂,且易出错。

用终态法分析:这样考虑可使问题简化: $\text{HCl} \rightarrow \text{HNO}_3$, $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaOH}$, 求 $\text{HCl} \rightarrow \text{NaOH}$ 。 HNO_3 可看作该反应中的二传手 $\text{HCl} \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaOH}$, 故可忽略 HNO_3 的生成,将问题简化为 $\text{HCl} \rightarrow \text{NaOH}$ 的关系。

解:设盐酸中溶质的质量分数为 x , 则:



$$36.5 \quad 40$$

$$7.3x \text{ g} \quad 8\text{g} \times 5\%$$

$$36.5/7.3x \text{ g} = 40/8 \text{ g} \times 5\%, x = 5\%。$$

模拟练习:

1. 向 100 mL 3 mol/L 的 CuSO_4 溶液中通入标准状况下的 H_2S 气体 3.36 L , 再向混合液中滴加 3 mol/L NaOH 溶液,当溶液的 $\text{pH}=7$ 时,滴入的 NaOH 溶液的体积为_____。

2. 实验室把 29 g Fe 和 S 的混合物在密闭条件下加热反应后,冷却至室温,再与足量稀 H_2SO_4 反应,得气体 8.4 L (STP), 求 Fe 和 S 的物质的量之比。

3. 1.08 g Al 粉加入 100 mL 0.6 mol/L 的 HCl 中,反应后,再加入 0.5 mol/L 的 NaOH 溶液_____ mL 才使 Al 粉刚好溶解且得澄清溶液。

4. 将 1 g 未被氧化的 Al 片投入盛有 200 mL 2 mol/L 的 H_2SO_4 中,反应后,若要将其中的 Al^{3+} 完全沉淀,需要加入 2 mol/L 的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ _____ mL 。

5. 将 C 和 CaCO_3 混合物在空气中充分加热,使之完全反应,得到 CO_2 的质量与原混合物的质量相等。求原混合物中 C 的质量分数。

解析提示:

1. 当溶液的 $\text{pH}=7$ 时为终态,此时溶液成分为 Na_2SO_4 。答案为 200 mL 。

2. 得气体 8.4 L (STP) 为终态,气体的量只与 Fe 有 1:1 对应关系。答案为 3:2。

3. 使 Al 粉刚好溶解且得澄清溶液为终态,此时溶液成分为 NaAlO_2 和 NaCl 。答案为 200 mL 。

4. Al^{3+} 完全沉淀为终态,此时溶液成分为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。答案为 400 mL 。

5. 原混合物中 C 的质量分数即为 CO_2 中 C 的质量分数。答案为 27.27% 。

参考文献:

[1] 刘敬. 解化学计算题的终态分析法 [J]. 中学化学教学参考, 2004, (3): 42~43.

[2] 周维青, 杨兴多. 运用终态分析法 巧解化学计算题 [J]. 中学生数理化(高考版), 2009, (4): 62~64.

[3] 唐纪轩. 运用终态分析法解题的四种策略 [J]. 化学教学, 2008, (11): 67~70.