



始态、终态分析法



◇ 山东 张则聪

有些化学计算题,反应物要发生多步化学反应,分步计算会很繁琐.其实这是一个陷阱,如果我们淡化这些中间过程,利用物质在反应中的原子守恒关系或者电子转移守恒关系,分析反应物的初始状态和最终呈现状态,就会简化思维,找到最便捷、最有效的解题途径.

下面笔者通过对几道典型化学计算题的剖析,以期体现运用始态、终态分析法解化学计算题的基本思路和策略.

1 根据原子守恒

化学反应的过程就是原子的重新组合过程,反应物质虽然发生一系列复杂的变化,但原子数目始终不变,在反应中要以关键原子为线索,顺藤摸瓜,把握它的开始和最终呈现形式.

例 1 将一定量的钠铝合金置于水中后,合金全部溶解,得到 30 mL pH=14 的溶液,然后用 1 mol·L⁻¹ 的盐酸滴定到沉淀质量最大时,消耗 60 mL 的盐酸,原合金中钠的质量为().

- A 0.92 g; B 1.38 g;
C 0.46 g; D 0.69 g

解析 经过连续的反应,第 1 过程: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, $2\text{NaOH} + 2\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$; 第 2 过程: $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{HCl} + \text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaCl} + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$. 当沉淀质量达到最大时,钠元素和盐酸中的氯元素全部以 NaCl 的形式存在,所以就根据原子守恒关系:

始态	~	终态
Na	~	HCl ~ NaCl
23 g	1 mol	1 mol
x		0.06 mol

解得 $x = 1.38 \text{ g}$.

答案 B.

例 2 有一在空气中暴露过的 KOH 固体,经分

析知其内含水 6.4%, K₂CO₃ 4.6%, KOH 89%, 若将此样品 1 g 加入到 15 mL 的 1 mol·L⁻¹ 硫酸溶液中,过量的硫酸再用 1.5 mol·L⁻¹ 的 KOH 溶液中和,中和后将溶液蒸干,求可得固体的质量.

解析 此题中发生的反应很多,但仔细分析可知:蒸发溶液后所得固体为硫酸钾, K₂SO₄ 中的 SO₄²⁻ 全部来自于 H₂SO₄ 中的 SO₄²⁻, 在整个过程中 SO₄²⁻ 守恒.

始态 终态

KOH ~ K₂SO₄

即 $n(\text{K}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4)$, 故 $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0.015 \text{ L} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 174 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.61 \text{ g}$.

2 根据电子转移守恒

氧化还原反应的过程,其本质是电子的转移过程,就像击鼓传花,电子在传递过程中,既不会增多也不能减少.氧化剂、还原剂都是电子的载体,对于多步的氧化还原计算过程,可以淡化中间的这种载体,然后综合判断,分析讨论.

例 3 将 50.00 mL 0.098 mol·L⁻¹ 的羟氨(NH₂OH)酸性溶液,与足量硫酸铁在煮沸条件下反应,生成的 Fe²⁺ 又恰好被 49.00 mL 0.040 mol·L⁻¹ 的酸性 KMnO₄ 溶液所氧化.在上述反应中,羟氨的氧化产物为().

- A NO₂; B NO; C N₂O; D N₂

解析 羟氨被 Fe³⁺ 氧化, Fe²⁺ 又被酸性 KMnO₄ 溶液所氧化.归根结底,羟氨失去电子被 KMnO₄ 得到. NH₂OH 中 N 为 -1 价,设羟氨的氧化产物中 N 元素为 x 价,由电子转移守恒可得:

$$[x - (-1)] \times 50.00 \text{ mL} \times 0.098 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = (7 - 2) \times 49.00 \text{ mL} \times 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 解得 } x = 1.$$

答案 C.

例 4 30 mL 一定浓度的硝酸溶液与 4.48 g 铜片反应,当铜完全溶解后,共收集到标准状况时的气体 2.24 L.

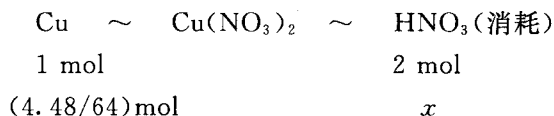
(1) 该硝酸溶液的物质的量浓度至少是多少?

(2) 若把装有这些气体的集气瓶倒立在盛水的水槽中,需通入多少 L 标准状况下的氧气才能使集气瓶充满溶液?

解析 (1) 铜与一定量的浓硝酸反应,随着硝酸浓度的降低,开始生成的还原产物是 NO₂, 后期生成的还原产物可能就是 NO, 所以难以确定铜分别与浓硝酸、稀硝酸反应的量.但是如果假设硝酸也恰好完全反应,产物中含有氮原子是 Cu(NO₃)₂ 和气

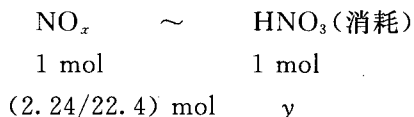


体两部分,铜溶解后生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, 根据 Cu 原子守恒, 得到关系式:



解得 $x=0.14 \text{ mol}$.

虽不能确定混合气体量的比例, 但如果把 2 种气体作为整体考虑, 而不区分有多少 NO_2 和 NO , 可根据反应前后氮原子守恒, 得到关系式:



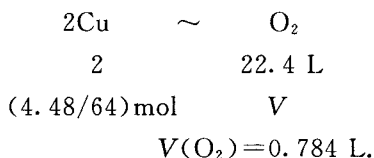
解得 $y=0.1 \text{ mol}$.

总共消耗 HNO_3 物质的量 $n=0.14+0.1=0.24 \text{ mol}$, 则该硝酸溶液的物质的量浓度至少为:

$$c(\text{HNO}_3)=0.24 \text{ mol} \div (30 \div 1000) \text{ L}=8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

(2) 混合气体将从铜中得到的电子传递给了氧气, 所以根据电子转移守恒, 铜失电子总数, 等于被还原的硝酸得到的电子总数等于氧气得到的电子总数, 得到最终关系式:

铜失的电子总数等于氧气得到的电子总数.



答案 (1) 至少 $8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

(2) 0.784 L .

小结 始态、终态分析法解题, 可以概括为“紧盯反应线索, 抓住反应本质, 巧妙跨越中态, 借助守恒关系, 利用终态列式”. 这对于某些中间反应过程复杂的化学计算, 若能运用原子守恒或电子转移守恒综合考虑, 可省去中间的各步计算, 使问题得以顺利解决.

链接练习

一定量的铝铁合金与 $300 \text{ mL } 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸反应, 生成 3.36 L 一氧化氮(标准状况下)和 3 价铁盐、铝盐, 再向反应后的溶液中加入 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液, 使铝、铁元素转化为沉淀, 则所加入 NaOH 溶液的体积是().

- A 150 mL ; B 200 mL ;
C 450 mL ; D 无法计算

链接练习参考答案

A.

(作者单位: 山东省胶南市实验中学)

限制条件下 同分异构体 的书写策略

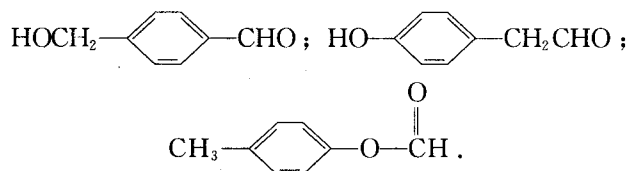
◇ 江苏 刘启成

从近年来的高考来看, 有机物同分异构体的书写已经从官能团的类别异构、位置异构和碳链异构的穷举法到满足限制条件的同分异构体的书写过程, 估计以后的高考还会延续这一考法. 从高考试卷分析和教学实践来看, 考生在书写时存在的问题.

例 1 (2011 年浙江卷, 有删改) 已知有机化合物 $\text{CH}_3\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 有多种同分异构体, 请写出符合下列条件的所有同分异构体的结构简式: _____.

① 能发生银镜反应; ② 含苯环且苯环上只有 2 种不同化学环境的氢原子.

解析 能发生银镜反应, 说明结构中含有醛基(注意也可能为甲酸某酯, 易遗漏); 含苯环且苯环上只有 2 种不同化学环境的氢原子, 说明苯环上有 2 个取代基且在对位, 结构简式有:



例 2 (2011 年安徽卷, 有删改) 已知 X 是 E

($\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$) 的同分异构体, X 分子中含有苯环, 且苯环上一氯代物只有 2 种, 则 X 所有可能的结构简式有 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NHCH}_3$ 、_____、_____.

_____.

解析 因为 X 中苯环上一氯代物只有 2 种, 所以若苯环上有 2 个取代基, 则只能是对位的, 这 2 个取代基分别是乙基和氨基或者是甲基和 $-\text{CH}_2\text{NH}_2$; 若有 3 个取代基, 则只能是 2 个甲基和 1 个