

## 分层思考解决多要素问题八例

江苏省石庄高级中学 226531 朱寿龙

由已知条件解决未知问题的过程中,有多重要素需考虑,如一并考虑,思维容量大且相互干扰,学生难以理解和接受。分层思考是指将解题需考虑的要素进行分析,先只考虑一个,再逐个考虑其他要素,最后解决问题的方法。现以近几年出现的典型考题为例,运用上述方法将解题的过程归纳如下。

**考点 1 以物质的量为中心的相关计算**

**题目** (节选自 2013 年江苏高考试题) 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法是否正确:

标准状况下 6.72 L  $\text{NO}_2$  与水充分反应转移的电子数目为  $0.1N_A$

**要素分析** 本题需考虑两个要素: 1. 研究对象: 从分子到电子; 2. 物理量: 从体积到微粒数。

**解题思路** 先考虑物理量的转换,再考虑研究对象的变化。标准状况下 6.72 L  $\text{NO}_2$  的物质的量为 0.3 mol, 分子数为  $0.3N_A$ 。由  $\text{NO}_2$  与水反应的方程式可知 3 个  $\text{NO}_2$  转移 2 个电子, 则  $0.3N_A$  个  $\text{NO}_2$  转移  $0.2N_A$  个电子, 上面的说法错误。

**考点 2 有机物同分异构体的判断**

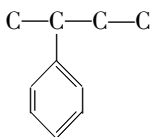
**题目** (2012 年海南高考试题) 分子式为  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$  的单取代芳烃, 其可能的结构有( )。

A. 2 种 B. 3 种 C. 4 种 D. 5 种

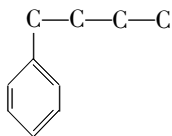
**要素分析** 本题需考虑两个要素: 1. 碳原子排列不同, 即碳链异构; 2. 苯环位置不同, 即官能团位置异构。

**解题思路** 先考虑碳链异构, 再考虑官能团位置异构。4 个碳原子有两种排列方式

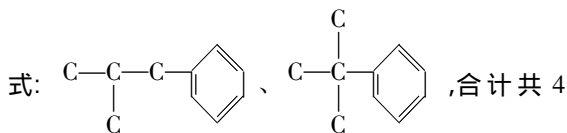
①  $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$  ②  $\begin{array}{c} \text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \\ \text{C} \end{array}$ 。对应①碳



链苯环有两种连接方式:



对应②碳链苯环有两种连接方



种, 答案选 C。烯烃、炔烃、含一个侧链的苯的同系物、饱和一元卤代烃、饱和一元醇、饱和一元醛、饱和一元脂肪酸的同分异构体的判断都可以采用上述方法。

**考点 3 离子浓度大小的比较**

**题目** (节选自 2011 年南通密卷) 物质的量浓度相等的下列溶液 ①  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; ②  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ; ③  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ; ④  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $c(\text{NH}_4^+)$  由大到小顺序是\_\_\_\_\_。

**要素分析** 本题需考虑两个要素: 1. 盐完全电离出  $\text{NH}_4^+$ ; 2.  $\text{NH}_4^+$  少部分水解

**解题思路** 根据电离方程式, ①溶液中  $c(\text{NH}_4^+)$  等于盐溶液的浓度, 其他溶液  $c(\text{NH}_4^+)$  等于盐溶液的浓度的 2 倍, 因此①溶液中  $c(\text{NH}_4^+)$  最小, 其它溶液相等。②溶液中  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  发生水解, 相互促进,  $c(\text{NH}_4^+)$  小于④溶液, ③溶液中  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{Fe}^{2+}$  发生水解, 相互抑制,  $c(\text{NH}_4^+)$  大于④溶液。因此,  $c(\text{NH}_4^+)$  由大到小顺序是 ③ > ④ > ② > ①。比较离子浓度大小时, 根据完全电离已经能区别大小, 则大小关系确定, 不能区别(相等)再考虑水解、弱电解质部分电离的影响。

**考点 4 反应热与热方程式的计算**

**题目** (节选自 2009 年天津理综试题) 已知:  $\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + 0.5\text{O}_2(\text{g})$   
 $\Delta H = -226 \text{ kJ/mol}$

根据以上热化学方程式判断, 下列说法是否正确:  $2\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$   $\Delta H > -452 \text{ kJ/mol}$

**要素分析** 本题需考虑两个要素: 1. 参加反应的物质的化学计量数; 2.  $\text{CO}_2$  的状态

**解题思路** 所求热方程式参加反应的物质的化学计量数为已知热方程式的 2 倍, 反应热也是 2 倍,  $\Delta H = -452 \text{ kJ/mol}$ 。等量的  $\text{CO}_2$  固体所含

的能量小于气体,所求反应放出的热量变小,因  $\Delta H$  为“-”,反而变大,上面的说法正确。

考点 5 化学平衡移动原理的应用

题目 (节选自 2013 年江苏高考试题) 一定条件下存在反应:  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ , 其正反应放热。现有两个相同的 2 L 恒容绝热(与外界没有热量交换) 密闭容器 I、II, 在 I 中充入 1 mol CO 和 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$ , 在 II 中充入 1 mol  $\text{CO}_2$  和 1 mol  $\text{H}_2$ , 700℃ 条件下开始反应。达到平衡时, 下列说法是否正确。

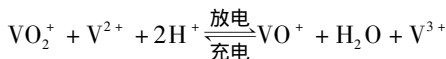
容器 I 中 CO 的物质的量比容器 II 中的多。

要素分析 本题需考虑两个要素: 1. 平衡建立的途径; 2. 平衡时反应体系的温度

解题思路 将 1 mol  $\text{CO}_2$  和 1 mol  $\text{H}_2$  按照化学计量数比换算成反应物得到 1 mol CO 和 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$ , 可知 I、II 达到平衡后, 是完全等效平衡, CO 的物质的量相等。因恒容绝热, 正反应放热, 所以平衡时容器 I 中温度高于容器 II, I 中反应逆向进行的程度大, CO 的物质的量比容器 II 中的多, 上面的说法正确。

考点 6 粒子(离子)浓度变化的确定

题目 (节选自 2010 年重庆高考试题) 全矾液流电池的工作原理为:



装置(如图 1 所示 a、b 均为惰性电极)。

充电时若转移的电子数为  $3.01 \times 10^{23}$  个, 左槽溶液中  $n(\text{H}^+)$  的变化量为 \_\_\_\_\_。

要素分析  $n(\text{H}^+)$  的变化量需考虑两个要素: 1. 电极反应过程中消耗或生成的  $\text{H}^+$ ; 2. 电解池工作过程中  $\text{H}^+$  定向移动产生电流所增加或者减少的  $\text{H}^+$ 。

解题思路 转移的电子数为  $3.01 \times 10^{23}$  个, 物质的量为 0.5 mol。根据工作原理结合装置图, 左槽(阳极) 电极反应式为  $\text{VO}_2^+ + \text{H}_2\text{O} - \text{e}^- = \text{VO}^+ + 2\text{H}^+$ , 生成的  $\text{H}^+$  数为转移电子数的 2 倍, 左槽增加的  $\text{H}^+$  为 1 mol。因转移电子的物质的量为 0.5 mol, 所以溶液中 0.5 mol  $\text{H}^+$  向阴极(右

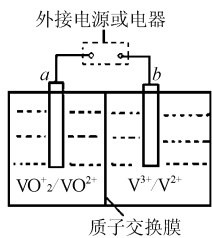


图 1

槽) 定向移动产生电流, 左槽减少 0.5 mol  $\text{H}^+$ 。所以, 左槽  $\text{H}^+$  共增加的物质的量为 1 mol - 0.5 mol = 0.5 mol。

考点 7 化学实验中物质含量的测算

题目 (节选自 2012 年广东高考试题) 苯甲酸(分子量 122) 纯度测定: 称取 1.220 g 产品, 配成 100 mL 甲醇溶液, 移取 25.00 mL 溶液滴定, 消耗 KOH 的物质的量为  $2.40 \times 10^{-3}$  mol, 产品中苯甲酸质量分数的计算表达式为 \_\_\_\_\_, 计算结果为 \_\_\_\_\_ (保留二位有效数字)。

要素分析 本题需考虑两个要素: 1. 研究对象: 从 KOH 到苯甲酸; 2. 移取溶液是配成溶液的部分。

解题思路 苯甲酸是一元酸, 物质的量等于消耗 KOH 的物质的量。配成 100 mL 甲醇溶液, 移取 25.00 mL 溶液滴定, 实际参加反应的苯甲酸是产品的四分之一, 计算表达式为

$$[2.40 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 122 \text{ g/mol} \times 4] / 1.22 \text{ g} \times 100\%$$

计算结果为 96%。

考点 8 新情景下化学(离子)方程式的书写

题目 (节选自 2013 年海南高考试题)  $\text{H}_2\text{O}_2$  在酸性条件下与高锰酸钾反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

要素分析 化学(离子)方程式的书写需考虑四个要素: 1. 参加反应的物质(离子); 2. 电子得失相等(电子守恒); 3. 电荷守恒; 4. 元素守恒。

解题思路 化学(离子)方程式最多需考虑上述四个要素, 书写时按照上述顺序即可。1. 结合  $\text{H}_2\text{O}_2$  与酸性高锰酸钾的性质确定参加反应的粒子, 初步写出  $\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{O}_2 \uparrow$ ; 2. 依据电子守恒, 写成  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow$ ; 3. 结合溶液呈酸性, 依据电荷守恒, 在上面式子左边加上 6 个  $\text{H}^+$ , 进一步写成  $6\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow$ ; 4. 最后根据元素守恒, 水溶液中进行的反应用水补充以满足 H、O 元素守恒, 写成  $6\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。书写化学方程式, 则按照 1、2、4 的顺序书写, 如需写非氧化还原反应的离子方程式, 则按照 1、3、4 的顺序书写, 如需写非氧化还原化学反应的化学方程式, 则按照 1、4 的顺序书写。电极反应式的书写一般也可以按照上面的方法。 (收稿日期: 2013-11-12)