

理清问题逻辑 谋求整体突破

——无机流程题的解题策略

江苏省扬州市新华中学 225009 林 军

近年来江苏、广东高考中,无机流程题持续出现。它以化工生产实践为背景,生产流程图为载体,综合考查学生对化学基本理论、元素化合物、化学实验、化学计算、绿色化学等知识的掌握情况;综合考查学生获取信息能力、分析评价能力、运用解决能力、数据处理能力和描述表达能力等。由于情境陌生度大、问题设计灵活、化学素养要求高,学生往往难以拿到高分。怎样才能有效地解决这类问题呢?

一、抓住命题特征,理解问题设计逻辑,明晰解题思路

无机流程题以化工生产实践为背景,而化工生产往往考虑原料的来源、利润的最大化以及对

环境的影响等因素,这就决定了化工生产的流程要尽量做到使产品“价廉物美”。“价廉物美”也就必定成为无机流程题问题设计的基本逻辑,也就是我们解决这类问题思维的基本出发点。在此逻辑下,将化学基本理论、元素化合物、化学实验、化学计算、绿色化学等知识和获取信息能力、分析评价能力、运用解决能力、数据处理能力和描述表达能力进行整合应用,从而有效解决这类问题。

二、运用建模思想,解读化工生产流程,谋求整体突破

1. 构建运用模型 泛读流程 抓住核心反应
依据“价廉物美”这一无机流程设计的基本

►性或强酸性,若呈强碱性所给离子能大量共存,若呈强酸性,CO₃²⁻不能大量共存,且酸性环境中NO₃⁻具有强氧化性与铝反应不会产生氢气。答案:C。

3. 排除法

把不在结论(答案)范围内的其他结论排除掉的方法。如题目要求是酸性环境,则能与H⁺反应的离子不能共存。

例9 下列各组离子,在指定环境中一定能大量共存的是()。

- A. pH=7 的溶液中: Al³⁺、K⁺、SO₄²⁻、HCO₃⁻
- B. FeCl₂ 溶液中: SO₄²⁻、H⁺、MnO₄⁻、Na⁺
- C. 能使 pH 试纸变深红色的溶液中: S²⁻、SO₃²⁻、S₂O₃²⁻、SO₄²⁻
- D. 滴加甲基橙试剂显红色的溶液中: Na⁺、NH₄⁺、Cl⁻、NO₃⁻

解析 选项 A 中 Al³⁺与 HCO₃⁻水解相互促进生成 Al(OH)₃和 CO₂,不能大量共存; B 中 MnO₄⁻能氧化 Fe²⁺,不能大量共存; C 中溶液显酸性, S²⁻、SO₃²⁻、S₂O₃²⁻发生氧化还原反应,不能大量共存; D 中溶液显酸性,可以大量共存,所以正确的答案选 D。答案: D。

4. 隐含条件法

题目中没有明确告诉溶液的酸碱性,需要自

己进行判断。如:由水电离的 c(H⁺) = 1 × 10⁻¹⁴ mol · L⁻¹的溶液、水电离出来的 H⁺和 OH⁻浓度的乘积为 1 × 10⁻²⁸的溶液、放入铝片能放出 H₂的溶液等,其隐含的条件是该溶液既可能为酸性也可能为碱性。

例 10 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是()。

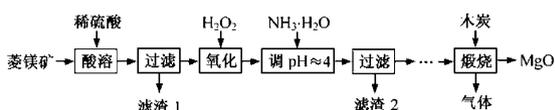
- ①pH=11 的溶液中: CO₃²⁻、Na⁺、AlO₂⁻、NO₃⁻;
 - ②无色溶液中: K⁺、Na⁺、MnO₄⁻、SO₄²⁻;
 - ③加入 Al 能放出 H₂的溶液中: Cl⁻、HCO₃⁻、SO₄²⁻、NH₄⁺;
 - ④酸性溶液中: Fe²⁺、Al³⁺、NO₃⁻、Cl⁻;
 - ⑤由水电离出的 c(OH⁻) = 1 × 10⁻¹³ mol · L⁻¹的溶液中: Na⁺、Ba²⁺、Cl⁻、Br⁻。
- A. ①⑤ B. ②③ C. ②④ D. ③⑤

解析 ②中 MnO₄⁻显紫红色; ③中“加入 Al 能放出 H₂的溶液”显酸性或碱性, HCO₃⁻都不能存在; ④中 Fe²⁺、NO₃⁻在酸性溶液中能发生氧化还原反应,故不能大量共存; ⑤中“由水电离出的 c(OH⁻) = 1 × 10⁻¹³ mol · L⁻¹的溶液”显酸性或碱性, Na⁺、Ba²⁺、Cl⁻、Br⁻都可以大量共存。答案: A。

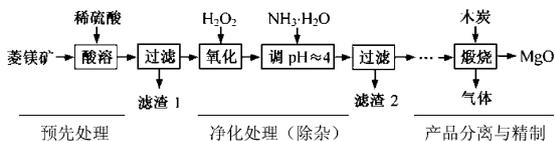
(收稿日期: 2015-01-05)

逻辑,分析无机流程题的流程可构建运用如下的模型:原料——预先处理——净化处理——产品分离与精制——产物。解题时,就可以根据上述模型,泛读流程,抓住核心反应。

例如:(2013年江苏高考题16)氧化镁在医药、建筑等行业应用广泛。硫酸镁还原热解制备高纯氧化镁是一种新的探索。以菱镁矿(主要成分为 $MgCO_3$,含少量 $FeCO_3$)为原料制备高纯氧化镁的实验流程如下:



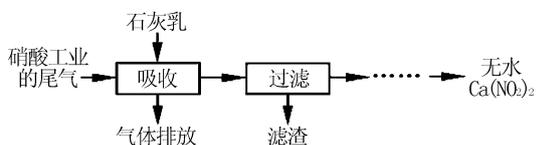
运用模型分析此题的流程,可知流程分为三个部分:



而每个部分的核心反应分别为:碳酸镁、碳酸亚铁与硫酸的反应,双氧水氧化硫酸亚铁、铁离子水解反应,木炭与硫酸镁的反应。抓住了这三个部分的核心反应,也就整体把握住了这道题目。

2. 围绕核心反应 精读问题 理清问题逻辑

例如:(2012年江苏高考16题)利用石灰乳和硝酸工业的尾气(含 NO 、 NO_2)反应,既能净化尾气,又能获得应用广泛的 $Ca(NO_2)_2$,其部分工艺流程如下:



(1) 一定条件下, NO 与 NO_2 存在下列反应: $NO(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_3(g)$, 其平衡常数表达式为 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 上述工艺中采用气-液逆流接触吸收(尾气从吸收塔底进入,石灰乳从吸收塔顶喷淋),其目的是 $\underline{\hspace{2cm}}$; 滤渣可循环使用,滤渣的主要成分是 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填化学式)。

(3) 该工艺需控制 NO 和 NO_2 物质的量之比接近 1:1。若 $n(NO) : n(NO_2) > 1:1$ 则会导致 $\underline{\hspace{2cm}}$; 若 $n(NO) : n(NO_2) < 1:1$ 则会导致 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4) 生产中溶液需保持弱碱性,在酸性溶液中 $Ca(NO_2)_2$ 会发生分解,产物之一是 NO ,其反应的离子方程式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

本道题的流程并不复杂,其核心反应为: NO 、 NO_2 与 $Ca(OH)_2$ 反应生成 $Ca(NO_2)_2$, 这个反应对于不少考生来说陌生度较大,如何理解,问题又是如何围绕这个核心反应进行设计的呢?第(1)问表面看是考查平衡常数表达式,实际上暗示了 NO 、 NO_2 与 $Ca(OH)_2$ 反应生成 $Ca(NO_2)_2$ 的反应原理,不同价态氮元素的归中反应,为后面问题的展开做了铺垫。第(2)问中采用气液逆流接触吸收的方法目的是提高原料利用率,加快反应速率,结合具体问题,当然得出使尾气中 NO 、 NO_2 被充分吸收的结论,在结合试剂的用量,滤渣明确指向 $Ca(OH)_2$,这也就符合了“价廉物美”的基本逻辑。第(3)问要求学生定量分析 NO 、 NO_2 与 $Ca(OH)_2$ 的反应,依据“价廉物美”的基本逻辑去分析,就不难抓住环保、成本、产品纯度等分析角度,自然得出答案。第(4)问从反应条件的选择入手,考查学生逆向思维能力、氧化还原反应中的歧化反应和学生思维的深刻性,因为考生往往将另一产物写成 NO_2 而不是 NO_3^- 。可见这4个问题的设计从定性到定量,层层深入,但都紧紧围绕核心反应展开,只要紧紧抓住核心反应,依据“价廉物美”的基本逻辑去分析,也不难得出正确答案。

三、了解专业术语,掌握常见操作方法,关注表达细节

无机流程题中往往会出现一些专业术语,需要用到分离提纯的常见操作,会重点考查化学用语、实验操作方法的描述。考生若要得到理想分数,就必须了解常见化工生产中的专业术语,掌握常见的实验操作,关注化学用语、文字表达的细节。例如:仪器表达细节,洗涤、检验细节,原因、目的表述细节(条件控制、物质循环、产率、杂质引入等等)。

以上是笔者对无机流程题解题策略一些思考。在对学解题能力培养过程中,除精选习题外,还要以习题训练为载体渗透解题思想,训练逻辑思维,有思路才有出路。

(收稿日期:2014-12-20)