

试题研究

化学实验考查的两大主题

福建省厦门集美中学 361021 曹桂祯

实验试题从考查内容分不外乎两类:一是制备分离提纯类;二是探究检验检测类。当然,高考实验试题还可能是上述两类试题的综合,如以“制备-检测”为主线时,则两类题中所用的实验方法都会涉及。表1为2014年各省市高考实验题考查内容。

表1

类别	省市	考查内容
制备分离提纯	江苏	从含碘废液(除 H ₂ O 外,含有 CCl ₄ 、I ₂ 、I ⁻ 等)中回收碘
	山东	利用含硫废水生产 Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O
	全国大纲卷	制备苯乙酸铜
	新课标 I 卷	制备乙酸异戊酯
	海南	硫代硫酸钠(Na ₂ S ₂ O ₃)的制备
	上海	制备小苏打,提纯氯化铵
	浙江	制备葡萄糖酸钙
探究检验检测	重庆	葡萄酒中 SO ₂ 含量的测定
	北京	钢样中碳元素、硫元素含量的测定
	新课标 II 卷	通过氨的测定、氯的测定确定橙黄色晶体 X 的组成
	安徽	探究弱酸性条件下铁发生电化学腐蚀类型的影响因素
制备探究综合	广东	探究 H ₂ O ₂ 浓度对 H ₂ O ₂ 分解反应速率的影响, H ₂ O ₂ 分解的热效应
	天津	制备 Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O, 测定产品纯度, Na ₂ S ₂ O ₃ 的应用
	福建	焦亚硫酸钠(Na ₂ S ₂ O ₅)的制取、性质、含量测定
	四川	制备硫代硫酸钠晶体(Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O) 检测所含杂质

一、制备分离提纯类

物质制备可考查物质性质和化学反应原理,物质纯化过程可考查分离提纯的方法,循环利用和环保则可考查绿色化学思想(如图1)。化工生产是将化学实验室少量物质的制备变成规模化生产,该过程与实验室的物质制备在原理上是相通的,因此以化工生产为背景的试题,本质上也是物质制备题。

在了解物质制备类试题的结构特点和考查内容后,该如何应对这类试题自然也就很清楚了。首先,要通过剖析典型制备实验揭示物质制备、分

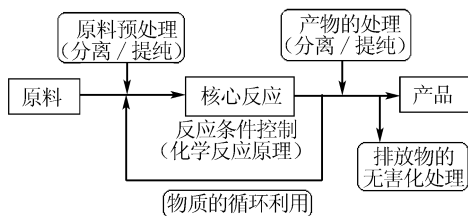


图1

离提纯的基本规律,例如通过剖析“乙酸乙酯的制备实验”明确什么情况下要加碎瓷片?液体应按什么顺序混合?如何防止液体倒吸?如何除去乙酸乙酯中的杂质?再如氧气、二氧化碳、氨气和氯气的实验室制法,要以“反应原理-制气装置-除杂装置-干燥装置-收集装置-验满方法-尾气处理”为线索点点过关(如图2)。其次,要建构起分离提纯方法与其适用条件之间的对应关系(如图3),对每一种方法的原理和操作细节能做到如数家珍,例如对“分液”要知道“适用于互不相溶液体之间的分离;分液时要先打开分液漏斗的上口玻璃塞,再转动旋塞;下层液体下口流出,上层液体上口倒出”;对“蒸发”要知道一些特殊的方法“用酸抑制盐的水解;通过加热蒸发、冷却结晶等操作得到结晶水合物”。只要对物质制备过程的细节、物质提纯分离的实验基本技能了然于胸,解题时就能根据实验过程的需要迅速提取,应答自如。

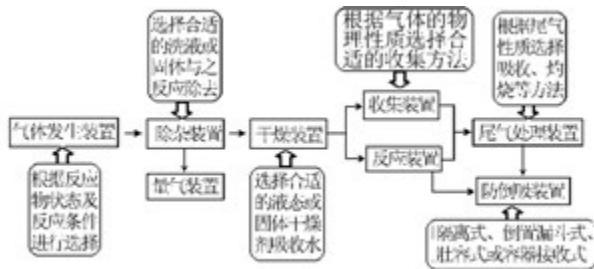


图2

例1 (天津高考节选) FeCl₃ 在现代工业生产中应用广泛。某化学研究性学习小组模拟工业流程制备无水 FeCl₃, 再用副产品 FeCl₃ 溶液吸收

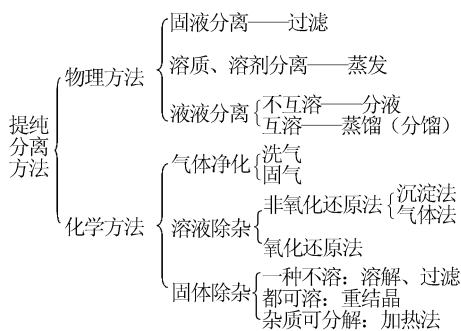


图3

有毒的 H_2S 。

I. 经查阅资料得知: 无水 $FeCl_3$ 在空气中易潮解, 加热易升华。他们设计了制备无水 $FeCl_3$ 的实验方案, 图4为装置示意图(加热及夹持装置略去) 操作步骤如下:

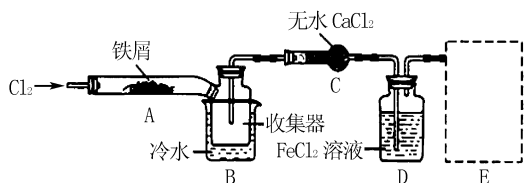


图4

- ①检验装置的气密性;
- ②通入干燥的 Cl_2 赶尽装置中的空气;
- ③用酒精灯在铁屑下方加热至反应完成;
- ④……
- ⑤体系冷却后, 停止通入 Cl_2 , 并用干燥的 H_2 赶尽 Cl_2 将收集器密封。

请回答下列问题:

(1) 装置 A 中反应的化学方程式为 _____。

(2) 第③步加热后, 生成的烟状 $FeCl_3$ 大部分进入收集器, 少量沉积在反应管 A 右端, 要使沉积的 $FeCl_3$ 进入收集器, 第④步操作是 _____。

(3) 操作步骤中, 为防止 $FeCl_3$ 潮解所采取的措施有(填步骤序号) _____。

(4) 装置 B 中冷水浴的作用为 _____; 装置 C 的名称为 _____; 装置 D 中 $FeCl_2$ 全部反应后, 因失去吸收 Cl_2 的作用而失效, 写出检验 $FeCl_2$ 是否失效的试剂 _____。

(5) 在虚线框中画出尾气吸收装置 E 并注明试剂。

II. 该组同学用装置 D 中的副产品 $FeCl_3$ 溶

液吸收 H_2S 得到单质硫; 过滤后, 再以石墨为电极, 在一定条件下电解滤液。

(6) $FeCl_3$ 与 H_2S 反应的离子方程式为 _____。

(7) 电解池中 H^+ 在阴极放电产生 H_2 , 阳极的电极反应式为 _____。

(8) 综合分析实验 II 的两个反应, 可知该实验有两个显著优点:

- ① H_2S 的原子利用率为 100%;
- ② _____。

解析 本题重点考查了物质制备过程中的反应原理, 遇到特殊情况的处理方法(使沉积的 $FeCl_3$ 进入收集器), 根据物质的特殊性质创设特殊环境($FeCl_3$ 易潮解应避免其接触到水) 和采用特殊收集方法($FeCl_3$ 易升华应冷凝后收集), 有害气体的处理方法(用碱溶液吸收氯气) 及绿色化学思想(实现 $FeCl_3$ 的循环利用)。试题的大部分问题都是平时练习中遇到过的, 只要通过复习理解物质制备的流程和方法, 迁移变通即可解决。

二、探究检验检测类

化学实验包括定性检验和定量检测, 探究类实验试题中的检验检测, 要么源自试题的直接要求, 要么源自验证探究猜想的需要。归根结底还是离不开物质的检验或检测。实验的本质是条件控制下的观察, 实验条件的控制取决于实验目的。“有比较才有鉴别”, 对比实验是科学探究中最常用的实验手段, 对比实验要求有效地进行实验条件的控制。对比实验中实验方案、实验目的和实验结论三者之间的关系(如图5), 重复实验(平行实验)、空白对照实验的设计等也是探究类实验试题考查的重要内容。

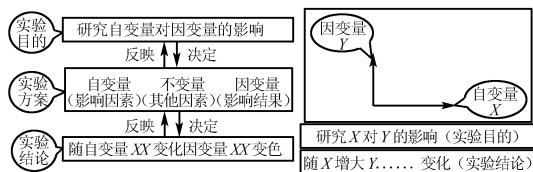


图5

当实验的主题确定为探究时, 试题中的主要问题必然围绕如何准确检验检测出有关物质展开, 这就要求熟练掌握常见气体、离子、有机物的检验方法, 熟悉定量检测物质的常用方法(如图6)。复习时有两点特别值得注意: 一是物质检验的考查方式正变得越来越灵活, 例如在“设计实

验证证明双氧水有氧化性”时,若选择了 Na_2SO_3 溶液作为还原剂,由于实验中没有明显现象,还必须再选择 BaCl_2 溶液和盐酸来进一步证明有 SO_4^{2-} 生成;再如检验某铁的氧化物中铁元素的化合价时,先要选择非氧化性酸将其溶解,再选择 KSCN 溶液、 KMnO_4 酸性溶液分别检验 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 。二是定量检测中要特别关注影响实验结果准确性的细节,例如运用质量法进行检测时要有恒重思想,懂得怎样判断“生成的气体是否已完全排出并被吸收,所得沉淀是否已完全干燥”;再如运用气体体积法进行定量测定时,必须保证反应前后气体的温度和压强相同,必须通过恒压分液漏斗或其他措施保证不会因液体加入到反应容器中而多排出气体造成误差。

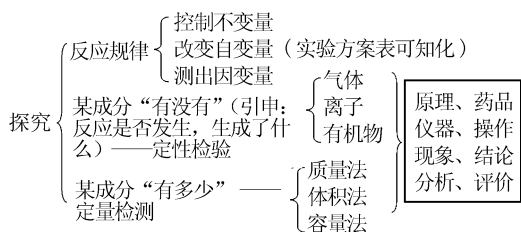


图 6

例 2 (2012 年安徽高考节选) 工业上从废铅蓄电池的铅膏回收的过程中,可用碳酸盐溶液与处理后的铅膏(主要成分为 PbSO_4) 发生反应: $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 。某课题组用 PbSO_4 为原料模拟该过程,探究上述反应的实验条件及固体产物的成分。

(2) 室温时,向两份相同的 PbSO_4 样品中分别加入同体积、同浓度的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 溶液,均可实现上述转化,在 _____ 溶液中 PbSO_4 转化率较大,理由是 _____。

(3) 查阅文献:上述反应还可能生成碱式碳酸铅 [$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$] 它和 PbCO_3 受热都易分解生成 PbO 。该课题组对固体产物(不考虑 PbSO_4) 的成分提出如下假设,请你完成假设二和假设三。

假设一:全部为 PbCO_3 ;

假设二: _____; 假设三: _____。

(4) 为验证假设一是否成立,课题组进行如下研究。

①定性研究:请你完成下表中内容。

实验步骤(不要求写出具体操作过程)	预期的实验现象和结论
取一定量样品充分干燥,	

②定量研究:取 26.7mg 的干燥样品,加热,测得固体质量随温度的变化关系如图 7。

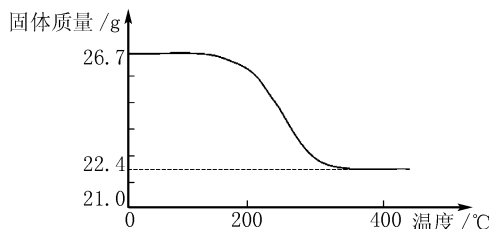


图 7

某同学由图中信息得出结论:假设一不成立。你是否同意该同学的结论,并简述理由: _____。

解析 本题是一道探究类试题。根据题中的“查阅文献”可知上述反应所得固体产物的另外两种可能分别是“全部为 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ”和“ PbCO_3 和 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ 的混合物”。为判断假设一是否成立,题中首先采用了定性研究的方法,根据假设一与假设二、三的区别在于假设一的分解产物中没有水,可通过无水硫酸铜检验分解产物中是否有水来判断假设一是否成立;紧接着,试题中提出了定量研究的方法,采用的是热重分析法,通过比较假设一的理论值与实际值是否吻合判断该假设是否成立。题中所用的方法都是实验中常用的方法,在实验习题中也屡见不鲜,只要复习时培养学生识破新情境试题的“本来面目”就不难作出正确解答。

通过以上对实验试题两大主题的分析,反观我们的实验复习,显然在组织复习和选择实验题进行训练时都应当牢牢抓住“物质制备——分离提纯”和“科学探究——检验检测”两条主线展开,形成物质制备提纯和探究检验检测的方法体系。与此同时,还必须跟踪近年来两条主线上的这些“点”在考查方式上有什么新变化。“实验试题年年变,主题不变情境变”,只要在“大方向”的引领下做好“点”上的功课,考试时就能做到一切尽在掌控之中,从容地以不变应万变。

(收稿日期:2015-01-15)