

化学工艺流程题的结构、特点、分类与解法

刘全明

(深圳市天博教育, 广东深圳 518055)

文章编号: 1005-6629(2010)03-0057-04

中图分类号: G632.479

文献标识码: B

高中化学课程改革的一个显著特点是,非常重视教材内容与工农业生产和日常生活的紧密联系。因此,反映化工生产技术的工艺流程题,便成为新课改后的高中化学练习题的新增点和主流题型之一,不少省区,还将化学工艺流程题,作为一年一度的化学高考试题。为此,本文建议化学教学要充分利用生产、生活中的鲜活实例,激发学生学习化学的兴趣,“活化”学生的知识。本文将重点谈化学工艺流程题的结构、特点与解法技巧。

1 工艺流程题的结构、特点和作用

化学工艺流程题,顾名思义,就是将化工生产过程中的主要生产阶段用框图流程形式表示出来,并根据生产流程中有关的化学知识步步设问,形成与化工生产紧密联系的化工工艺试题。工艺流程题的结构分题头、题干和题尾三部分。题头一般简单介绍该工艺生产的原材料和工艺生产的目的(包括副产品);题干部分主要用框图形式表示从原料到产品的主要生产工艺流程;题尾则是根据生产过程中涉及到的化学知识设计成系列问题,构成一道完整的化学试题。

其特点与作用有三:一是试题源于生产实际,以解决化学实际问题作思路进行设问,使问题情境真实,以培养学生理论联系实际,学以致用;二是试题内容丰富,涉及多方面的化学基础,能考查学生化学双基知识的掌握情况和应用双基解决化工生产中有关问题的迁移推理能力;三是试题新颖,一般较长,阅读量大,能考查学生的阅读能力和资料的收集处理能力。

2 化学工艺流程题的分类

就目前已有试题来看,从化工工艺来分可分为基础化工和精细化工题;以生产过程中主要工序可分为除杂提纯工艺流程题(如海水纯化工艺流程题)、原材料转化流程题、电解流程题、有机合成题和资源能源综合利用生产流程题等;按资源的不

同,可将工艺流程分为利用空气资源(如合成氨工艺流程)、利用水资源生产的(如海水制盐、氯碱工业、海水提溴碘、海水提镁等)、利用矿产资源生产的(工业制硫酸、交通法规铁炼钢等)、利用化石燃料生产的工艺流程题(如有机合成工艺题)等。本文偏重于以原料转化为依据的分类方法,这样,更方便于学生联系已学化学知识并进行归类、分析,有利于掌握解题技巧。

3 解题方法

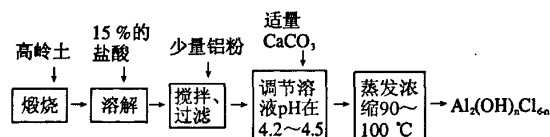
化学工艺生产主要解决的矛盾,归纳起来主要有六个方面:一是解决将原料转化为产品的生产原理;二是除去所有杂质并分离提纯产品;三是提高产量与产率;四是减少污染,实施“绿色化学”生产;五是原料的来源既要丰富,还要考虑成本问题;六是生产设备简单,生产工艺简便可行等工艺生产问题。化工流程题,一般也就围绕这六个方面设问求解。为要准确、顺利解题,学生除了必须掌握物质的性质和物质之间相互作用的基本知识以及除杂分离提纯物质的基本技能外,最关键的问题要具备分析工艺生产流程的方法和能力。为此,特提出下列四种解题基本方法供参考。

3.1 首尾分析法

对一些线型流程工艺(从原料到产品为一条龙的生产工序)试题,首先对比分析流程图(见图1)中第一种物质(原材料)与最后一种物质(产品),从对比分析中找出原料与产品之间的关系,弄清生产过程中原料转化为产品的基本原理和除杂、分离、提纯产品的化工工艺,然后再结合题设的问题,逐一推敲解答。

例1(广州2008年高考一模23题)聚合氯化铝是一种新型、高效絮凝剂和净水剂,其单体是液态的碱式氯化铝 $[\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_{6-n}]$ 。该实验采用铝盐溶液水解絮凝法制碱式氯化铝。其制备原料为分布广、价格廉的高岭土,化学组成为: $\text{Al}_2\text{O}_3(25\% \sim 34\%)$ 、

SiO_2 (40%~50%)、 Fe_2O_3 (0.5%~3.0%)以及少量杂质和水分。已知氧化铝有多种结构,化学性质也有差异,且一定条件下可相互转化;高岭土中的氧化铝难溶于酸。制备碱式氯化铝的实验流程如下:

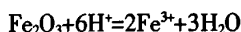
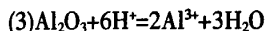


根据流程图回答下列问题:

- (1) “燃烧”的目的是_____。
- (2) 配制质量分数15%的盐酸需要200 mL 30%的浓盐酸 (密度约为1.15 g/cm³) 和_____g蒸馏水, 配制用到的仪器有烧杯、玻璃棒、_____。
- (3) “溶解”过程中发生反应的离子方程式为_____。
- (4) 加少量铝粉的主要作用是_____。
- (5) “调节溶液pH在4.2~4.5”的过程中, 除添加必要时试剂, 还需借助的实验用品是_____; “蒸发浓缩”需保持温度在90~100℃, 控制温度的实验方法是_____。

解析: 对比原料与产品可知, 该生产的主要工序: 一是除去原料高岭土中的杂质, 二是将 Al_2O_3 难溶于酸, 必须经过煅烧以改变其结构。该题经这样分析, 题设的所有问题的答案便在分析之中。

参考答案: (1) 改变高岭土的结构, 使其能溶于酸。 (2) 230; 量筒。



(4) 除去溶液中的铁离子;

(5) pH计 (或精密pH试纸); 水浴加热

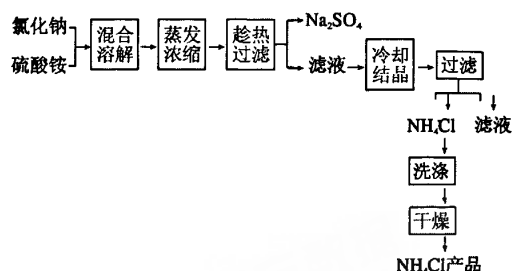
[点评] 首尾分析法是一种解读工艺流程的常见方法, 该法特点: 简单、直观, 容易抓住解题的关键, 用起来方便有效。使用这一方法解题, 关键在于认真对比分析原材料与产品的组成, 从中产生将原料转化为产品和除去原材料中所含杂质的基本原理和所用工艺的生产措施。当把生产的主线弄清楚了, 围绕这条主线所设计的系列问题, 也就可解答了。

3.2 截段分析法

对于用同样的原材料生产多种 (两种或两种以上) 产品 (包括副产品) 的工艺流程题, 用截段分析法更容易找到解题的切入点。

例2 (广东2007年高考第21题) 以氯化钠和硫酸铵为原料制备氯化铵及副产品硫酸钠, 工艺流程

如下:



氯化铵和硫酸钠的溶解度随温度变化如图1所示。回答下列问题:

- (1) 欲制备10.7 g NH_4Cl , 理论上需 NaCl _____g。
- (2) 实验室进行蒸发浓缩用到的主要仪器有_____、烧杯、玻璃棒、酒精灯等。
- (3) “冷却结晶”过程中, 析出 NH_4Cl 晶体的合适温度为_____。
- (4) 不用其他试剂, 检查 NH_4Cl 产品是否纯净的方法及操作是_____。
- (5) 若 NH_4Cl 产品中含有硫酸钠杂质, 进一步提纯产品的方法是_____。

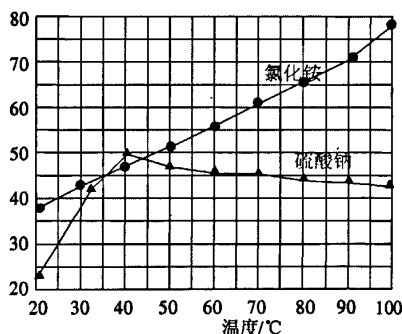


图1

解析: 该生产流程的特点: 用同样原材料既生产主要产品氯化铵, 同时又要生产副产品硫酸钠。因此, 为了弄清整个生产流程工艺, 只能分段分析, 即先分析流程线路中如何将原料转化为硫酸钠的, 然后再分析如何从生产硫酸钠的母液中生产氯化铵。如此, 将题供的流程路线截成两段分析, 这样, 便可以降低解题的难度。

结合溶解度曲线和流程示意图分析, 生产硫酸钠用的是热结晶法, 而生产氯化铵必须用冷结晶法, 因为温度降到35℃以下, 结晶得到的产品为 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。

参考答案: (1) 11.7 g; (2) 蒸发皿; (3) 35℃ (或33℃~40℃之间); (4) 加热法。取少量氯化铵产品于试管底部, 加热, 若试管底部无残留物,

表明氯化铵产品纯净。(5)重结晶。

[简评] 用截断分析法解工艺流程题是一种主流解题方法。因为当前化工生产,为了降低成本,减少污染,增加效益,都设计成综合利用原材料,生产多种产品的工艺生产线。用截断分析法解工艺流程题关键在于看清主副产品是如何分开的,以此确定如何截段,截几段更合理。一般截段以生产的产品为准点。但也不一定,必须对情况作具体分析。学生必须好好总结一下物质的分离、提纯的各种方法及其所依托的化学原理。

3.3 交叉分析法

有些化工生产选用多组原材料,率先合成一种或几种中间产品,再用这一中间产品与部分其他原材料生产所需的主流产品。为了便于分析以这种生产方式设计的工艺流程题,掌握生产流程的原理,最简单的方法,就是将提供的工艺流程示意图结合常见化合物的制取原理画分成几条生产流水线,然后上下交叉分析。

例3.某一化工厂的生产流程如下(图2)

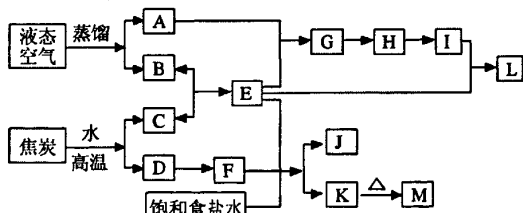


图2

(1) L、M的名称分别是_____、_____。

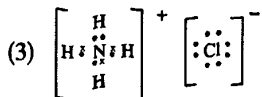
(2) G→H过程中为什么通入过量空气:_____。

(3) 用电子式表示J:_____。

(4) 写出饱和食盐水、E、F生成J和K(此条件下K为沉淀)的化学方程式:_____。要实现该反应,你认为应该如何操作:_____。

解析:根据流程示意图,若用空气、焦炭和水为原材料,最终生产L和J、M产品,首先,必须生产中间产物E。这样,主要生产流水线至少有两条(液态空气—E—L;焦炭—E—F—JM)。为了弄清该化工生产的工艺,须将这两条生产流水线,进行交叉综合分析,最终解答题设的有关问题。

参考答案:(1)硝酸铵;碳酸钠;(2)提高NO的转化率



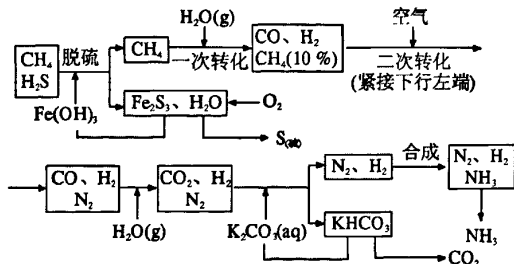
向饱和的食盐水中先通入足量的 NH_3 ,再通入足量的 CO_2 。

[简评] 从本题构成交叉分析的题形,从提供的工艺流程看至少有三个因素(多组原材料;有中间产品;多种产品)和两条或多条生产流水线的生产工艺。利用交叉分析法解工艺流程题的关键,在于找准中间产品(因为有时会出现多种中间产品)和生产流程中的几条分线,在分析过程中,需抓住中间物质的关联作用,结合已学化学物质的制取方法逐一破解。

3.4 “瞻前顾后”分析法

有些化工生产,为了充分利用原料,变废为宝,设计的生产流水线除了主要考虑将原料转化为产品外,还要考虑将生产过程的副产品转化为原料的循环生产工艺。解答这类题型,可用“瞻前顾后”分析法。瞻前顾后,指分析流程时,不仅要考虑原料转化的产品(瞻前),同时也要考虑原料的充分利用和再生产问题(顾后)。

例4.(上海2001年高考第21题)利用天然气合成氨的工艺流程示意如下:



依据上述流程,完成下列填空:

(1) 天然气脱硫时的化学方程式是_____。

(2) n mol CH_4 经一次转化后产生CO 0.9 n mol,产生 H_2 _____mol(用含 n 的代数式表示)。

(3) $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 和 CO_2 反应在加压下进行,加压的理论依据是_____

A. 相似相容原理 B. 勒沙特列原理

C. 酸碱中和原理

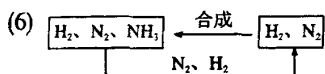
(4) 分析流程示意图回答,该合成氨工艺主要原料是_____辅助原料有_____。

(5) 请写出由 CH_4 为基本原料经四次转化得到 N_2 、 H_2 的方程式_____。

(6) 整个流程有三处循环,一是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 循环,二是 $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 循环,请在上述流程图上标出第三处循环(循环方向和循环物质)。

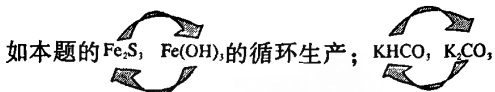
解析:本题对原高考题稍作了改编。该生产工艺属于循环生产工艺,因此分析工艺流程示意图时,分析的主线是弄清基本原料 CH_4 转化为合成氨的原料气 N_2 和 H_2 的生产工艺原理。但还要回头分析循环生产的理由和工艺。通过这样的考虑,试题的问题也就可以解答了。

参考答案:(1) $3\text{H}_2\text{S}+2\text{Fe}(\text{OH})_3=\text{Fe}_2\text{S}_3+6\text{H}_2\text{O}$; (2)2.7 n; (3)B; (4) CH_4 、 H_2O 、空气; K_2CO_3 ; $\text{Fe}(\text{OH})_3$; (5) $\text{CH}_4+\text{H}_2\text{O}=\text{CO}+3\text{H}_2$; $2\text{CH}_4+3\text{O}_2=2\text{CO}+4\text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}+\text{K}_2\text{CO}_3=2\text{KHCO}_3$



[点评]用“瞻前顾后”分析循环工艺生产流程题,关键是找到循环生产点,即在什么情况下,什么生产阶段实施循环生产。判断循环生产点的方法:一是看反应是否为可逆反应,如果是可逆反应,要考虑原料的循环利用。如本题合成氨反应是

可逆反应,分离氨后的中尾气中还含有大量原料气 N_2 和 H_2 ,千万不能随便放掉,必须送入合成塔,实施循环生产。二是看副产品的分子组成与某种原料的组成中是否有相同的元素,如果有,而且该副产品又容易转化为这种原料,就可以考虑循环生产工艺。



的循环生产。

解化学工艺流程题的方法很多,在此就不一一详说了。化学工艺流程题在高考命题中得到广泛关注,是因为该类题型体现了化学学科与工业生产和日常生活的紧密联系,并且还能综合考查学生对元素化合物、化学实验和化学基本理论板块知识的掌握情况。为此,可以预期,今后的高考命题,工艺流程题还会加强。本文再次提醒各化学教师,在日常的教学中要有意识地引导学生对该类题型的解法加强练习,不可忽视。

氮化物陶瓷知识和相关试题的介绍

陈儒生

(射洪县金华中学,四川射洪 629213)

摘要:本文介绍了几种氮化物陶瓷的结构,分析了一些近年关于氮化物陶瓷的试题。

关键词:氮化物陶瓷;晶体

文章编号:1005-6629(2010)03-0060-03

中图分类号:G632.479

文献标识码:B

氮化物陶瓷是近几年高考化学新增的一个考点,它所涉及到的知识点更能高层次地检验学生的化学学科素养。

氮化物陶瓷都具有晶体的性质,大都具有较高的硬度、耐高温和耐磨等特性。其中的氮元素都是-3价,化学性质稳定。现将近几年的相关考题例析如下:

1 氮化硼(BN)有石墨型和金刚石型两种结构,分别是石墨和金刚石的等电子体

例1.1919年朗缪尔提出等电子体假说“凡原子数、总电子数均相等的物质,其结构相同,物理性质相近,相应的物质称为等电子体。”如 CO 和 N_2 。现有一种新型层状结构的无机材料BN,平面结构示意图如图1所示,则关于该物质的结构、性质和用途正确的是()

A. BN是一种坚硬耐磨材料,可用作钻具

B. 若层状结构中有n个硼原子,则有n个六元环

C. 已知BN在水蒸气作用下能微弱水解,则水解产物为 B_2H_6 和 HNO_2

D. BN晶体中各原子均达到八电子稳定结构

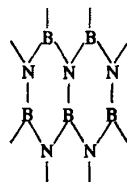


图1

解析:由于该物质为层状结构,且又是类似石墨的等电子体,故具有石墨的性质,不可做钻具,层与层之间有未成键电子,没有达到电子稳定结构。在BN中,B为+3价,N为-3价,水解时只会生成 H_3BO_3 和 NH_3 。

答案:B

2 氮化碳(C_3N_4)每个C原子与四个N原子相连,每个N原子与三个C原子相连,且均满足8电子