

中考化学工艺流程题归类总结*

江苏省宜兴市湖口实验学校 214223 朱佳音

一、中考命题形式

纵观近几年的中考试题可发现,工艺流程题的命题背景新颖,通常有表1所列几种类型。

表1

按资源背景分类	举 例
(海)水资源	海水制盐、氯碱工业、海水提取镁等
空气资源	合成氨工艺流程、生产硫酸工艺流程等
矿产资源	冶铁炼钢等
化石燃料	有机合成工艺
化工(实验)废液	提取金属或盐

试题设计一般围绕以下几个方面:

1. 推断流程图中的某种物质

这就要求分析流程图中的每一个步骤,了解每一步操作中的进出物质,化学反应,操作的目

的,对制造或提纯产品能起到什么样的作用等。

(1)要判断需加入的试剂,可以从加入试剂的目的、反应的产物入手进行分析。(2)要判断流程图中某一步中的物质可以从上一步操作中反应物可能发生的反应入手。

2. 书写化学方程式

(2)依据信息书写未学过的化学方程式,首先要从流程图找出反应物和生成物,若从已知信息中找出的反应物和生成物不满足质量守恒定律,可以在反应物或生成物中加上水,然后进行配平,还应注意反应条件的有关信息;若在空气中煅烧或通入空气则还需考虑空气中的氧气是否参与反应。(2)根据流程图书写某步操作中发生反应的化学方程式,首先要找出进入该步操作中的物质,根据所学

► ①每个碳原子以四个共价单键对称地与相邻的4个碳原子结合,形成正四面体结构;②最小的环上6个C原子;③C原子数与C—C键数之比为 $1:4 \times 1/2 = 1:2$ 。又如二氧化硅晶体的结构如图2所示,其特点为:①每个硅原子以四个共价键与4个氧原子结合,每个氧原子以两个共价键与2个硅原子结合,硅、氧原子的个数比为 $1:2$;② 1 mol SiO_2 晶体中含有 4 mol Si—O 键;③最小的环上有12个原子(6个硅原子和6个氧原子)。

三、总结知识规律,揭示内在本质

本章蕴含着丰富的知识规律。如立方晶胞占有微粒数的计算规律、晶体熔沸点高低的比较规律、晶体类型的判断规律、晶格能的知识规律等。复习过程中,要注重总结知识规律,从而揭示本质,举一反三,灵活运用。如晶格能的知识规律可总结如下:

1. 因素影响规律:影响晶格能的因素有离子的电荷和阴、阳离子的半径。阴、阳离子所带电荷数(绝对值)越多,晶格能越大;阴、阳离子的半径越小,晶格能越大。

2. 晶格能与离子晶体性质的关系规律:晶格能越大,形成的离子晶体越稳定,而且熔点越高,硬度越大。

四、掌握计算方法,达到灵活应用

有关晶体化学式的计算和有关晶体(如晶体的密度、晶胞的边长、晶体的摩尔质量、阿伏加德罗常数)的计算是本章的重点,复习过程中,学生要掌握其计算方法,达到灵活应用。

1. 晶体化学式的计算:由晶胞构成的晶体,可用均摊法计算其化学式。对于立方晶胞来说,处于顶点的粒子同时为8个晶胞共有,1个晶胞的占有率为 $1/8$;处于棱上的粒子为4个晶胞共有,1个晶胞的占有率为 $1/4$;处于面上的粒子为2个晶胞共有,1个晶胞的占有率为 $1/2$;处于晶胞内部的粒子完全属于该晶胞,即1个晶胞的占有率为1。

2. 有关晶体的计算:若1个晶胞中含有 x 个粒子,则 1 mol 晶胞中含有 $x \text{ mol}$ 粒子,其质量为 $x \text{ mol} \times M \text{ g/mol} = xM \text{ g}$ ($M \text{ g/mol}$ 为晶体的摩尔质量);若晶体的密度为 $\rho \text{ g/cm}^3$,立方晶胞的边长为 $a \text{ cm}$,阿伏加德罗常数的数值为 N_A ,则 1 mol 晶胞的质量为 $\rho \text{ g/cm}^3 \times (a \text{ cm})^3 \times N_A = \rho a^3 N_A \text{ g}$;从而可得 $xM \text{ g} = \rho a^3 N_A \text{ g}$ 。由此公式可知,已知其中的四个量,可以计算另一个量;如可以计算晶体的摩尔质量、晶体的密度或阿伏加德罗常数等。

(收稿日期:2018-06-10)

知识判断其可能发生的反应 然后写出产物 并进行配平。

3. 混合物分离、提纯的操作及所需仪器的判断

(1) 固体和液体混合物的分离: 过滤。其所需的仪器有铁架台、漏斗、烧杯、玻璃棒、滤纸。
(2) 从溶液中得到溶质的晶体常用的方法: ①蒸发结晶 具体操作见粗盐的提纯。②降温结晶 操作过程: 蒸发浓缩→冷却结晶→过滤→洗涤→干燥。

4. 工艺流程的评价

(1) 设计方案的科学性: 能否达到实验目的, 杂质是否完全除去、是否引入新的杂质等。
(2) 安全性和简便性。(3) 对环境的影响: 是否符合绿色化学理念, 是否产生有毒气体等。(4) 节约性: 原料利用率要尽量高。

5. 判断能够回收利用的物质

若流程图中的原料在生产中以副产物的形式产生 则可将其进行回收利用。

二、题型特点及解题策略

工艺流程题的素材多样, 问题设置也较灵活。如: (1) 从混合物中分离、提纯某物质。实质是考查混合物的除杂、分离、提纯等有关实验的基础知识、基本操作和技能。解决这类题时, 需要学生在流程中找到主要物质是什么, 混有的杂质有哪些, 选用什么合适的方法将杂质除去, 只有这样才能明白每一步所加试剂或操作的目的。(2) 用一种物质制备另一种物质。首先从题干中获取要制备的物质是什么, 寻找在制备过程中所需的原料, 写出主要的化学方程式或制备原理, 观察是否有副产物, 如果有, 剩余的步骤是分离和提纯操作。

工艺流程题主要考查化学反应原理、元素化合物的性质、实验基本操作及名称、物质的除杂和分离、利用溶解度分离物质以及流程中的物质转化和循环等内容, 涉及的内容有一定的难度, 学生在复习时要注意: (1) 读题时要耐心和全面, 注意把握整体, 读懂流程图, 关注细节, 能根据提问在流程中找到答案。(2) 强化提取信息的能力、顺向和逆向思维相结合的能力, 熟练掌握并能写出有关物质的化学式和反应方程式, 提高答题的正确率。(3) 回答开放性试题时, 叙述要条理清晰、科学合理、符合化学用语。

工艺流程题的解题方法和思路如图 1 所示:

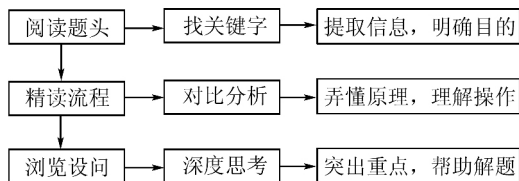


图 1

这类题目大多需要依据已知的实验步骤、现象, 再对照物质的性质, 逐层剥离, 抓住题目的关键环节, 顺推或逆推或讨论验证, 层层剖析, 首尾照应进而得出结论。解答这类题的关键是抓住某个特征(组成特征、现象特征、反应特征、转化关系特征等)进行突破。由“图示简洁, 信息隐含”寻找解题突破口, 挖掘、提炼信息。解答时常用方法有顺推法、逆推法、中间突破法和整体法等。

三、中考题型分类例析

1. 海水资源的综合利用

例 1 (2017·绥化) 从海水中可制备纯碱和金属镁, 其流程如图 2 所示。

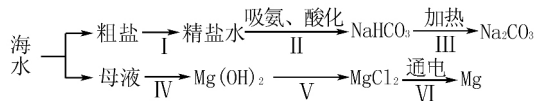


图 2

(1) 粗盐提纯时, 每步操作都会用到的一种玻璃仪器是____(填仪器名称)。

(2) 粗盐水中主要含有 CaCl_2 、 MgSO_4 等可溶性杂质, 可加入下列物质:

- a. 适量的盐酸;
- b. 稍过量的 Na_2CO_3 溶液;
- c. 稍过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 利用过滤等操作进行除杂。

则加入这三种物质的先后顺序为____(填字母序号)。

(3) 向饱和的氯化钠溶液中通入氨和二氧化碳, 经过一系列变化, 最终可制得纯碱。请写出第三步反应的化学方程式_____。

(4) 第 V 步 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 与盐酸的反应____(选填“是”或“不是”)中和反应。

解析 (1) 粗盐提纯时, 在溶解、过滤、蒸发的过程中都要用到的玻璃仪器是玻璃棒。(2) 粗盐水中主要含有 CaCl_2 、 MgSO_4 等可溶性杂质, 为除杂完全且不引入新的杂质, 试剂的滴加顺序是: 先加入稍过量

的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 除去硫酸根离子和金属镁离子;再加入稍过量的 Na_2CO_3 溶液 除去钙离子;最后加入适量的盐酸,中和前后加入的过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 Na_2CO_3 。(3) 第三步反应是加热碳酸氢钠,反应生成碳酸钠、水和二氧化碳。(4) 第五步 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 与盐酸的反应,生成物为盐和水,属于中和反应。

答案:(1) 玻璃棒 (2) cba (3) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (4) 是

2. CaCO_3 和矿产资源的利用

例2 (2017·成都) 工业上炼铁炼钢和轧制钢材的主要流程如图3所示。

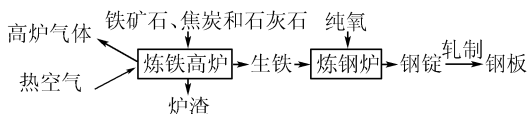


图3

已知生铁的含量含碳量为 2% ~ 4.3% ,钢的含量含碳量为 0.03% ~ 2% 。

(1) 反应: ① $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

② $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}$

属于置换反应的是____,用于高炉炼铁的原理是____(填序号)。

(2) 炼铁的固体原料需经过粉碎,其目的是____。

(3) 热空气和高炉气体的主要成分有一种相同,这种气体的化学式是____。炉渣中含有硅酸钙(CaSiO_3),其中硅元素的化合价是____。

(4) 炼钢炉中,通入纯氧的目的是____。将钢锭轧成钢板,体现了金属的____性。

(5) 钢铁制品可能会生锈,写出用稀硫酸除锈反应的化学方程式____。

解析 (1) 根据化学方程式②,属于置换反应;高炉炼铁的原理是在高温的条件下,用一氧化碳做还原剂,将铁从其氧化物中还原出来。(2) 炼铁的固体原料需经过粉碎,粉碎的目的是增大反应物的接触面积,加快反应速率。(3) 氮气的化学性质稳定,热空气中的氮气没有参与反应,所以排放出的高炉气体中也含有氮气;钙元素显+2价,氧元素显-2价,根据化合物中正负化合价代数和为零,可确定硅元素为+4价。(4) 炼钢炉中通入纯氧可以使生铁中的碳充分反应,降低含碳量;将钢锭轧

成钢板,体现了金属的延展性。(5) 氧化铁与稀硫酸反应生成硫酸铁和水。

答案:(1) ② ① (2) 增大反应物接触面积,加快反应速率 (3) N_2 + 4 (4) 使生铁中的碳转化为二氧化碳,降低生铁中碳的含量 延展 (5) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

3. 能源工业(化石燃料的利用及合成氨工业等)

例3 (2017·长春) 工业上合成 NH_3 的工艺流程可简化为图4。

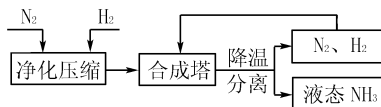


图4

(1) 工业上制取 N_2 时所用的廉价、易得的原料是____。

(2) 用焦炭和水蒸气制取氢气的反应过程为:



其中发生还原反应的物质是____。

(3) 在高温、高压、催化剂存在的条件下,生成 NH_3 的化学方程式为____。

(4) 将降温分离出的 N_2 、 H_2 送回合成塔的目的是____。

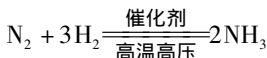
A. 充分利用原料 B. 防止氮气污染空气

解析 (1) 工业上制取 N_2 时所用的廉价、易得的原料是空气,这是因为空气中含有大量氮气。

(2) 在反应



中,水失去氧,被还原,发生了还原反应。(3) 在高温、高压、催化剂存在的条件下,生成 NH_3 的化学方程式为



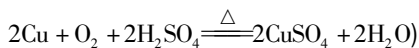
(4) 将降温分离出的 N_2 、 H_2 送回合成塔的目的是充分利用原料,因为氮气性质稳定不污染空气。

答案:(1) 空气 (2) 水 (3) (略) (4) A

4. 回收利用类

例4 (2017·烟台) 某种手机电路板中含有

以下金属: Sn、Pb、Fe、Cu、Au、Ag、Ni(镍 银白色)、Pd(钯 银白色)。图 5 是回收其中部分金属的流程图。(假设流程图中各反应均恰好完全反应。已知:



(1) 步骤②中产生的气体是_____。

(2) 滤渣 2 中含有的金属是_____。

(3) 步骤⑤反应的化学方程式_____。

(4) 步骤⑥回收的纯净物 B 是_(写化学式)。

(5) 金属 Fe、Ni、Pd 在溶液中的活动性由强到弱的顺序依次是_____。

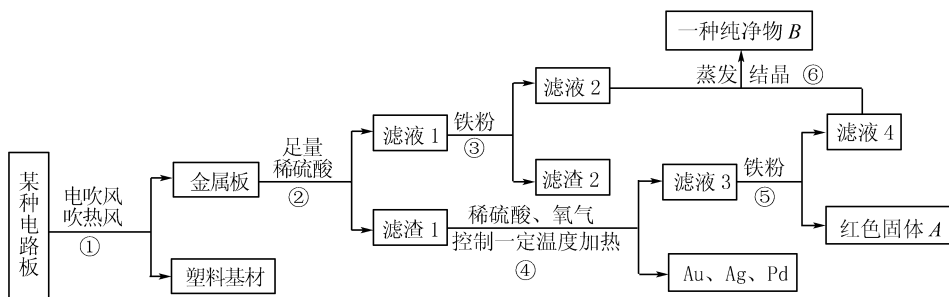


图 5

解析 金属板加入足量的稀硫酸得到滤渣 1 和滤液 1 滤渣 1 中加入稀硫酸、氧气控制温度加热, 得到银、金、钯和滤液 3 滤液 3 中加入铁粉会生成红色固体 A 所以 A 是铜 滤渣 1 中含有银、金、钯、铜, 滤液 3 是硫酸铜 滤液 4 是硫酸亚铁 所以铁、锡、铅、镍排在氢之前 滤液 1 中加铁得到硫酸亚铁和滤渣 2 所以滤渣 2 中是锡、镍和铅。(1) 步骤②中产生的气体是氢气;(2) 滤渣 2 中含有的金属是 Sn、Pb、Ni;(3) 步骤⑤的反应是铁和硫酸铜反应生成硫酸亚铁和铜;(4) 通过推导可知, 步骤⑥回收的纯净物 B 是 FeSO₄;(5) 金属 Fe、Ni、Pd 在溶液中的活动性由强到弱的顺序依次是 Fe、Ni、Pd。

答案: (1) 氢气 (2) Sn、Pb、Ni (3) Fe + CuSO₄ = FeSO₄ + Cu (4) FeSO₄ (5) Fe、Ni、Pd

5. 环境保护类

例 5 (2017·广东) 某垃圾处理厂对生活垃圾进行处理与综合利用的部分流程如图 6 所示。



图 6

资料 1: 垃圾焚烧产生的烟气中含有 SO₂ 等有害气体。

资料 2: FeSO₄ 容易被空气中的 O₂ 氧化。

回答下列问题:

(1) 石灰浆吸收 SO₂(性质与 CO₂ 相似) 的化学方程式为_____。

(2) 溶解步骤中同时发生的三个反应的化学方程式为: Fe + Fe₂(SO₄)₃ = 3FeSO₄、____、_____。

(3) 将所得 FeSO₄ 溶液在氮气环境中蒸发浓缩、____、过滤 得到 FeSO₄ 晶体 其中氮气的作用是_____。

(4) 政府倡导垃圾分类, 其好处是(写一点): _____。

解析 (1) 石灰浆吸收 CO₂ 的化学方程式为 Ca(OH)₂ + CO₂ = CaCO₃ ↓ + H₂O 由此推知石灰浆吸收二氧化硫的化学方程式为 Ca(OH)₂ + SO₂ = CaSO₃ ↓ + H₂O

(2) 溶解过程中 其他反应为铁锈(氧化铁)与硫酸反应和铁与硫酸反应。(3) 从 FeSO₄ 溶液中得到 FeSO₄ 晶体的步骤是: 蒸发浓缩、冷却结晶、过滤。因为 FeSO₄ 容易被空气中的氧气氧化 氮气作保护气。(3) 垃圾分类是垃圾进行科学处理的前提, 为快速处理不同垃圾提供方便, 为垃圾的减量化、资源化、无害化处理奠定基础。

答案: (1) Ca(OH)₂ + SO₂ = CaSO₃ ↓ + H₂O

(2) Fe₂O₃ + 3H₂SO₄ = Fe₂(SO₄)₃ + 3H₂O

Fe + H₂SO₄ = FeSO₄ + H₂ ↑

(3) 冷却结晶(或结晶) 保护气(或避免 FeSO₄ 被空气中的 O₂ 氧化)

(4) 利于回收利用(或有利环境保护等)

(收稿日期: 2018 - 06 - 15)