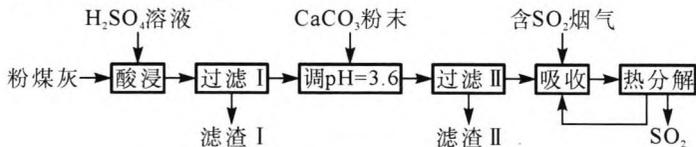


# 例谈化学工艺流程题的解题策略

□戴荣泽

化学工艺流程题试题内容丰富,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。这类试题设计新颖,阅读量较大,能考查学生的阅读能力和资料的收集处理能力,近几年正成为各地高考的热点。

要准确、顺利解答化学工艺流程题,首先要掌握一些必备知识,如元素化合物的性质,实验的基本操作,课本中提及的化学工艺等。其次要掌握适当的解题方法和策略。



(1) 酸浸时反应的化学方程式为\_\_\_\_\_ ;滤渣 I 的主要成分为\_\_\_\_\_ (填化学式)。

(2) 加  $\text{CaCO}_3$  调节溶液的 pH 至 3.6, 其目的是中和溶液中的酸, 并使  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  转化为  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_{6-2x}$ 。滤渣 II 的主要成分为\_\_\_\_\_ (填化学式); 若溶液的 pH 偏高, 将会导致溶液中铝元素的含量降低, 其原因是\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。

(3) 上述流程中经完全热分解放出的  $\text{SO}_2$  量总是小于吸收的  $\text{SO}_2$  量, 其主要原因是\_\_\_\_\_ ; 与吸收  $\text{SO}_2$  前的溶液相比, 热分解后循环利用的溶液的 pH 将\_\_\_\_\_ (填“增大”、“减小”或“不变”)。

**解析** (1) 根据题意, 酸浸时粉煤灰中的氧化铝与硫酸反应, 二氧化硅与硫酸

## 一、根据问题到题干中寻找答案

浏览题目后, 带着问题到题干中寻找答案, 是常用的解题策略, 这样能够做到有的放矢, 节约答题时间, 提高解题速度。

**例 1** (2014 年江苏·16) 烟气脱硫能有效减少二氧化硫的排放。实验室用粉煤灰(主要含  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  等)制备碱式硫酸铝  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_{6-2x}]$  溶液, 并用于烟气脱硫研究。

不反应;

(2) 加入碳酸钙调节 pH 后  $\text{Al}^{3+}$  转化成  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_{6-2x}$  是溶液的一部分, 滤渣只能与  $\text{Ca}^{2+}$  有关, 从而得到滤渣是微溶于水的硫酸钙沉淀, 若 pH 偏高, 将会导致溶液中铝元素的含量降低, 是因为铝离子转化为氢氧化铝沉淀,  $3\text{CaCO}_3 + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{CO}_2$ 。

(3) 溶于水的  $\text{SO}_2$ , 生成亚硫酸, 亚硫酸易被空气中的氧气氧化成硫酸, 使得溶液的酸性增强。

**点评** 本题借助于烟气脱硫工艺考查了工艺流程题中的化学反应原理的相关问题。带着问题容易解决的问题较多, 如(1)(3)两小问和(2)中的第一空。整体来讲, 本题难度中等。

在复习时, 要确保掌握化工生产中的一些

些常用名词:

**浸出:** 固体加入水或酸或碱溶解得到离子。

**浸出率:** 加酸使矿石溶解后,离子在溶液中的含量多少。

**酸浸:** 是指在酸溶液中反应使可溶金属离子进入溶液,不溶物通过过滤除去。

**水浸:** 与水接触反应或溶解,也可能离子发生了水解反应。

**水洗:** 通常是为了除去水溶性的杂质。

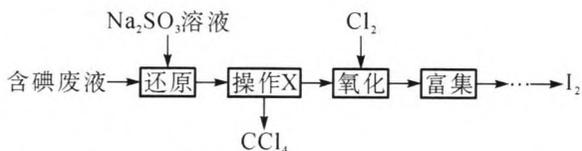
**酸洗:** 通常指清洁金属表面氧化物的一

种方法,是电镀等工艺的前处理或中间处理的常见步骤。

## 二、分段突破,化整为零

将流程图分成几段,理清目的,逐个突破,最后进行整合,就会较为顺利地解决问题了。

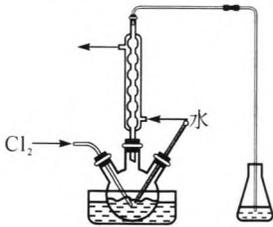
**例 2** (2014 年江苏·19) 实验室从含碘废液(除  $H_2O$  外,含有  $CCl_4$ 、 $I_2$ 、 $I^-$  等)中回收碘,其实验过程如下:



(1) 向含碘废液中加入稍过量的  $Na_2SO_3$  溶液,将废液中的  $I_2$  还原为  $I^-$ ,其离子方程式为 \_\_\_\_\_;该操作将  $I_2$  还原为  $I^-$  的目的是 \_\_\_\_\_。

(2) 操作 X 的名称为 \_\_\_\_\_。

(3) 氧化时,在三颈瓶中将含  $I^-$  的水溶液用盐酸调至 pH 约为 2,缓慢通入  $Cl_2$ ,在  $40^\circ C$  左右反应(实验装置如右图所示)。实验控制在较低温度下进行的原因是 \_\_\_\_\_;锥形瓶里盛放的溶液为 \_\_\_\_\_。



(4) 已知:  $5SO_3^{2-} + 2IO_3^- + 2H^+ = I_2 + 5SO_4^{2-} + H_2O$

某含碘废水(pH 约为 8)中一定存在  $I_2$ ,可能存在  $I^-$ 、 $IO_3^-$  中的一种或两种。请补充完整检验含碘废水中是否含有  $I^-$ 、 $IO_3^-$  的实验方案:取适量含碘废水用  $CCl_4$  多次萃取、分液,直到水层用淀粉溶液检验不出碘单质存在;\_\_\_\_\_。

实验中可供选择的试剂:稀盐酸、淀粉溶液、 $FeCl_3$  溶液、 $Na_2SO_3$  溶液

**解析** 通过观察流程图,容易判断出流程的前半段目的是除去原料中的  $CCl_4$ ,后半段的目的是将  $I^-$  转化  $I_2$ ,从而得到实验目的。

(1) 根据流程图,加入  $Na_2SO_3$  溶液后经过操作 X,使得碘与  $CCl_4$  分离,我们知道碘易溶于有机溶剂,而碘离子易溶于水,所以把碘单质转化为碘离子使有机溶剂中的碘转化为水中的碘,达到除去  $CCl_4$  的目的。

(2) 不溶于水的有机物与水溶液分离,用分液。

(3) 气体的溶解度随温度升高而降低,低温有利于增大氯气的浓度;氯气有毒会污染空气,应用碱溶液吸收。

(4) 需要检验碘离子和碘酸根离子,两种离子均应转化为碘单质用淀粉检验,前者需氧化剂( $FeCl_3$  溶液),后者需还原剂( $Na_2SO_3$  溶液),需注意的是两者检验时均需在酸性条件下进行。

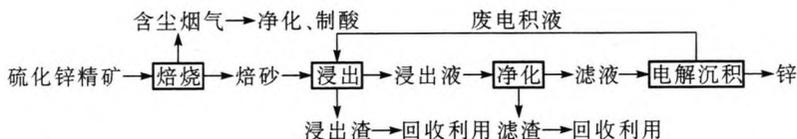
**点评** 本题考查工艺流程题中的实验综合问题。通过题干和流程图得知,本题是从含碘废液中回收碘,除了除去原料中的  $CCl_4$ ,为了提高产率,应将  $I^-$  转化  $I_2$ 。

为了顺利解题要熟悉课本有关工业反应的原理和相关知识点。如：① 煅烧石灰石；② 硫酸工业；③ 合成氨工业；④ 硝酸工业；⑤ 氯碱工业；⑥ 工业制取漂粉精；⑦ 侯德榜制碱；⑧ 硅酸盐工业；⑨ 海水提溴等综合利用，等等。掌握这些工业反应的原理、使用的主要装置(实际设备和简化装置图)、发生的主要化学反应、工业反应条件的选择、主要产品的用途等知识。

### 三、抓住主干,忽略无关信息

#### 例3 (2014年海南·20-II) 锌

是一种应用广泛的金属,目前工业上主要采用“湿法”工艺冶炼锌。某含锌矿的主要成分为  $ZnS$ (还含少量  $FeS$  等其他成分),以其为原料冶炼锌的工艺流程如图所示:



回答下列问题:

(1) 硫化锌精矿的焙烧在氧气气氛的沸腾炉中进行,所产生焙砂的主要成分的化学式为\_\_\_\_\_。

(2) 焙烧过程中产生的含尘烟气可净化制酸,该酸可用于后续的\_\_\_\_\_操作。

(3) 浸出液“净化”过程中加入的主要物质为\_\_\_\_\_,其作用是\_\_\_\_\_。

(4) 电解沉积过程中的阴极采用铝板,阳极采用  $Pb-Ag$  合金惰性电极,阳极逸出的气体是\_\_\_\_\_。

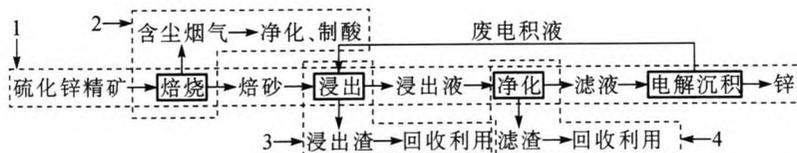
(5) 改进的锌冶炼工艺,采用了“氧压酸浸”的全湿法流程,既省略了易导致空气污染的焙烧过程,又可获得一种有工业价值

的非金属单质。“氧压酸浸”中发生的主要反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(6) 我国古代曾采用“火法”工艺冶炼锌。明代宋应星著的《天工开物》中有关于“升炼倭铅”的记载:“炉甘石十斤,装载入一泥罐内,……,然后逐层用煤炭饼垫盛,其底铺薪,发火煅红,……,冷淀,毁罐取出,……,即倭铅也。”该炼锌工艺过程主要反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。(注:炉甘石的主要成分为碳酸锌,倭铅是指金属锌)

#### 解析 本题分析时可以抓住主干1

(见下图),兼顾枝干2。本题的问题设计与枝干3、4无关,可以忽略。



(1) 硫化锌精矿的主要成分为  $ZnS$ ,在沸腾炉中与氧气反应时,一般生成金属和非金属氧化物,故产生焙砂主要为  $ZnO$ (含有少量  $Fe_2O_3$ )。

(2) 从流程图可以看出,“浸出”环节需要加入酸,所以用焙烧过程中产生的含尘烟气制取的酸,可用于后续的浸出操作。

(3) 为了保证“浸出”环节焙砂能够全部溶解,所以加入的酸是过量的,此时杂质  $Fe^{3+}$  也存在于“浸出液”中,所以加入锌粉的目的就是除去  $Fe^{3+}$ 。

(4) 根据题目中的信息“阴极采用铝板,阳极采用  $Pb-Ag$  合金惰性电极”,则阳  
(下转第54页)

不符合孟德尔的遗传规律

C. 色盲与血友病两者之间的遗传方式不符合基因自由组合定律

D. 男性中位于 X 染色体非同源区段的基因由于没有等位基因,因此不符合基因分离定律



**解析** 本题其实考查了对孟德尔定律本质的理解。孟德尔定律的实质是在减数分裂产生配子的过程中,研究一对等位基因遗传时,等位基因随同源染色体的分开而分离,研究位于非同源染色体上的非等位基因时,同源染色体上等位基因在彼此分离同时,非同源染色体上的非等位基因自由组合。即孟德尔定律所揭示的是在产生配子时的遗传规律。

两只任意的黄色雌雄鼠交配,后代黄色与灰色的比例总是 2:1,说明发生了性状分离,黄色对灰色为显性,亲本是杂合子。当存在显性纯合致死时后代总表现 2:1 的比例,从而也说明能成活的黄色一定是杂合的。它的遗传方式符合基因分离定律。A 选项错误。

虽然女娄菜控制叶子形状阔叶和细叶型性状存在隐性基因花粉不育现象,但一方面

雌性配子无论显隐都存活,一定符合基因分离定律,另一方面隐性花粉虽然不育,但产生花粉过程仍存在同源染色体分开与等位基因分离的过程。因此也遵循基因分离定律。B 选项错误。

色盲与血友病都位于 X 染色体上,符合基因的连锁与互换定律,不符合基因自由组合定律。C 选项正确。

位于 X 染色体非同源区段的基因虽然没有等位基因,但是可以把对应的 Y 染色体相应部位假设为 0 基因存在,遗传方式仍符合基因分离定律。D 选项错误。

事实上在解答有关染色体整条或片段丢失的试题时,若把对应丢失的部位基因假设为 0 进行分析,既不容易出错又简单可行。

从本题也可以说,不论常染色体遗传还是伴性遗传,不论配子是否正常受精,不论某基因型是否有致死现象,不论某基因型在性状表现是否与环境条件影响,只要是真核生物在有性生殖过程的细胞核基因,只要涉及一对等位基因时就仍然符合基因分离定律,涉及位于非同源染色体上的非等位基因就符合基因自由组合定律。

**答案 C**

(上接第 34 页)

极为惰性电极,此时阳极参加反应的微粒是  $\text{OH}^-$ , 电极反应式  $4\text{OH}^- + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ , 故阳极逸出的气体是  $\text{O}_2$ 。

(5) 根据信息“氧压酸浸”,可知参加反应的物质时  $\text{ZnS}$ 、 $\text{O}_2$  和酸提供的  $\text{H}^+$ , 生成物“有工业价值的非金属单质”即为 S, 所以离子方程式为  $2\text{ZnS} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 = 2\text{Zn}^{2+} + 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(6) 该炼锌工艺参加反应的物质是煤炭饼和炉甘石(碳酸锌),得到的物质是倭铅(金属锌)和  $\text{CO}$ , 即  $\text{ZnCO}_3 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Zn} + 3\text{CO} \uparrow$ 。

**点评** 本题阅读量较大,主要考查

了金属冶炼工艺流程中的废气废渣的综合利用和冶炼方法的选择等知识。

解答这类题要求考生能够通过阅读题头,了解流程图以外的文字描述、表格信息、后续设问中的提示性信息,进而明确生产目的,找到制备物质时所需的原料及所含杂质,同时还要在纷繁复杂的信息中提取有用信息,才能够作出很好的解答。

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。可以预知,化学工艺流程题还具有较强的发展势头。