

盘点高考化工题中条件选取成因

四川省苍溪中学校 628400 姚 成

化工生产需要对外界条件如温度、浓度、压强、催化剂、溶液酸碱性等进行严格的控制。本文拟从化工生产条件选取的原因进行盘点分类总结,以利提高。

一、控制化学反应速率的需要

影响化学反应速率的外界因素主要有温度、浓度、压强、催化剂、固体物质的表面积、光、放射性、超声波、电弧、强磁场、溶液酸碱性等,因此化工生产中经常利用上述条件的改变以控制反应速率。

例 1 (2012 年福建 24) (2) 化学电镀的原理是利用化学反应生成金属单质沉积在镀件表面形成镀层。(试题经过删减,不相干的内容删去,下同)

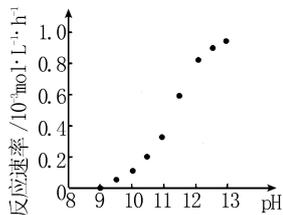


图 1

② 某化学镀铜的

反应速率随镀液 pH 变化如图 1 所示。该镀铜过程中,镀液 pH 控制在 12.5 左右。据图中信息,给出使反应停止的方法: _____。

解析 由图 1 可看出 pH 低于 9 时,该化学反应速率为 0,故可调节电镀液的 pH 在 8~9 之间即可使反应停止。

答案: 调节电镀溶液的 pH 在 8~9 之间。

二、控制反应物和生成物变化的需要

某些化学反应需要在特定的条件下才易发生。

例 2 (2012 年四川 29) 直接排放煤燃烧产生的烟气会引起严重的环境问题,将烟气通过装有石灰石浆液的脱硫装置可以除去其中的二氧化硫,最终生成硫酸钙。硫酸钙可在图 2 所示的循环燃烧装置的燃料反应器中与甲烷反应,气体产物分离出水后得到几乎不含杂质的二氧化碳,从而有利于二氧化碳的回收利用,达到减少碳排放的目的。

(2) 在烟气脱硫的过程中,所用的石灰石浆液在进入脱硫装置前,需通一段时间的二氧化碳,以增加其脱硫效率;脱硫时控制浆液的 pH,此时浆液含有的亚硫酸氢钙可以被氧气快速氧化生成硫酸钙。

② 亚硫酸氢钙被足量氧气快速氧化生成硫酸钙的化学方程式: _____。

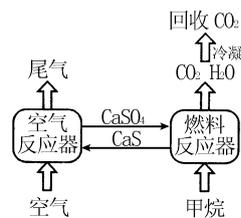


图 2

解析 有些物质的氧化性或还原性强弱与溶液的酸碱性有关,故可通过调节溶液的 pH 以增强或减弱物质的氧化性或还原性使反应按设定方式发生。亚硫酸氢钙中 +4 价的 S 元素具有还

► 条件下,且保持平衡时各组分的体积分数不变,对下列编号①~③的状态,填写下表中的空白。

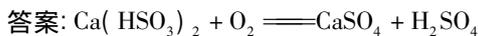
| | 起始状态时物质的量 n(mol) | | | 平衡时 HBr 的物质的量 n(mol) |
|---|-------------------|-----------------|-----|-----------------------|
| | H ₂ | Br ₂ | HBr | |
| | 1 | 2 | 0 | a |
| ① | 2 | 4 | 0 | |
| ② | | | 1 | 0.5a |
| ③ | m | g(g ≥ 2m) | | |

解析 在定温、定容下, H₂(g) + Br₂(g) ⇌ 2HBr(g) 建立起化学平衡状态,从化学方程式可以看出,这是一个化学反应前后气体分子数相等的可逆反应。根据“等价转换”法,通过反应的化学计量数之比原料换算成相同一半边物质表示时,物质的量对应成比例,则达到平衡后与原平衡为相似平衡。相当于把原平衡加压或减压平衡不移动。

答案: ①2a ②0.5 ③2(g - 2m) , a(g - m)。

(收稿日期: 2014 - 01 - 06)

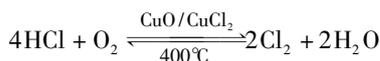
原性,脱硫时控制浆液的 pH 则是因为增强 $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ 的还原性进而使其更易快速被氧化。



三、控制原料利用率的需要

化工生产必须尽可能提高原料利用率,减少对资源的消耗。常采用对块状固体反应物粉末化,控制外部条件(如浓度、温度、压强、反应物用量比等)使可逆反应正向程度尽可能大等措施。

例 3 (2012 年北京 26) 化工中用 Cl_2 生产某些含氯有机物时会产生副产物 HCl 。利用反应 A,可实现氯的循环利用。反应 A:



(2) 图 3 是反应 A 在 4 种投料比 $[n(\text{HCl}) : n(\text{O}_2)]$ 分别为 1:1、2:1、4:1、6:1 下,反应温度对 HCl 平衡转化率影响的曲线。

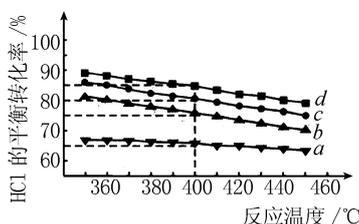


图 3

①曲线 b 对应的投料比是 ____。②当曲线 b, c, d 对应的投料比达到相同的 HCl 平衡转化率时,对应的反应温度与投料比的关系是 ____。

解析 当其它条件不变时, O_2 的用量越大,则 HCl 的转化率越大,由此确定 a 为 6:1、b 为 4:1、c 为 2:1、d 为 1:1; 由图可知,当 HCl 的转化率相同时,温度由低到高对应的投料比为: 4:1、2:1、1:1,由此确定温度与投料比的关系为投料比越高达到相同转化率所需的温度越低。

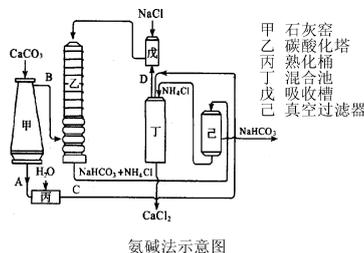
答案: ①4:1; ②投料比越高,对应的反应温度越低。

四、控制物质溶解的需要

固体物质的溶解度主要与温度有关,大多数的物质会随温度的升高而溶解度增大,但也有少数物质如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等其溶解度随温度的升高而减小; 气体的溶解度既与温度有关又与压强有关,温度越高,压强越小则溶解度越小。化工中常通过改变条件如温度、压强、溶液的酸碱性、选用不

同的溶剂等来减少所需物质的溶解损耗,以利其析(或逸)出。

例 4 (2011 年海南 20) 工业上可用食盐和石灰石为主要原料,经不同的方法生产纯碱。



氨碱法示意图

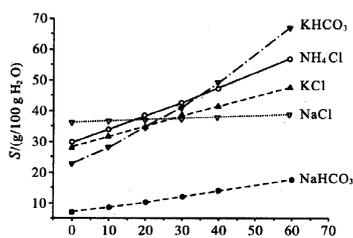


图 4

(2) 氨碱法的工艺如图 4 所示,得到的碳酸氢钠经煅烧生成纯碱。

(4) 有人认为碳酸氢钾与碳酸氢钠的化学性质相似,故也可用氨碱法以氯化钾和石灰石为原料制碳酸钾。请结合图 4 的溶解度(S)随温度变化曲线,分析说明是否可行? ____。

解析 由溶解度曲线可知,碳酸氢钾的溶解度较大,降温过程中不会析出碳酸氢钾晶体,故不能采用此方法制碳酸氢钾,最终也就不可能用氨碱法以氯化钾和石灰石为原料制碳酸钾。

答案: 略。

五、控制物质水解的需要

弱酸或弱碱生成的盐在水溶液中有水解的倾向,故在化工生成中需要通过加酸或碱的方式控制盐的水解。

例 5 (2011 年江苏 16) 以硫铁矿(主要成分为 FeS_2) 为原料制备氯化铁晶体($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 的工艺流程如图 5:

(2) 酸溶及后续过程中均需保持盐酸过量,其目的是 ____、____。

解析 酸溶及后续过程中均需保持盐酸过量,是为了使 Fe_2O_3 尽量反应,提高 Fe^{3+} 的生成

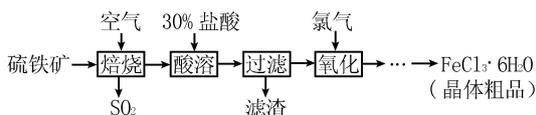


图 5

率,同时可抑制 Fe^{3+} 的水解。

答案:略。

六、控制杂质产生的需要

化工生产中往往会有杂质的产生,必须通过条件的严格控制,化工流程的巧妙设计以除掉杂质,才能制得较纯净的产物。

例 6 (2012 年江苏 16) 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 $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$,其部分工艺流程如图 6:

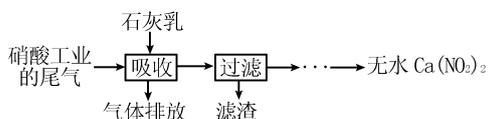


图 6

(3) 该工艺需控制 NO 和 NO_2 物质的量之比接近 1:1。若 $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) > 1:1$, 则会导致 _____; 若 $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) < 1:1$, 则会导致 _____。

解析 若 $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) > 1:1$, NO 过剩; 若 $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) < 1:1$, NO_2 过剩, 剩余 NO_2 会与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 。

答案: 排放的气体中 NO 含量升高, 污染环境; 产品 $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ 中杂质 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 含量升高。

七、控制污染的需要

尽量选用低毒、低害、甚至无毒、无害、可再生的原料、催化剂、溶剂, 减少不必要的反应步骤, 优化化工流程, 严格控制反应条件等措施, 最终生产出环境友好的产品是当今化工发展的方向。

例 7 (2009 年天津 9 改编) 目前从海水中提取溴是世界各国生产溴的主要方法, 其工艺流程如图 7:

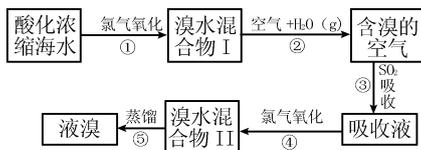


图 7

(3) 在 ⑤ 步骤蒸馏的过程中, 温度控制在 $80^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$, 温度过高或过低都不利生产, 其原因: _____。

(4) 溴单质在四氯化碳中的溶解度比在水中大得多, 四氯化碳与水不相溶, 故可用于萃取溴, 但在上述工艺中却不用四氯化碳的原因是: _____。

解析 温度过高大量的水蒸气会随溴蒸出, 溴蒸气中水分增加; 温度过低, 溴不完全蒸出, 回收率太低; 四氯化碳萃取法工艺太复杂, 设备投资大, 经济效益低, 环境污染重。

答案: 略。

八、控制经济成本的需要

化工生产条件的选取还应考虑经济效益, 尽量做到理论条件与实际生产条件的一致性, 当二者有矛盾时要均衡考虑, 做到经济效益的最大化。

例 8 (2011 年山东 28) 研究 NO_2 、 SO_2 、 CO 等大气污染气体的处理具有重要意义。

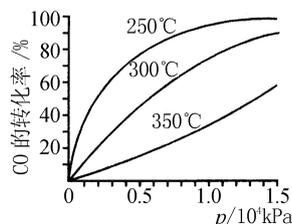
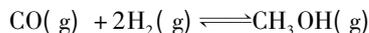


图 8

(3) CO 可用于合成甲醇, 反应方程式为:



CO 在不同温度下的平衡转化率与压强的关系如图 8 所示。该反应 ΔH _____ 0 (填“>”或“<”)。实际生产条件控制在 250°C 、 $1.3 \times 10^4 \text{kPa}$ 左右, 选择此压强的理由是 _____。

解析 由图可知 CO 的转化率随温度升高而降低, 所以正反应为放热反应。选择 250°C 、 $1.3 \times 10^4 \text{kPa}$ 的主要原因是该条件下 CO 转化率已将近最大值, 没有必要再加大压强反而使生产成本增加。

答案 “<”; $1.3 \times 10^4 \text{kPa}$ 下反应物转化率已经将近最大值, 增加压强转化率增大不明显, 反而使成本增加经济效益下降。

(收稿日期: 2013 - 11 - 22)