

 提分攻略系列

常考题型训练题典

CHANGKAO TIXING XUNLIAN TIDIAN



高中 化学 3

(选修 2、3、6)

主编 蔡晔



YZLI0890142776



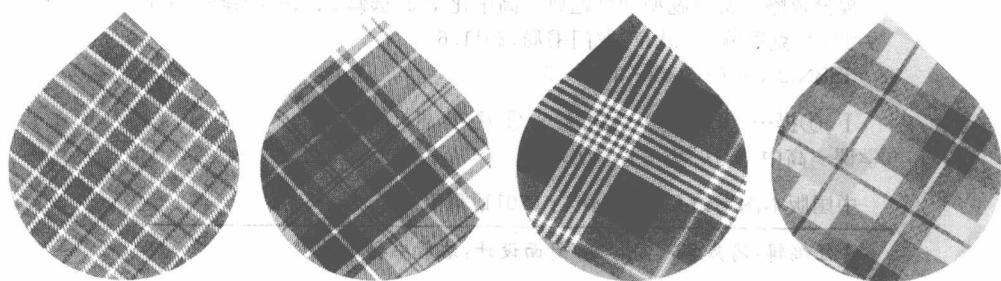
龍門書局

龙门品牌·学子至爱
www.longmenbooks.com

提分攻略系列

常考题型训练题典

CHANGKAO TIXING XUNLIAN TIDIAN



高中 化学 3

(选修 2、3、6)

丛书主编
丛书副主编
编者



YZLI0890142776

龍門書局

北京

版权所有 翻印必究

举报电话:(010) 64031958,13801093426 (打假办)

邮购电话:(010) 64034160,88937471

图书在版编目(CIP)数据

提分攻略 常考题型训练题典 高中化学 3(选修 2、3、6)/蔡晔主编;
尹强,尹克贵编. —北京:龙门书局,2011.6

ISBN 978-7-5088-3130-5

I. ①提… II. ①蔡… ②尹… ③尹… III. ①中学化学课—高中—习题集 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 118626 号

责任编辑:潘恭华 高 鹏/封面设计:浩蓝书籍设计

龙 门 书 局 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

北京九天志诚印刷有限公司 印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2011 年 6 月第 一 版 开本:B5

2011 年 6 月第二次印刷 印张:13 3/4

字数:277 000

定 价:21.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前言



新课标教学和新课改理念越来越重视对学生的思维能力、实践能力和创新能力的培养。《考试大纲》告诉我们高考的命题将全面落实新课改理念,把以能力测试为主导的命题指导思想落实到每一道题中,在继承和发展传统命题优势的情况下,高考将更加注重对学生各种能力的考查,并真正把对能力的考查放在首要位置。

《提分攻略》系列图书正是在这种背景下应运而生,它包含《疑难与规律详解》和《常考题型训练题典》两大子系列,涉及数学、物理、化学、生物和英语五大学科,供中学各年级教师和学生使用。《常考题型训练题典》系列丛书由多位优秀的一线骨干教师和研究员,结合新课标教学理念和考试大纲的要求分学科、分模块、分年级编排成册,总的说来本书有以下特点:

体例切合学习认知规律

本丛书从学生学习认知的心理规律出发,以母题与衍生的形式呈现知识内容,每一个题型都让学生经过学、悟、练的过程,进而将需要掌握的知识快速地内化到自己的知识结构中,帮助学生提高理解和运用知识的效率。

题型牢牢把握考试动向

本丛书在编写过程中,本着“遵循教材但不拘泥于教材”的原则,以考试大纲为指导,将各分册知识内容以题型的形式科学系统地归纳整理,考点、重点、难点一目了然,让同学们在学习的过程中目标明确、有的放矢。

题型全面总结通式通法

本书在全面梳理各节考点、重点、难点的同时,兼顾各题型中涉及的解题方法、规律并以解题锦囊的形式高度总结通式通法,全面科学地归纳各节的知识特点,揭示解题技巧,提升解题能力;并通过易错题、探究题、创新题等综合题型的专项训练,进一步提升同学们运用知识解决综合性问题的能力。

编写思路新颖

本丛书一改传统题典类图书的简单罗列例题的形式,采取了考点归类、举一反三的方式,全面梳理各种常考题型。并提炼出题中能够激发思维的重要内容,强化记忆,引导学生思考、研究、学习、提升。

编者

2011.5.20



第一章 化学与技术

第一节 走进化学工业	1
第二节 化学与资源开发利用	12
第三节 化学与材料的发展	21
第四节 化学与技术的发展	30
综合专题	34
易错题型	40
探究题型	43
创新题型	47

第二章 原子结构与性质

第一节 原子结构	53
第二节 原子结构与元素性质	63
综合专题	73
易错题型	76
探究题型	77
创新题型	80

第三章 分子结构与性质

第一节 共价键	82
第二节 分子的立体构型	89
第三节 分子的性质	96
综合专题	105
易错题型	108
探究题型	109
创新题型	110

第四章 晶体的结构与性质

第一节 晶体的常识	112
第二节 分子晶体和原子晶体	115
第三节 金属晶体	122
第四节 离子晶体	128
综合专题	139
易错题型	142
探究题型	144
创新题型	147

第五章 实验化学

第一节 实验化学起步	149
第二节 化学实验的绿色追求	157
第三节 物质的分离和提纯	163
第四节 物质的制备	171
第五节 物质的检验	177
第六节 物质含量的测定	182
第七节 物质性质的研究	191
第八节 身边化学问题的探究	193
第九节 综合实验设计	196
综合专题	202
易错题型	207
探究题型	208
创新题型	212



第一章 化学与技术

第一节 走进化学工业

题型一 工业制硫酸的考查

母题 ★★★ 工业生产硫酸流程如图 1-1。

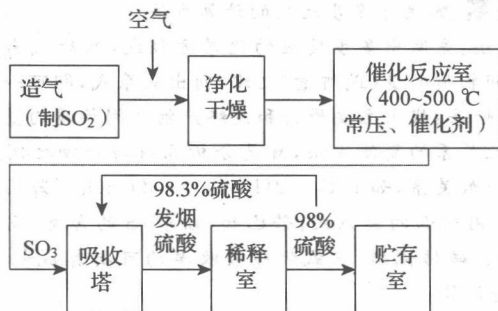


图 1-1

指点迷津
理解工业制备硫酸的原理且结合生产实际的流程分析,是解答此题的关键。

(1) 我国黄铁矿资源比较丰富,但很多工厂仍以硫黄为原料生产硫酸,理由是_____。

(2) 在催化反应室,下列措施中有利于提高 SO_2 平衡转化率的有_____。

- A. 升高温度 B. 减小压强
C. 不断补充空气 D. 及时分离出 SO_3

(3) 在生产中为提高催化剂催化效率采取了哪些措施? _____
(至少答出两点措施)。

(4) 已知 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -196 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 在 450°C 、常压和钒催化条件下向一密闭容器中充入 2 mol SO_2 和 1 mol O_2 , 充分反应后,放出的热量 _____ (填“<”“>”“=”) 196 kJ ,理由是_____。

(5) 经检测生产硫酸的原料气成分(体积分数)为 $\text{SO}_2 7\%$ 、 $\text{O}_2 11\%$ 、 $\text{N}_2 82\%$ 。在 500°C 、 0.1 MPa 条件下达到平衡时,各种气体的体积比为 $V(\text{SO}_2) : V(\text{SO}_3) : V(\text{O}_2) : V(\text{N}_2) = 0.46 : 6.54 : 7.73 : 82$,则 SO_2 的利用率为_____。

分析:二氧化硫转化为三氧化硫的反应为正反应气体体积减小的放热反应,所以低温高压有利于提高二氧化硫的转化率。在生产过程中,氮气没有参加反应,所以其体积不变,则可看作反应前气体的体积 SO_2 、 O_2 、 N_2 分别为 7 L 、 11 L 、 82 L ,反应后 SO_2 的体积

学习心得

学习心得

指点迷津

写出各反应的化学方程式,标出各元素的化合价,有化合价变化的反应即为氧化还原反应。

指点迷津

要从最本质的角度分析实际操作的原因,以免被一些次要问题所迷惑。

为 0.46 L,所以 SO_2 的转化率为 $\frac{6.54}{7} \times 100\% = 93.4\%$ 。

解答:(1)黄铁矿为原料的生产中产生的废弃物太多,处理成本高
(2)CD (3)①净化气体;②控制温度在 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ (增大催化剂与反应气体的接触面积) (4) < 在标准大气压和 298 K 条件下,2 mol SO_2 和 1 mol O_2 完全反应生成 2 mol SO_3 ,放出 196 kJ 热量,该反应为可逆反应,不可能进行完全,又因为反应温度为 450°C ,所以放出的热量小于 196 kJ (5)93.4%

解题锦囊

关于多步反应的计算方法:

- (1)关系式法:先写出多步反应的化学方程式,然后找出反应物和生成物之间物质的量(或质量)之比,列出关系式,即可一步计算。
(2)元素守恒法:找出主要原料和最终产物之间物质的量的对应关系。找出此关系的简便方法,就是分析原料与产物之间所含关键元素原子个数关系,如 $\text{FeS}_2 \sim 2\text{H}_2\text{SO}_4$, $\text{S} \sim \text{H}_2\text{SO}_4$ 。若已知(欲求) FeS_2 含量,用前面的关系式,若已知(欲求) S 的含量,用后一关系式,且二氧化硫转化率、三氧化硫吸收率均可折算成起始物 FeS_2 (或 S) 进行计算。

衍生训练

衍生 1 ★★★

下列化工生产中所发生的主要化学反应,不涉及氧化还原反应的是 ()

- A. 氯碱工业 B. 接触法制硫酸
C. 制造普通玻璃 D. 工业合成氨

解析:各选项涉及的主要反应为:A 项, $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$; B 项, $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$, $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$; C 项, $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$; D 项, $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ 。答案:C

衍生 2 ★★★

在硫酸的工业制法中,下列生产操作与说明生产操作的原因二者都正确的是 ()

- A. 硫铁矿燃烧前需将矿粒粉碎,这样易于向沸腾炉中投料
B. 炉气进入接触室之前需要净化、干燥,因为炉气中的杂质易与 SO_2 反应
C. SO_2 氧化为 SO_3 时需使用催化剂,这样可提高 SO_2 的转化率
D. 接触室的反应温度控制在 $400 \sim 500^\circ\text{C}$,因为在这个温度范围内,反应速率和 SO_2 转化率都比较理想,且催化剂活性也较高

解析:题中所提到的对硫酸工业采取的措施叙述都是正确的。但硫铁矿进入沸腾炉之前粉碎的原因是为了增大矿粒与空气的接触面积,使其燃烧得更快、更充分,从而提高硫铁矿的利用率;从沸腾

炉出来的炉气必须净化、干燥,是因为炉气中的一些杂质气体会使接触室中的催化剂中毒,丧失活性,同时防止炉气中的水蒸气和 SO_2 生成酸而腐蚀管道; SO_2 转化为 SO_3 时使用催化剂是为了缩短到达平衡的时间,但它并不能影响化学平衡的移动,并不影响 SO_2 的转化率;接触室控制反应的温度在 $400\sim 500\text{ }^\circ\text{C}$,这是综合考虑了催化剂活性、反应速率及 SO_2 的转化率等因素而确定的,故 D 项正确。

答案:D

衍生3 ★★★ 在硫酸工业生产中,为了有利于 SO_2 的转化,且能充分利用热能,采用了中间有热交换器的接触室(如图 1-2),下列有关说法中错误的是 ()

- A. 上端进入的气体温度较高,下端出来的气体温度较低
B. 预热含有二氧化硫的混合气体,有利于接触氧化
C. A 处流出的气体为 SO_2 和 O_2
D. 预热 SO_3 ,有利于被浓硫酸吸收

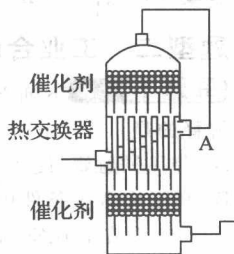


图 1-2

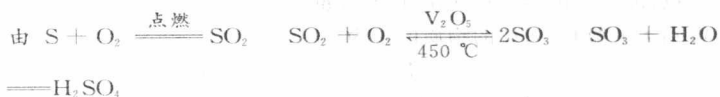
解析:此题考查了工业生产 H_2SO_4 的重要设备之一——接触室中气体的流向。 SO_2 和 O_2 进入热交换器的管外时,虽具备合成温度,但无 V_2O_5 催化,不会生成 SO_3 ,只有 SO_2 和 O_2 。原料 SO_2 、 O_2 从装置左侧中间进入热交换器,吸收热能后由 A 处流出再进入接触室发生反应,并放出大量的热,而热交换器的作用是把一部分热量交换给刚进入热交换器的原料气,然后由下端流入下一个装置, SO_3 温度过高不易被吸收,所以下端出来的气体温度较低,这也是热交换器的作用之一。

答案:D

衍生4 ★★★ 某化工厂每小时生产 98%(质量分数)硫酸 $a\text{ t}$,为使硫充分燃烧,且在下一步催化氧化时不再补充空气,要求燃烧后的混合气体中含氧的体积分数为 $b\%$ 。若空气中氧气的体积分数为 21%,且不考虑各生产阶段的物料损失,则:

- (1)该厂每小时消耗标准状况下空气的体积为 _____。
(2)为满足题设要求, $b\%$ 的下限等于 _____。

解析:将 $a\text{ t}$ 98% 的硫酸换算成 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{10^6 a \times 98\%}{98} = 10^4 a\text{ mol}$



得关系式 $\text{H}_2\text{SO}_4 \sim \text{O}_2$

$$10^4 a \quad 10^4 a$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 10^4 a\text{ mol}}{21\% - b\%} = \frac{22\ 400a}{21 - b}\text{ m}^3$$

学习心得

指点迷津

工业制硫酸要遵循化学平衡原理、热交换原理和逆流原理。

学习心得

指点迷津

关于多步反应的计算问题,一般采用关系式法计算,计算时注意注意转化率、体积分数等百分数问题。

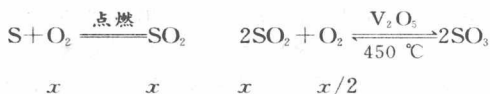
学习心得

指点迷津
勒夏特列原理解释化学平衡的移动问题,不解释化学反应速率问题。

学习心得

指点迷津
关于涉及化学平衡的计算,可以采用三段法计算。

设生成 SO_2 为 x mol, 则:



$$b\% = \frac{\frac{x}{2}}{x + \frac{x}{2} + \frac{3x}{2} + \frac{79}{21}} = 7\%$$

答案: (1) $\frac{22\ 400a}{21-b} \text{ m}^3$ (2) 7%

题型二 工业合成氨的考查

母题 1 ★★ 下列有关合成氨工业的叙述, 可用勒夏特列原理来解释的是 ()

- A. 使用铁触媒, 使 N_2 和 H_2 混合气体有利于合成氨
B. 高压比常压条件更有利于合成氨的反应
C. $500\text{ }^\circ\text{C}$ 左右比室温更有利于合成氨的反应
D. 合成氨时采用循环操作, 可提高原料的利用率

分析: 勒夏特列原理运用范围, 就是能使已平衡的可逆反应发生平衡移动的一些因素。选项 A 中催化剂不能使平衡移动。选项 B 中加压可使合成氨反应正向移动。选项 C 中高温不利于合成氨, 只能加快反应速率, 另外, $500\text{ }^\circ\text{C}$ 左右铁触媒活性最大。选项 D 中, 循环使用, 不涉及平衡移动问题。

解答: B

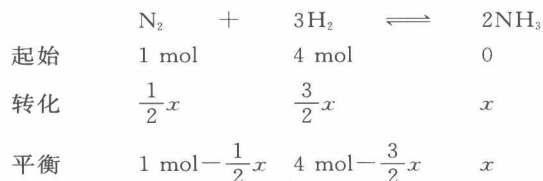
合成氨适宜条件的选择, 必须全面考虑问题, 充分运用化学反应速率和化学平衡原理, 既要注意外界条件对反应速率和化学平衡影响的一致性, 又要注意其矛盾性, 同时兼顾催化剂的活性对温度的限制, 同时考虑合成氨生产中的动力、材料、设备等因素, 也就是注意理论与实际相结合, 从而才能选择出合成氨的适宜条件。

母题 2 ★★ 将 1 体积 N_2 和 4 体积 H_2 放入密闭容器中, 测得压强为 $3.03 \times 10^5 \text{ Pa}$, 达平衡后测得含 NH_3 为 12%, 试求:

- (1) 平衡时 N_2 和 H_2 占平衡混合气体的体积百分比;
(2) 到达平衡时的压强。

分析: 在相同条件下, 气体的体积比等于物质的量比, 假定 N_2 和 H_2 的起始物质的量分别为 1 mol 和 4 mol, 由达平衡时氨的百分含量可求出 NH_3 平衡时的物质的量, 再求出平衡时气体的总物质的量, 即可求出 N_2 和 H_2 的百分含量。

设到达平衡时 NH_3 的物质的量为 x 。





$$\frac{x}{(1 \text{ mol} - \frac{1}{2}x) + (4 \text{ mol} - \frac{3}{2}x) + x} \times 100\% = 12\%$$

平衡时的总物质的量为

$$1 \text{ mol} - \frac{0.536 \text{ mol}}{2} + 4 \text{ mol} - \frac{3 \times 0.536 \text{ mol}}{2} + 0.536 \text{ mol} = 4.46 \text{ mol}.$$

$$\text{N}_2 \text{ 的百分含量: } \frac{1 \text{ mol} - \frac{0.536}{2} \text{ mol}}{4.46 \text{ mol}} \times 100\% = 16.4\%.$$

$$\text{H}_2 \text{ 的百分含量: } 1 - 16.4\% - 12\% = 71.6\%.$$

$$\text{平衡混合气的压强为 } \frac{p_{\text{平}}}{3.03 \times 10^5 \text{ Pa}} = \frac{4.46 \text{ mol}}{(4+1) \text{ mol}},$$

$$p_{\text{平}} = 2.70 \times 10^5 \text{ Pa}.$$

解答: (1) 16.4% 71.6% (2) $2.70 \times 10^5 \text{ Pa}$

三段式计算模式:

(1) “起”“转”“平”三步骤计算的技巧(一般表示如下):



“起”始浓度
(或物质的量): $a \quad b \quad c \quad d$

“转”化浓度
(或物质的量): $mx \quad nx \quad px \quad qx$

“平”衡浓度
(或物质的量): $a-mx \quad b-nx \quad c+px \quad d+qx$

此三种关系中,只有“转”化浓度(或物质的量)之比等于计量数之比,常常要用平衡时候的数据求其他的值:

$$\text{① 如求 A 物质的平衡转化率 } \alpha(A), \alpha(A) = \frac{mx}{a} \times 100\%$$

② 在恒温、等容的条件下,反应前后的压强比等于物质的量比。

③ 求 B 物质平衡时的体积分数 $\varphi(B)$,

$$\varphi(B) = \frac{b-nx}{a-mx+b-nx+c+px+d+qx} \times 100\%$$

衍生训练

衍生 1 ★★★ 合成氨工业对国民经济和社会发展具有重要的意义。哈伯法合成氨需要在 20~50 MPa 的高压和 500 °C 的高温下,并用铁作为催化剂,氨的转化率为 10%~15%;最近美国俄勒冈大学的化学家使用了一种名为 $\text{trans-Fe}(\text{DMeOPrPE})_2$ 的催化剂,在常温下合成出氨。下列有关说法中错误的是 ()

- A. 哈伯法合成氨是吸热反应,新法合成氨是放热反应
- B. 新法合成和哈伯法相比不需要在高温条件下,可节约大量能源
- C. 新法合成能在常温下进行也需要断裂化学键
- D. 新的催化剂降低了反应所需要的能量

学习心得

学习心得

指点迷津

此题可用最基本的三段式法计算,也可以利用差量法计算。

学习心得

指点迷津

提高 CO 的转化率的前提是平衡向正方向移动,但是增大 CO 浓度虽然平衡向正方向移动,但是 CO 转化率降低。

学习心得

解析:吸热反应和放热反应是由反应物和生成物所具有的能量的相对大小决定的,与反应的条件无关,所以 A 项错误。根据题意可判断利用催化剂降低了反应所需能量,所以反应在常温下可以进行,可节约大量能源,其他选项正确。

答案:A

衍生 2 ★★★

一定条件下,合成氨反应达到平衡时,测得混合气体中氮气的体积分数为 20.0%,与反应前的体积相比,反应后体积缩小的百分率是 ()

- A. 16.7% B. 20.0%
C. 80.0% D. 83.3%

解析:设 N_2 、 H_2 起始的物质的量分别为 x 、 y , N_2 转化的物质的量为 z , 得出



起始物质的量: x y 0

转化物质的量: z $3z$ $2z$

平衡物质的量: $(x-z)$ $(y-3z)$ $2z$

平衡时总的物质的量为: $(x-z) + (y-3z) + 2z = x + y - 2z$

即生成氮气的物质的量就是气体总的减少的物质的量。根据

$$\frac{2z}{x+y-2z} = 20\% \Rightarrow z = \frac{x+y}{12} \text{ 得体积缩小的百分率为 } \frac{2z}{x+y} =$$

$$\frac{2(x+y)/12}{x+y} = 1/6 \approx 16.7\%.$$

答案:A

衍生 3 ★★★

合成氨所用的 H_2 可由煤与水反应制得,其中有一步反应为 $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ $\Delta H < 0$,欲提高 CO 转化率可采用的方法有:①降低温度;②增加压强;③使用催化剂;④增大 CO 的浓度;⑤增大水蒸气的浓度。其中正确的组合是 ()

- A. ①②③④⑤ B. ①⑤
C. ①④⑤ D. 只有⑤

解析:该反应是一个气体总体积不变的放热反应,欲提高 CO 的转化率,可设法使化学平衡向正反应方向移动,显然降低温度可以满足这一要求,增加水蒸气的浓度,平衡向正反应方向移动,CO 的转化率也可以增大;但若增加 CO 的浓度,平衡虽然向右移动,但 CO 的总量增大,其转化率反而减小。增大压强和使用催化剂的操作只能加快反应速率,缩短达到平衡的时间,而与平衡时 CO 的转化率无关。

答案:B

衍生 4 ★★★

工业合成氨时将 N_2 和 H_2 按体积比 1:3 通入合成塔中,在不同条件下达到平衡时,混合物中 NH_3 的含量(体积分数)如下表:



压强/ MPa NH ₃ / % 温度/℃	0.1	10	20	30	60	100
200	15.3	81.5	86.4	89.9	95.4	98.8
300	2.2	52.0	64.2	71.0	84.2	92.6
400	0.4	25.1	38.2	47.0	65.2	79.8
500	0.1	10.6	19.1	26.4	42.2	57.5
600	0.05	4.5	9.1	13.8	23.1	31.4

试分析上表所提供的数据,判断下列说法一定正确的是 ()

- A. 无论其他条件如何改变,只要增大压强就能提高 NH₃ 在平衡混合物中的含量
- B. 无论其他条件如何改变,只要升高温度就有利于提高 N₂ 的转化率
- C. 无论其他条件如何改变,只要降低温度就能提高 NH₃ 在平衡混合物中的含量
- D. 由上表数据可知,NH₃ 的合成是一个放热的、气体总体积缩小的可逆反应

解析:由题意可知,若温度最低,压强最大,则转化率最高,只改变一个条件,氨气的含量不能确定,当温度不变时,压强越大,氨气的含量越高,可知此反应气体总体积缩小,当压强相等时,温度越低,氨气的含量越高,所以确定正反应为放热反应。

答案:D

题型三 纯碱生产的考查

母题 纯碱是一种重要的化工原料,目前制碱工业主要有“氨碱法”和“联合制碱法”两种工艺。请按要求回答问题:

(1)“氨碱法”产生大量 CaCl₂ 废弃物,请写出该工艺中产生 CaCl₂ 的化学方程式:_____。

(2)写出“联合制碱法”有关反应的化学方程式:_____。

(3)CO₂ 是制碱工业的重要原料,“联合制碱法”与“氨碱法”中 CO₂ 的来源有何不同?_____。

(4)绿色化学的重要原则之一是提高反应的原子利用率。根据“联合制碱法”总反应,列出计算原子利用率的表达式:原子利用率(%)=_____。

分析:联合制碱法的反应式为: $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}(\text{饱和}) \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 总反应可看作是: $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}(\text{饱和}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$, 所以:原子利用率(%) = $\frac{\text{目标产物总产量}}{\text{反应物总质量}} \times 100\% =$

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{NH}_4\text{Cl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{NH}_3) + m(\text{CO}_2) + m(\text{H}_2\text{O})} \times 100\%。$$

指点迷津

利用勒夏特列原理解决此化学平衡移动问题。

学习心得

指点迷津

理解工业制备纯碱的两种方法和过程。

学习心得

学习心得

指点迷津

在理论的角度理解：二氧化碳不易溶于饱和食盐水，而因其为酸性氧化物易溶于碱液。

指点迷津

灵活的利用原子守恒等计算方法。

解答：(1) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}(\text{饱和}) \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 、
 $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (3)“氨碱法”的 CO_2 来源于石灰石煅烧，“联合制碱法”的 CO_2 来源于合成氨工业的废气

$$(4) \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{NH}_4\text{Cl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{NH}_3) + m(\text{CO}_2) + m(\text{H}_2\text{O})} \times 100\%$$

学习中要注意不同生产工艺的对比。

①“氨碱法”的反应过程如下：将饱和的食盐溶液在冷却时用氨饱和，然后在加压下通入二氧化碳（由碳酸钙分解而来），由于碳酸氢钠溶解度较小而析出，将析出的碳酸氢钠晶体煅烧，即可制得碳酸钠。②“联合制碱法”包括两个过程：第一个过程与氨碱法相同（只不过二氧化碳来源于合成氨工业的废气）；第二个过程是从第一个过程得到的氯化铵和氯化钠的滤液中结晶沉淀出氯化铵晶体。

衍生训练

衍生 1 ★★★

在制小苏打 ($\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$) 的操作中，应在饱和食盐水中 ()

- A. 先通入 CO_2 ，达到饱和后再通入 NH_3
 B. 先通入 NH_3 ，达到饱和后再通入 CO_2
 C. CO_2 和 NH_3 同时通入
 D. 以上三种方法都行

解析： CO_2 在 NaCl 溶液中溶解度小，先通 NH_3 后溶液呈碱性，能溶解大量的 CO_2 ，生成大量的 HCO_3^- ，从而析出大量的 NaHCO_3 晶体。

答案：B

衍生 2 ★★★

1892 年比利时人索尔维以 NaCl 、 CO_2 、 NH_3 、 H_2O 为原料制得了纯净的 Na_2CO_3 ，该法又称氨碱法，其主要生产流程如图 1-3：

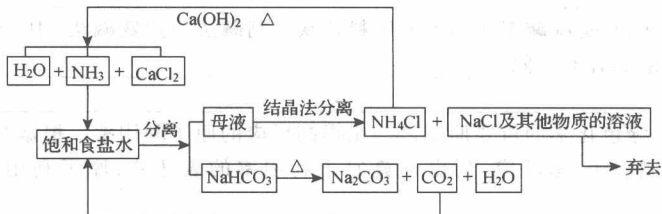


图 1-3

下列有关说法不正确的是 ()

- A. 从理论上讲，循环生产不需要再补充 NH_3
 B. 从绿色化学原料的充分利用的角度看，该方法有两个明显的缺陷是：氯化钠未能充分利用和产生 CaCl_2 废弃物
 C. 将 NH_4Cl 作为一种化工产品，不再生产 NH_3 来循环使用

D. 从理论上讲,每再生产 1 mol Na_2CO_3 ,再补充的物质及其物质的量分别是补充 2 mol NaCl 和 1 mol CO_2

解析: 本题属于实验评价题。工业制碱的原理涉及反应: $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。索尔维法用生成的氯化铵制备氨气,将氯化铵进行了循环利用,所以从理论上讲,是不需要补充氨的。但是在生产过程中 NaCl 母液被弃去,氯化铵制备氨气生成了无用的氯化钙,这两点是索尔维法的缺陷。根据反应关系式及原子守恒,从理论上讲每生产 1 mol Na_2CO_3 , $2\text{NaCl} + 2\text{NH}_3 + 2\text{CO}_2 \sim 2\text{NaHCO}_3 \sim \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$,再补充的物质及其物质的量分别是 2 mol NaCl 和 1 mol CO_2 。

答案: C

衍生 3 ★★★ 我国化学家侯德榜根据 NaHCO_3 溶解度比 NaCl 、 Na_2CO_3 、 NH_4HCO_3 、 NH_4Cl 都小的性质,运用 $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 的反应原理制备纯碱。图 1-4 是在实验室进行模拟实验的生产流程示意图:

气体 A 的饱和溶液 $\xrightarrow[\text{I}]{\text{加入食盐}}$ A 和食盐的饱和溶液
 $\xrightarrow[\text{II}]{\text{通入足量气体 B}}$ 悬浊液 $\xrightarrow[\text{III}]{\text{过滤}}$ 晶体 $\xrightarrow[\text{IV}]{}$ 纯碱

图 1-4

则下列叙述错误的是

()

- A. A 气体是 NH_3 , B 气体是 CO_2
- B. 第 III 步得到的晶体是发酵粉的主要成分
- C. 第 III 步操作作用到的主要玻璃仪器是烧杯、漏斗、玻璃棒
- D. 第 IV 步操作的主要过程有溶解、蒸发、结晶

解析: “侯氏制碱法”是中学阶段常研究的四大工业生产知识之一,主要应注重对其反应原理的理解。它是先制得氨化的饱和食盐水,再往其中通入 CO_2 (即往饱和食盐水中依次通入足量的 NH_3 、 CO_2 , 因为 NH_3 在水中的溶解度远远大于 CO_2 , 先将溶液氨化后,吸收 CO_2 的效果更好), 第 II 步即得到 NaHCO_3 悬浊液, 第 IV 步应将 NaHCO_3 加热分解, 以得到 Na_2CO_3 。

答案: D

衍生 4 ★★★ 某课外兴趣小组同学,按照“侯氏制碱法”原理,设计了如图 1-5 的一套实验:

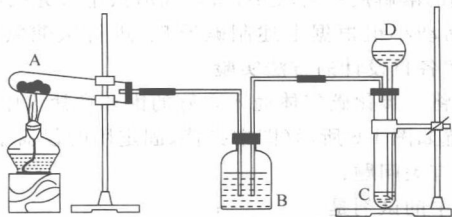


图 1-5

学习心得

指点迷津
 发酵粉的主要成分
 是碳酸氢钠。

学习心得

指点迷津
 侯氏制碱法的两
 种气体分别采用
 了实验室中的制
 备方法制取,再
 用它们制备碳酸
 氢钠。

学习心得

指点迷津

二氧化碳由盐酸制备,因盐酸具有挥发性,故制得的二氧化碳中混有氯化氢气体杂质。

实验室可供选用的药品有:浓氨水、纯碱、大理石、稀盐酸、稀硫酸、熟石灰、氯化铵、氯化钠。

(1)A、D中最合适的试剂(填名称)为:A _____;D _____。

(2)本实验具体操作过程,应先通 _____ 气体,再通 _____ 气体,原因是 _____。

(3)指出该装置中的错误(至少两处) _____。

(4)在改进装置后,该同学进行了实验,实验所用的饱和 NaCl 溶液中含溶质 58.5 g,实验最后得到无水碳酸钠 26.0 g,则其产率为 _____;该同学针对其实验结果,认真分析了造成损失的原因,发现其操作步骤并没有错误,则主要原因是 _____。

解析:由于 CO_2 在水中溶解度小,所以实验中先制得 NH_3 (左边装置)通入饱和食盐水,右侧再制得 CO_2 通入氨化的饱和食盐水中可得碳酸氢钠晶体,析出的碳酸氢钠晶体加热分解可得到纯碱。

答案:(1)氯化铵和熟石灰 稀盐酸

(2) NH_3 CO_2 CO_2 在水中溶解度小,先通 NH_3 至饱和,有利于 NaHCO_3 析出

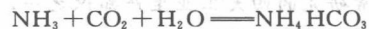
(3)B、C 之间缺少止水夹;B 装置应与大气相通,不能为密闭装置;通 NH_3 的导管不应伸入液面以下(任填两种即可)

(4)49.0% NaHCO_3 在水中有较大的溶解度,未能全部沉淀出来

衍生 5

★★★

我国化工专家侯德榜的侯氏制碱法为世界制碱工业作出了突出贡献。他以 NaCl 、 NH_3 、 CO_2 等为原料制得 NaHCO_3 ,进而生产出纯碱。有关反应的化学方程式为:



(1)碳酸氢铵与饱和食盐水反应,能析出碳酸氢钠晶体的原因是 _____ (填字母标号)。

a. 碳酸氢钠难溶于水

b. 碳酸氢钠受热易分解

c. 碳酸氢钠的溶解度相对较小,所以在溶液中首先结晶析出

(2)某探究活动小组根据上述制碱原理,进行碳酸氢钠的制备实验,同学们按各自设计的方法实验。

①一位同学将二氧化碳气体通入含氨的饱和食盐水中制备碳酸氢钠,实验装置如图 1-6 所示(图中夹持、固定用的仪器未画出)。

试回答下列有关问题:

(I)乙装置中的试剂是 _____;

(II)丁装置中稀硫酸的作用是 _____;

(Ⅲ)实验结束后,分离出 NaHCO_3 晶体的操作是_____ (填分离操作的名称)。

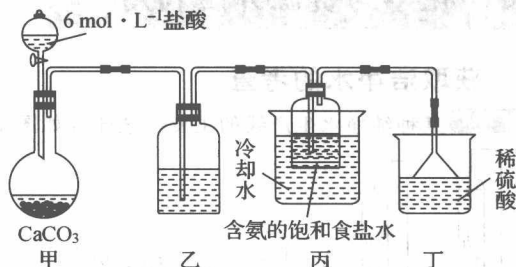


图 1-6

②另一位同学用图 1-7 中戊装置(其他装置未画出)进行实验。

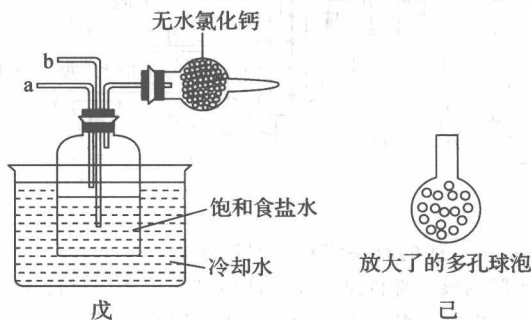


图 1-7

(Ⅰ)实验时,须先从_____管通入_____气体,再从_____管中通入_____气体;

(Ⅱ)有同学建议在戊装置的 b 管下端连接己装置,原因是_____;

(3)请你再写出一种实验室制取少量碳酸氢钠的方法:_____

解析:(1)在溶液中溶解度最小的物质最先析出。(2)①除去 CO_2 中的 HCl 用饱和 NaHCO_3 溶液; H_2SO_4 吸收挥发出来的 NH_3 ; NaHCO_3 以固体形式析出,应采用过滤操作。②侯氏制碱法应向饱和 NaCl 溶液中先通 NH_3 后通 CO_2 , 因为 NH_3 溶解度大,可吸收更多 CO_2 , 生成较多 NaHCO_3 固体; NH_3 极易溶于水,易发生倒吸,所以从 a 管进入;己为多孔球泡,可增大接触面积。(3)可利用以下反应原理制备 NaHCO_3 : $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ 。

答案:(1)c (2)①饱和碳酸氢钠溶液 吸收未反应的 NH_3 (答“防止倒吸”或“吸收 CO_2 ”不可以) 过滤 ②a NH_3 b CO_2

增大气体与溶液接触面积,提高 CO_2 吸收率 (3)往烧碱溶液中通入过量 CO_2 (或往饱和 Na_2CO_3 溶液中通入过量 CO_2 等,其他合理方法均可)

学习心得

学习心得

第二节 化学与资源开发利用

题型一 获取洁净水的考查

母题 某种纯净水生产线的主要工艺流程如图 1-8:

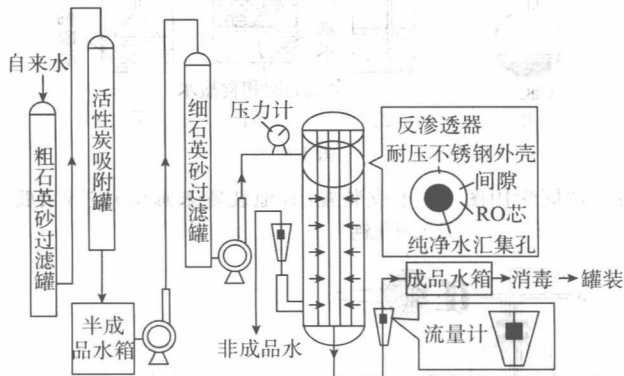


图 1-8

阅读该纯净水生产线的有关资料后回答问题:

资料:反渗透器的核心部件是 RO 芯,RO 芯是由多层反渗透复合膜组成的,原用于太空宇航员进行废水再生。RO 芯的孔径很小,大约是普通细菌的 $1/600$,细小固体,有机物杂质不能透过,简单离子、水可以通过。生产时为保证成品的质量,通常控制水压使成品产率在 50% 左右。

RO 芯部分工作参数如下:

硬度	铁	游离氯	有机物	
$<1.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$<0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$<1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	

(1) 纯净水一定是不含任何杂质的水吗?

(2) 许多食品、饮料都以大肠杆菌的含量作为卫生标准之一,主要原因是什?

(3) 纯净水的国家标准中,“霉菌、酵母菌”为“不得检出”,“大肠杆菌”为“ $\leq 3 \text{ MPN}/100 \text{ mL}$ ”,主要原因是什么?

(4) 水中的 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 是引起水的硬度的主要因素,硬度的表示方法是:将水中的 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 都看作 Ca^{2+} ,并将其质量折算成 Ca^{2+} 的质量,以 1 L 水中含有的 CaO 的质量来表示。可用一定浓度的 Y 溶液进行滴定,Y 跟 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 都以等物质的量完全反应。该厂现用地下水生产纯净水,取地下水样品 25.0 mL,用

指点迷津

本题为一道关于水及污水处理的综合题。前面三问可根据教材中的知识进行类比回答,而第四问则需要列式计算。

学习心得
