

王后雄学案

教材完全解读

选修·专题



高中化学 选修2

化学与技术



中国青年出版社

王后雄学案

教材完全解读

选修·专题

高中化学 选修2

化学与技术

丛书主编：王后雄

本册主编：凌 艳

编 委：孙校生

汪 梅

洪 彪

罗志斌

徐 峰

李锦文

陈继革



中国青年出版社

(京)新登字083号

图书在版编目(CIP)数据

教材完全解读. 高中化学. 2: 选修/王后雄主编.

—4版.—北京: 中国青年出版社, 2009

ISBN 978-7-5006-7132-9

I.教... II.王... III.化学课—高中—教学参考资料 IV.G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第082508号

总策划: 熊辉

责任编辑: 李扬

封面设计: 木头羊

教材完全解读

高中化学 选修2 化学与技术

中国青年出版社 出版发行

社址: 北京东四12条21号 邮政编码: 100708

网址: www.cyp.com.cn

编辑部电话: (010) 64034328

读者服务热线: 4006-980-700

咸宁市中南科择印务有限责任公司印制 新华书店经销

889 × 1194 1/16 9.75印张 257千字

2009年8月北京第4版 2010年7月湖北第5次印刷

印数: 25001—35000册

定价: 16.70元

本书如有任何印装质量问题, 请与承印厂联系调换

联系电话: (027) 61883355

教材完全解读

本书特点

- 1、以《课程标准》、《考试大纲》为编写依据，完全解读知识、方法、能力、考试题型，全面提高学习成绩。
- 2、采用国际流行的双栏对照案例编写方式，左栏对教材全解全析，在学科层次上力求讲深、讲透、讲出特色；右栏用案例诠释考点，对各个考点各个击破。

明确每课学习要求

以课标为依据，三维目标全解教材学习要求，提供总体的学习策略，提出具体的学习要诀，体现目标控制学习规则。

3层完全解读

从知识、方法、思维诠释教材知识点和方法点、帮您形成答题要点、解题思维，理清解题思路、揭示考点实质和内涵。

整体训练方法

针对本节重点、难点、考点及考试能力达标所设计的题目。题目难度适中，是形成能力、考试取得高分的必经阶梯。

解题错因导引

“点击考例”栏目导引每一道试题的“测试要点”。当您解题出错时，建议您通过“测试要点”的指向，弄清致错原因，形成正确答案。

教材完全解读 高中化学 选修2 化学与技术

第一单元 走进化学工业

课题1 化工生产过程中的基本问题

1. 知识与技能

- (1) 以硫酸的工业生产为例，学习化工生产过程中应解决的基本问题；依据化学反应原理确定生产过程；生产原料的选择；生产中反应条件的控制；生产中“三废”的处理；能量的充分利用。
- (2) 掌握接触法制硫酸的化学反应原理，了解其生产流程和几个典型设备。
- (3) 了解化学平衡的含义和勒夏特列原理，能应用勒夏特列原理解决一些简单的化学平衡问题。

2. 过程与方法

1 知识·能力聚焦

1. 依据化学反应原理确定生产过程

- (1) 化工生产与化学反应的关系
化工生产是以化学反应原理为依据，以实验研究为基础的。任何生产的完成都离不开化学反应原理。

2 方法·技巧平台

2. 多步反应计算的解题技巧

多步反应是指一种初始原料经若干步反应后得到最终产物。多步反应的计算题一般解法可以依据各步反应方程式从后往前推，一步去计算，但这种解法既繁琐又容易出错。本节介绍多步反应的解题技巧不必按反应步骤一一进行，只需按各步反应方程式列出一列，然后根据物料守恒和最终生成物之间物质的量的关系，建立最初和最终物质物质的量的关系，一步计算。通常有以下两种方法：

3 创新·思维拓展

3. 硫酸厂址的选择

化工厂址选择的一般原则：综合考虑原料、水、电、能源、土地供应、市场需求、交通运输和环境保护等诸多因素，做出合理的选择。

4 能力·题型设计

基础题

1. 某市一轻工业的工厂里，一个随有硫酸废液的铁罐因腐蚀而发生泄漏，液体流进厂区。此时，下起大雨，附近约1平方公里范围内空气中顿时弥漫着很厚的酸雾，造成90人严重中毒。请你分析事故的起因。

- A. 浓硫酸 B. 浓硝酸
C. 浓盐酸 D. 浓磷酸

【例1】硫酸最古老的生产方法是把绿矾放入反应器中加热，会放出刺激性气体（SO₂），反应器中的固体变为红色。

(1) 写出这种方法中绿矾转化为硫酸的两个化学方程式：

(2) 与近代以硫磺为原料生产硫酸的方法相比，这种古老的方法存在不足，从原料的利用率、环境保护、生产原理等方面加以说明。

【解析】绿矾的化学式为FeSO₄·7H₂O，其中铁的化合价是+2，硫的化合价是+6。加热分解，加强热后分解生成了红色固体，这说明有Fe₂O₃生成。在FeSO₄·7H₂O→Fe₂O₃的变化中铁元素被氧化，则必有+6价的硫元素被还原。在此基础上，运用质量守恒定律和氧化还原反应原理进行分析判断，即可写出FeSO₄·7H₂O→Fe₂O₃的完整的化学方程式。

【答案】(1) ①2FeSO₄·7H₂O $\xrightarrow{\text{加热}}$ Fe₂O₃+SO₂↑+SO₃↑+14H₂O
②SO₃+H₂O=H₂SO₄

(2) FeSO₄·7H₂O中的硫元素仅有50%转化为SO₂，原料利用率低，生成的SO₂污染环境，反应中易形成硫酸酸雾。

【点评】对题目的分析要细致，必须完整了解题目所给全部信息，并能从一些比较隐蔽的信息中得到需要的数据。在FeSO₄·7H₂O→Fe₂O₃的变化中同时生成三氧化硫和水，易形成硫酸酸雾。

【例2】下列对硫酸生产中化学反应原理的分析正确的是()。

A. 硫酸生产中涉及的三个化学反应原理原料的不同可能全部是非氧化还原反应

B. 硫酸生产中涉及的三个化学反应都是放热反应

C. 硫酸生产中涉及的三个化学反应都需要使用催化剂

D. 硫酸生产中涉及的三个化学反应都需要在较高温度条件下进行

【解析】三个化学反应都是放热反应；三个反应中只有SO₂→SO₃需使用催化剂；SO₂→H₂SO₄在常温下进行，且是非氧化还原反应。

【答案】B

点击考例

测试要点1
测试要点4
测试要点5

能力提升题

2. 接触法制H₂SO₄的接触室里有一个热交换器，有关它下列说法正确的是()。
A. 其主要作用是给催化剂加热
B. 其作用是把生成的热量传递给需要加热的混合气体，并能反应后生成的气体冷却
C. 为了充分利用余热，使冷水经过热交换器，从而得到热水
D. 进行热交换时，冷、热气体流向相同

双栏对照学习

左栏全面剖析考点知识，呈现“解题依据”和答题要点。

右栏用典型案例诠释左栏考点。左右栏讲解·案例——对照，形成高效学习的范式。

教辅大师、特级教师王后雄教授科学超前的体例设置，帮您赢在学习起点，成就人生夙愿。

—— 题记

同步体验高考

结合本章节知识及考纲要求，精心选编最新五年高考试题，体现“高考在平时”的学习理念，同步触摸、感知高考，点拨到位，破解高考答题规律与技巧。

单元知识整合

单元知识与方法网络化，帮助您将本单元所学教材内容系统化，形成对考点知识的二次提炼与升华，全面提高学习效率。

考试高分保障

精心选编涵盖本章节或阶段性知识和能力要求的检测试题，梯度合理、层次分明，与同步考试接轨，利于您同步自我测评，查缺补漏。

点拨解题思路

试题皆提供详细的解题步骤和思路点拨，鼓励一题多解。不但知其然，且知其所以然。能使您养成良好规范的答题习惯。

教材完全解读 高中化学 选修2 化学与技术

最新5年高考名题诠释

【考题1】 保护环境已成为人类的共识。人类应以可持续发展的方式使用资源，以合理的方式对废物进行处理并循环使用。下列做法不利于环境保护的是()。

- A. 发电厂的煤粉脱硫处理
- B. 将煤转化为水煤气作燃料
- C. 回收并合理处理聚乙烯塑料废物
- D. 电镀废液经中和后直接排放

【解析】 因为发电厂的煤粉脱硫可以减少 SO_2 污染，所以 A 符合；把煤转化为水煤气，提高了煤的利用率，减少了污染，所以 B 符合；乙烯塑料降解，不能随便乱扔，应回收并以合理的方式处理，C 符合；电镀废液中含有某些重金属离子，中和后直接排放易造成污染，故选 D。
【答案】 D

单元知识梳理与能力整合

化学与生产、生活、社会

1. 能运用化学反应速率和化学平衡的原理解释化学实验、工农业生产、环境保护、日常生活等方面的相关问题。
2. 试验综合性强，以化工知识知识的合成、硫酸工业、硫酸工业为切入点考查化学理论。
3. 确定其化合物的性质和相互转化关系，高考在本部分考查的知识点较多。

归纳·总结·专题



新典型题分类剖析

类型一 硫酸工业生产

【例1】 二氧化硫的接触氧化是工业制硫酸的一个关键反应，已知在 500℃ 和常压下将 SO_2 和 O_2 按物质的量之比为 2:1 的比例放入一个密闭容器中，发生如下反应： $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{V}_2\text{O}_5]{500^\circ\text{C}} 2\text{SO}_3(\text{g})$ (正反应为放热反应)。达到平衡时

SO_2 的体积分数为 91%。
(1) 采用 500℃ 高温的原因是_____
(2) 采用高压对 SO_2 的转化是否有利？_____
(3) 在实际生产过程中，常采用加入过量空气的方法，原因是_____

【解析】 此题是理论联系实际的题目，重点考查学生运用知识分析问题的能力。

- (1) 500℃ 时，反应速率较快， SO_2 的产率提高催化剂的催化活性最好。
 - (2) 有利：在常压下， SO_2 的转化率已很高，虽然增大压强可进一步增大 SO_2 的转化率，但增大压强时动力及设备要求高，从经济上考虑不合算。
 - (3) 加入过量空气可提高原料利用率（或提高 SO_2 的转化率）。
- 【答案】 见解析。

知识与能力同步测控题

测试时间：90 分钟

测试满分：100 分

一、选择题(每题 3 分，共 45 分)

1. 下列说法中正确的是()。
- A. 在设计化工生产的化学反应条件时，只要将化学反应的特点和化学反应理论相结合进行全分析就解决问题了
- B. 在设计化工生产的化学反应条件时，若化学反应的速率很高，就不需要考考虑催化剂的问题

答案与提示

★知识提升突破

1. A 【提示】化合物的损失就是各元素的损失，且化合物的损失率等于所含元素的损失率。
含硫 48% 的 FeS_2 ，含 FeS_2 ： $\frac{48\%}{2 \times 32} \times 100\% = 90\%$ 。

★能力素质设计

1. B 【提示】因为铁罐存放，肯定不是 C、D，而 H_2SO_4 又不易挥发，浓 HNO_3 易挥发，所以答案为 B。

小熊图书 最新教辅

讲 《中考完全解读》 复习讲解——紧扼中考的脉搏

练 《中考完全学案》 难点突破——挑战思维的极限



讲 《高考完全解读》 精湛解析——把握高考的方向

练 《高考完全学案》 阶段测试——进入实战的演练

讲 《教材完全解读》 细致讲解——汲取教材的精髓

例 《课标导航·基础知识手册》 透析题型——掌握知识的法宝

练 《教材完全学案》 夯实基础——奠定能力的基石



伴随着新的课程标准问世及新版教材的推广，经过多年的锤炼与优化，数次的修订与改版，如今的“小熊图书”以精益求精的质量、独具匠心的创意，已成为备受广大读者青睐的品牌图书。今天，我们已形成了高效、实用的同步练习与应试复习丛书体系，如果您能结合自身的实际情况配套使用，一定能取得立竿见影的效果。

全书知识结构图解·名师学法指津	1
第一单元 走进化学工业	2
课题1 化工生产过程中的基本问题	2
课题2 人工固氮技术——合成氨	12
课题3 纯碱的生产	25
◆单元知识梳理与能力整合	33
◆知识与能力同步测控题	36
第二单元 化学与资源开发利用	38
课题1 获取洁净的水	38
课题2 海水的综合利用	45
课题3 石油、煤和天然气的综合利用	57
◆单元知识梳理与能力整合	65
◆知识与能力同步测控题	68
期中测试卷	70
第三单元 化学与材料的发展	72
课题1 无机非金属材料	72
课题2 金属材料	80
课题3 高分子化合物与材料	90
◆单元知识梳理与能力整合	100
◆知识与能力同步测控题	103
第四单元 化学与技术的发展	105
课题1 化肥和农药	105
课题2 表面活性剂 精细化学品	110
◆单元知识梳理与能力整合	119
◆知识与能力同步测控题	121
教材学业水平考试试题	123
答案与提示	126

知识与方法

阅读索引

第一单元 走进化学工业

课题1 化工生产过程中的基本问题

1. 依据化学反应原理确定生产过程 2
2. 生产中原料的选择 2
3. 接触法制硫酸的主要化学反应(热化学方程式)
..... 3
4. 工业生产硫酸的基本过程 3
5. SO_2 接触氧化的适宜条件选择 3
6. 硫酸工业生产中的三种原理 4
7. 接触法制硫酸的注意事项 4
8. 硫酸工业生产过程中三废的处理 4
9. 多步反应计算的解题技巧 5
10. 物质纯度、转化率、产率的计算方法 5
11. 多步生产过程中原料的损失处理 5
12. 硫酸厂厂址的选择 6
13. 可逆反应 6
14. 化学平衡状态 7
15. 勒夏特列原理 7
16. 外界条件对化学反应速率和化学平衡的影响 ... 7

课题2 人工固氮技术——合成氨

1. 合成氨反应的特点 12
2. 合成氨适宜条件的选择 12
3. 工业合成氨的基本生产过程 13
4. 合成氨工业的发展 13
5. 化学模拟生物固氮 14
6. 影响化学反应速率的因素 14
7. 有关化学平衡的基本计算及规律 15
8. 有关化学平衡的图象题的解法 16
9. 有关化学平衡图象题的解题技巧 19
10. 判断化学平衡移动方向应该注意的几点问题 19
11. 化学平衡的移动与平衡混合物的平均相对分子
质量($\bar{M}$)之间的变化规律 19

课题3 纯碱的生产

1. 碳酸钠和碳酸氢钠的比较 25

2. 索尔维制碱法(氨碱法) 25
3. 侯德榜制碱法(联合制碱法) 26
4. 有机胺制碱法 26
5. Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的鉴别方法 27
6. 常见的几种正盐与酸式盐的相互转化技巧 27
7. 泡沫灭火器中选用 NaHCO_3 进行灭火的原因 ... 27
8. 碳酸盐和碳酸氢盐的热稳定性规律 28
9. 碳酸盐的溶解性规律 28
10. 碳酸钠、碳酸氢钠和碳酸的稳定性分析 28
11. 电离平衡与溶解平衡 28

第二单元 化学与资源开发利用

课题1 获取洁净的水

1. 天然水的净化 38
2. 硬水和软水 40
3. 水的硬度 40
4. 污水的处理 40
5. “石灰—纯碱法”净水的基本原理 41
6. 水的硬度计算方法 41
7. 天然水硬度形成的原因 41
8. 饮水消毒常用方法 42

课题2 海水的综合利用

1. 海水制盐 45
2. 电解原理 46
3. 海水中盐的开发和利用(氯碱工业) 46
4. 离子交换膜法制烧碱的主要生产过程 47
5. 海水提溴 47
6. 海水提镁 48
7. 海水提取重水 49
8. 海水淡化的方法 49
9. 精制食盐水的的方法 50
10. 判断电解后溶液 pH 变化的方法 50
11. 有关电解的计算方法 51
12. 溴单质和碘单质的提纯——萃取 51

13. 用惰性电极电解电解质溶液的规律	51
---------------------------	----

课题3 石油、煤和天然气的综合利用

1. 石油的组成	57
2. 石油的炼制	57
3. 减压分馏原因、原理及目的	58
4. 石油裂化和裂解	58
5. 煤的组成和分类	59
6. 煤的综合利用采用的方法	59
7. 煤的气化	59
8. 煤的液化	60
9. 石油的分馏装置及其注意事项	61
10. 蒸馏和分馏的区别与联系	61
11. 水煤气、天然气、发生炉煤气、焦炉气、出炉煤气、炼 厂气、裂解气、高炉煤气、石油气(液化气)的区别	61

第三单元 化学与材料的发展

课题1 无机非金属材料

1. 传统硅酸盐材料	72
2. 陶瓷	72
3. 玻璃	73
4. 水泥	73
5. 新型无机非金属材料	74
6. 几种典型的新型无机非金属材料	74
7. 硅酸盐的两种书写方式	76
8. 传统非金属材料与新型无机材料比较表	76
9. 新型无机非金属材料特性	76
10. 几种新型无机非金属材料介绍	77

课题2 金属材料

1. 生铁和钢的比较	80
2. 炼钢和炼铁的比较	80
3. 铝的冶炼	81
4. 合金	81
5. 金属的腐蚀	81
6. 金属腐蚀的防护	82

7. 金属冶炼的常见方法	82
8. 炼铁中还原剂的选择	82
9. 判断金属腐蚀快慢的规律	83
10. 铁的几种重要氧化物的比较	83
11. 铝热反应	84

课题3 高分子化合物与材料

1. 有机高分子化合物的基本概念	90
2. 有机高分子化合物的结构特点	90
3. 合成有机高分子化合物的常见反应类型	91
4. 性能优异的合成材料	92
5. 有机高分子化合物单体的判断方法	93
6. 高分子化合物的主要性质	94
7. 材料的分类	95

第四单元 化学与技术的发展

课题1 化肥和农药

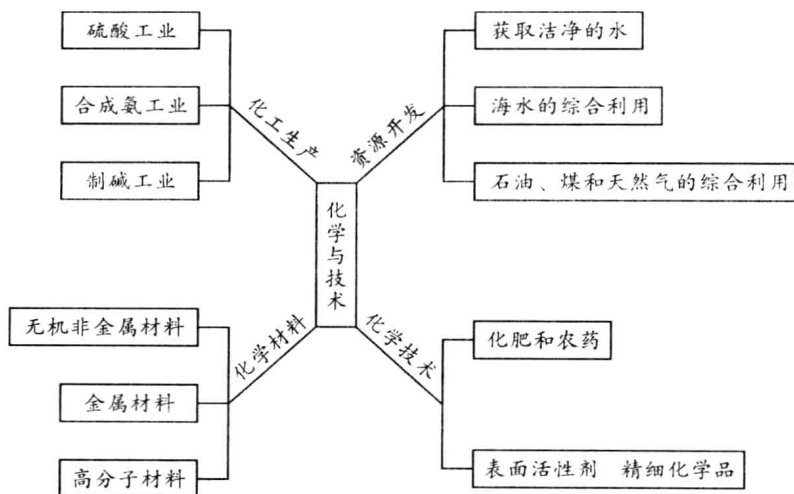
1. 常见化学肥料的种类	105
2. 两种重要氮肥的制备	105
3. 农药、化肥使用注意“四不混”	106
4. 利用物理、化学性质的不同初步区分常见化肥的 方法	106
5. 氮肥的检验	106
6. NH_4^+ 的检验	106
7. 有机肥料和化学肥料的特点	106

课题2 表面活性剂 精细化学品

1. 肥皂的制取及去污原理	110
2. 洗涤剂	110
3. 合成洗涤剂与肥皂的比较	111
4. 洗涤剂去污原理	111
5. 油脂的化学性质	111
6. 油和脂肪的区别	112
7. 酯与油脂的区别	112
8. 常见的物质分离方法	113
9. 实验——肥皂的制取	113

全书知识结构图解 · 名师学法指津

一、全书知识结构图解



二、名师学法指津

1. 在学习理念上,化学与技术、技术与生产相结合,生产与环保相结合,掌握现代技术与技术创新相结合。
2. 本部分内容与生产、生活关系密切,结合生产和生活实际问题学习知识,会使学习轻松,提高效率。
3. 学习具体有机化合物时要以结构决定性质为指导思想,掌握好结构,再推理性质,提高分析推理能力。
4. 加强知识间的联系与对比,如比较制备硫酸、合成氨和制备纯碱,比较索尔维制碱法和侯氏制碱法,比较不同类型的材料,比较化肥和农药等。
5. 学习电解原理和皂化反应时,要以试验探索,独立思考,牢记规律为主,同时要做一定量的练习题以巩固知识。

第一单元 走进化学工业

课题1 化工生产过程中的基本问题

1. 知识与技能

- (1) 以硫酸的工业生产为例,学习化工生产过程中应解决的基本问题:依据化学反应原理确定生产过程;生产中原料的选择;生产中反应条件的控制;生产中“三废”的处理;能量的充分利用。
- (2) 掌握接触法制硫酸的化学反应原理,并了解其生产过程和几个典型设备。
- (3) 了解化学平衡的含义和勒夏特列原理,能应用勒夏特列原理解决一些简单的化学平衡问题。

2. 过程与方法

- (1) 通过对硫酸生产过程的确定、硫酸生产原料的选择、二氧化硫转化为三氧化硫的适宜条件的选择等的学习、思考与交流,学习分析与解决复杂性问题的方法,提高解决复杂性问题的能力。
- (2) 熟练掌握运用质量守恒定律和关系式法解题的步骤。

3. 情感与价值观

认识环境保护与节约的意义,强化环保与节约意识。

解题依据

名题诠释

1 知识·能力聚焦

1. 依据化学反应原理确定生产过程

(1) 化工生产与化学反应的关系

化工生产是以化学反应原理为依据,以实验室研究为基础的。任何生产的完成都要符合化学反应规律。

(2) 确定化工生产反应原理与过程的一般方法

对于某一具体的化工产品,研究生产过程要从产品的化学组成和性质来考虑,来确定原料和生产路线。

(3) 确定化工生产反应原理与过程的案例研究——生产硫酸

①分析产品的化学组成,据此确定生产产品的主要原料。从 H_2SO_4 的组成看,原料应该是自然界存在的含硫物质,如硫磺、黄铁矿(主要成分是 FeS_2) 等。

②分析产品与生产原料之间关键元素的性质,确定主要生产步骤。 H_2SO_4 中硫的化合价是 +6 价,因为不能从 S 或 FeS_2 直接得到 H_2SO_4 ,因此需要经过中间步骤,先得到 SO_3 ,再通过 SO_3 与 H_2O 反应得到 H_2SO_4 。

③分析生产原料的性质,确定反应原理。S 或 FeS_2 与 O_2 反应生成 SO_2 ,可以使 SO_2 与 O_2 进一步反应生成 SO_3 。

2. 生产中原料的选择

在我国,工业制硫酸原料的选择,有以下问题需要考虑:

◆【例题1】硫酸最古老的生产方法是把绿矾装入反应器中加强热,会流出油状液体,并放出有刺激性气味的气体(SO_2),反应器中的固体变为红色。

(1) 写出这种方法中绿矾转化为硫酸的两个化学方程式:

① _____; ② _____。

(2) 与现代以硫磺为主要原料生产硫酸的方法相比,这种古老的生产硫酸的方法存在若干不足,试从原料的利用率、环境保护、生产原理等方面加以说明。

【解析】绿矾的组成为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,其中铁的化合价是 +2、硫的化合价是 +6。题中指出,加强热后容器内生成了红色固体,这说明有 Fe_2O_3 生成。在 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ 的变化中铁元素被氧化,则必有 +6 价的硫元素被还原。在此基础上,运用质量守恒原理和氧化还原反应原理进行分析判断,即可写出 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ 的完整的化学方程式。

【答案】(1) ① $2\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$
② $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

(2) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 中的硫元素仅有 50% 转化为 SO_3 ,原料利用率低,生成的 SO_2 污染环境,反应中易形成硫酸酸雾。

◆【点评】对题目的分析要细致,必须完整了解题目所含全部信息,并能从一些比较隐蔽的信息中得到需要的线索。在 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ 的变化中同时生成三氧化硫和水,易形成硫酸酸雾。

◆【例题2】下列对硫酸生产中化学反应原理的分析正确的是()。

A. 硫酸生产中涉及三个化学反应因原料的不同可能全部是非氧化还原反应

B. 硫酸生产中涉及三个化学反应都是放热反应

C. 硫酸生产中涉及三个化学反应都需要使用催化剂

D. 硫酸生产中涉及三个化学反应都需要在较高温度条件下进行

【解析】三个化学反应都是放热反应;三个反应中只有 $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ 需使用催化剂; $\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ 在常温下进行,且是非氧化还原反应。

【答案】B

(1)从基建投资、加工费用及环境保护等方面考虑,用硫磺制硫酸的装置优于用黄铁矿制硫酸的装置;

(2)我国的天然硫资源缺乏,而且开采条件比较复杂;

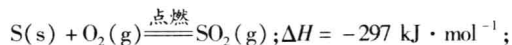
(3)我国黄铁矿储量比天然硫磺要大,但也存在供不应求的趋势;

(4)硫磺制硫酸比黄铁矿制硫酸生产流程短,设备简单,三废治理量小,劳动生产率高,易于设备大型化;

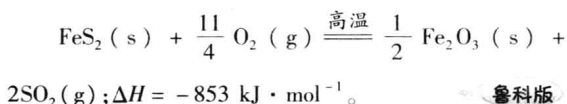
(5)由于原料多需进口,硫磺制硫酸成本略高于黄铁矿制硫酸;设备大型化可降低成本。

3. 接触法制硫酸的主要化学反应(热化学方程式)

(1)燃烧硫磺或黄铁矿制得二氧化硫

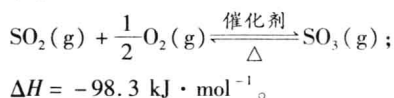


人教版



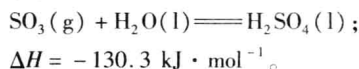
鲁科版

(2)二氧化硫氧化成三氧化硫



鲁科版

(3)三氧化硫的吸收

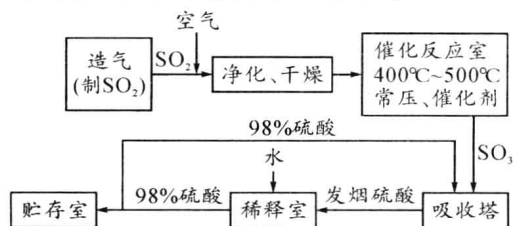


鲁科版

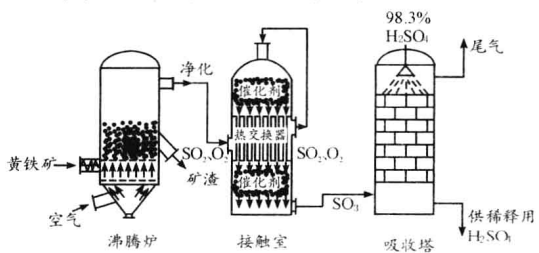
4. 工业生产硫酸的基本过程

(1)工业流程图

按照上述反应原理,工业上制硫酸主要分造气、催化氧化和吸收三个阶段,如下图所示。



(2)接触法制硫酸的主要设备



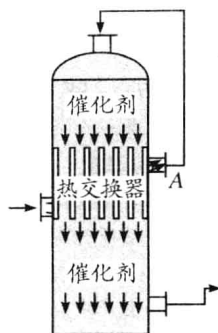
苏教版

5. SO₂ 接触氧化的适宜条件选择

接触氧化的反应为:

◆【例题3】在硫酸工业生产中,为了有利于SO₂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(如右图)。按此密闭体系中气体的流向,则从A处流出的气体为()。

- A. SO₂、O₂ B. SO₃、O₂
C. SO₂、O₂、SO₃ D. SO₂、SO₃



【解析】干燥的SO₂与O₂发生化学反应的有利条件是催化剂和约450℃的温度,在通常状况下基本不发生反应,即使在加热的条件下,也基本上不发生反应。从热交换器(或接触室)左侧进入热交换器的SO₂与O₂的混合气体,在热交换器内只是被加热升高温度,没有与催化剂接触,基本上没有SO₃生成。从热交换器内出来的热的SO₂与O₂的混合气体,进入接触室内的催化剂区域后,发生可逆反应生成SO₃。

【答案】A

◆【例题4】有关接触法制硫酸的叙述不正确的是()。

- A. 硫磺和黄铁矿均可作为生产原料
B. 将矿石粉碎,是为了提高矿石的利用率
C. 反应中通入过量的空气是为了提高FeS₂和SO₂的转化率
D. 从吸收塔出来的硫酸经浓缩后可以变成“发烟硫酸”

【解析】(1)理论上,可转化成SO₂的任何含硫物质均可作为硫酸的生产原料(如S、FeS、FeS₂、H₂S等),但在生产实践中,应选取那些储量大、矿质品位高、资源丰富、便于开采和加工的矿物作为化工原料。综合分析,A正确。

(2)生产中对矿石进行粉碎,增大了原料之间的接触面积,增大了反应速率,可提高原料的利用率(转化率),故B正确。

(3)从硫酸生产的三个反应看(FeS₂ $\xrightarrow{\text{O}_2}$ SO₂ $\xrightarrow{\text{O}_2}$ SO₃ $\longrightarrow$ H₂SO₄),有两个反应要耗用氧气,故生产中可采用通过量空气的方法来提提高FeS₂和SO₂的转化率[炉气中φ(SO₂)=7%,φ(O₂)=11%,O₂明显过量],故C正确。

(4)在吸收塔中,是用98.3%的浓硫酸吸收SO₃的,所得到的是“发烟硫酸”,可用水或稀硫酸稀释,制得各种浓度的硫酸,故D错误。

【答案】D

◆【例题5】下列说法中正确的是()。

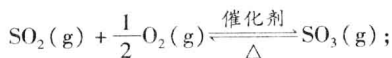
- A. 在设计化工生产的化学反应条件时,只要将化学反应的特点和化学反应理论相结合进行全面分析就没问题了
B. 在设计化工生产的化学反应条件时,若化学反应的速率很高,就不需要考虑催化剂的问题
C. 在现代,工业上将二氧化硫氧化为三氧化硫的适宜条件是高温、高压和催化剂

D. 在2SO₂ + O₂ $\xrightleftharpoons[450^\circ\text{C}]{\text{V}_2\text{O}_5}$ 2SO₃中,对“450℃”的选择,来自对反应物性质和催化剂性质的综合考虑

【解析】在设计化工生产的化学反应条件时,若化学反应速率过高而对生产不利时,就要考虑施加负催化剂的问题。

【答案】D

◆【点评】选择适宜的化学反应条件,既要应用化学反应理论分析化学反应的特点,又要将理论知识与当前技术水平、生产设备性能、能源供应等相结合。



$$\Delta H = -98.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

这是一个气体总体积缩小的、放热的可逆反应。

(1) 温度

SO_2 接触氧化是一个放热的可逆反应,根据化学平衡移动理论判断,温度较低对提高 SO_2 的转化率有利。但是,温度较低时催化剂活性不高,反应速率低。在实际生产中,选定 $400^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 作为操作温度,这时反应速率和 SO_2 的转化率都比较理想,而且催化剂的活性最高。

(2) 压强

SO_2 接触氧化是一个气体总体积缩小的可逆反应,根据化学平衡移动理论判断,加压对提高 SO_2 的转化率有利。但是,在常压、 $400^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 时, SO_2 的转化率已经很高,加压对设备的要求高,增大投资和能量消耗,故在实际生产中,通常采用常压操作,并不加压。

(3) 接触氧化的适宜条件

常压、较高的温度($400^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$)和催化剂。

6. 硫酸工业生产中的三种原理

(1) 增大反应物浓度、增大反应物接触面积,能增大反应速率并使化学平衡向正反应方向移动,以提高原料利用率。

(2) 热交换原理:在接触室中生成的热量经过热交换器,传递给进入接触室内需要预热的混合气体,为 SO_2 的接触氧化和 SO_3 的吸收创造了有利条件。

(3) 逆流原理:液体(或气体、固体)由上向下流,气体(或液体)由下向上升,两者在逆流过程中充分反应。

7. 接触法制硫酸的注意事项

(1) 依据反应物之间的接触面积越大,反应速率越快的原理,送进沸腾炉的矿石要粉碎成细小的矿粒,增大矿石跟空气的接触面积,使之充分燃烧。

(2) 采用适当过量的空气使黄铁矿或硫磺充分燃烧,依据的原理是增大廉价易得的反应物的浓度,使较贵重的原料得以充分利用。

(3) 通入接触室的混合气体必须预先净化,其原因是:炉气中含有 SO_2 、 O_2 、 N_2 、 H_2O 以及一些其他杂质。砷、硒等的化合物和矿尘等会使催化剂中毒;水蒸气对生产和设备有不良影响。因此,炉气必须通过除尘、洗涤、干燥等净化处理。

(4) 在接触室里装有热交换器,它的作用是在 SO_2 接触氧化时,用放出的热来预热即将进入接触室发生反应的 SO_2 和空气,这样可以充分利用热能,节约燃料。

(5) 吸收 SO_3 不能用水或稀 H_2SO_4 溶液,而用 98.3% 的浓硫酸,是因为用水或稀 H_2SO_4 溶液作吸收剂容易形成酸雾,吸收速度慢。

(6) 硫酸厂的尾气必须进行处理,因为尾气里含有少量的 SO_2 ,如果不加以利用而排入空气会严重污染空气,浪费原料。

8. 硫酸工业生产过程中的三废的处理

(1) 三废:废气、废液、废渣

◆【例题 6】制 H_2SO_4 工业采用逆流的主要目的是()。

- ①矿石充分燃烧 ②接触室中预热反应气体和冷却生成气体
③吸收 SO_3 时形成酸雾少 ④提高原料的利用率和产品的产率
A. ①② B. ②④ C. ③④ D. ④

【解析】由于 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3; \Delta H < 0$ 。其正反应为

放热反应,逆流操作后,可使温度下降,提高 SO_2 的转化率,同时预热反应物,提高催化剂的催化活性。

【答案】B

◆【例题 7】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. 黄铁矿燃烧前需将矿粒粉碎,因为大块黄铁矿不能燃烧
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 $400^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$,因为在这个温度范围内,反应速率和 SO_2 的转化率都比较理想,且催化剂的活性也较高

【解析】本题考查的是接触法制硫酸的生产过程、反应原理、生产设备和一些生产措施在工业生产中的意义。题中所提到的对硫酸工业采取的措施叙述都是正确的。但黄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,从而提高黄铁矿的利用率;从沸腾炉出来的炉气必须净化、干燥的目的是因为炉气中的一些杂质会使接触室中的催化剂中毒,使催化剂丧失活性,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达到平衡的时间,但它并不能影响化学平衡的移动,并不影响 SO_2 的转化率大小;接触室控制反应的温度在 $400^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$,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

◆【例题 8】接触法制硫酸时,反应的重要条件是()。

- A. 二氧化硫必须提纯 B. 必须用纯氧不可用空气
C. 催化剂需要加热 D. 三氧化硫需用稀硫酸吸收

【解析】接触法制硫酸时制得的 SO_2 必须先除去其中所含的杂质,因为炉气中含有的水蒸气会与 SO_2 生成酸而腐蚀设备,对设备带来不良影响,砷、硒化合物和矿尘等能使催化剂中毒,因而进行催化氧化反应前必须先进行净化、干燥等操作;制 H_2SO_4 时使用的是空气而不是纯氧;进行 SO_2 的催化氧化时使用的温度是 $400^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$;对三氧化硫进行吸收时只能使用 98.3% 的浓 H_2SO_4 ,因为使用水或稀硫酸容易形成酸雾,妨碍吸收的进行。

【答案】A、C

◆【例题 9】硫酸制造业中采取以下几种措施:①改进煅烧黄铁矿的技术;②氧化二氧化硫时使用催化剂;③在氧化二氧化硫的设备中安装热交换器;④将二氧化硫进行多次循环氧化;⑤回收利用尾气中的二氧化硫。其中能减少酸雨产生的措施是()。

- A. ①②④⑤ B. ②③④⑤ C. ①②③④⑤ D. ④⑤

【解析】改进煅烧黄铁矿的技术、氧化二氧化硫时使用催化剂和在氧化二氧化硫的设备中安装热交换器,都不关系到二氧化硫排放的问题。

【答案】D

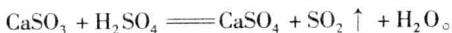
◆【例题 10】下列废物处理方法中正确的是()。

- A. 化学实验中产生的二氧化硫废气可用浓硫酸吸收

(2) 三废的处理方法:

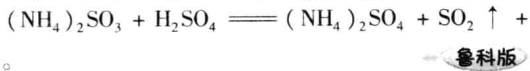
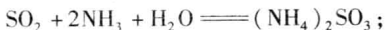
① 尾气吸收

方法一:石灰水吸收法:



人教版

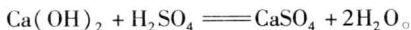
方法二:氨水吸收法:



鲁科版

② 污水处理

利用不同化工生产过程中产生的污水,所含的杂质不同,根据杂质的性质,利用不同的化学方法进行处理。硫酸工业废水中常含有硫酸,常用石灰乳中和:



③ 废渣的利用

黄铁矿的矿渣的主要成分是 Fe_2O_3 和 SiO_2 , 可作为制造水泥的原料或用于制砖。含铁高的矿渣经处理后可以作为炼铁的原料。

2 方法·技巧平台

9. 多步反应计算的解题技巧

多步反应指某一种初始原料经若干步反应后才得到最终产物。多步反应的计算题一般解法可以根据各步反应方程式从后往前推,一步一步去计算,但这种解法既繁琐又容易出错。本节介绍多步反应的计算题不必按反应步骤一一进行,只需把各步反应方程式逐一列出,然后根据最初反应物和最终生成物之间物质的量的关系,建立最初和最终物质的量的关系,一步计算。通常有以下两种方法:

(1) 关系式法:先写出多步反应的化学方程式(要配平),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。例如: $\text{FeS}_2 \sim 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

(2) 元素守恒法:原料中某一关键元素理论上若全部转入产物中,则该元素的实际量(不是质量分数而是物质的量)在两种物质中应相等。例如: $\text{S} \sim \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

10. 物质纯度、转化率、产率的计算方法

(1) 物质纯度(%)

$$= \frac{\text{不纯物质中所含纯物质质量}}{\text{不纯物质的总质量}} \times 100\%$$

(2) 原料利用率(或转化率)(%)

$$= \frac{\text{实际参加反应的原料量}}{\text{投入原料总量}} \times 100\%$$

原料转化率 = 原料利用率 = 1 - 原料的损耗率

$$(3) \text{产率}(\%) = \frac{\text{产品实际产量}}{\text{产品理论产量}} \times 100\%$$

11. 多步生产过程中原料的损失处理

因为每种化合物都有固定的组成,因此,在一定量的化合物中,各元素的量是一定的,反应中化合物若有损失,则各元素都有损失,即化合物的损失率(或利用率)等于所含元素的损失率(或利用率)。

B. 化学实验中产生的二氧化氮废气可用烧碱溶液吸收

C. 用黄铁矿作原料生产硫酸的过程中产生的废渣可用于提取燃料

D. 用黄铁矿作原料生产硫酸的过程中产生的废气可用于提取漂白剂

【解析】 二氧化硫在浓硫酸中的溶解度非常小。二氧化氮可跟烧碱溶液发生化学反应 $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

黄铁矿本来就是无机矿物质,又经过高温煅烧后,废渣的主要成分是氧化铁、二氧化硅、氧化铝等,从中提取燃料是不现实的。硫酸生产厂的废气中含有较高浓度的二氧化硫气体,二氧化硫可用作漂白剂。

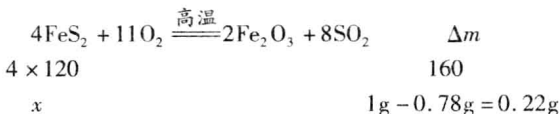
【答案】 B、D

【点评】 无论化学实验还是化工生产都要注意防止环境污染。

◆ 【例题 11】 把 1g 含脉石(SiO_2)的黄铁矿样品在氧气流中充分灼烧,反应完全后得 0.78g 残渣,则此黄铁矿的纯度是()。

A. 33% B. 66% C. 78% D. 88%

【解析】 设矿石中含 FeS_2 的质量为 x , 则



$$x = 0.66\text{g} \quad \text{所以 } w(\text{FeS}_2) = \frac{0.66\text{g}}{1\text{g}} \times 100\% = 66\%.$$

【答案】 B

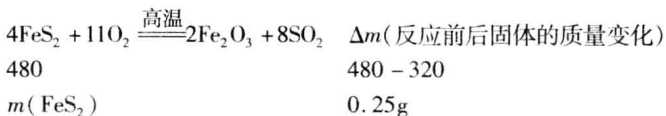
◆ 【例题 12】 某工厂化验室为测定某黄铁矿(主要成分是 FeS_2)的纯度,取 1.00g 矿石样品(所含杂质不挥发且不与氧气反应),在氧气流中充分灼烧,完全反应后,冷却,称量固体残留物,质量为 0.75g。

(1) 该黄铁矿中 FeS_2 的质量分数为多少?

(2) 该工厂用这种黄铁矿制硫酸,在 FeS_2 燃烧过程中损失 2%,由 SO_2 氧化成 SO_3 时, SO_2 的利用率为 80%。求该工厂用 10.0t 这种黄铁矿可生产 98% 的硫酸多少吨?

【解析】 每种化合物都有固定的组成,即每种化合物的组成元素的质量都有一定的比例,当某一化合物损失 $a\%$ 时,其组分元素也必然损失各自的 $a\%$,反之亦然。由此可知接触氧化时硫损失 2%,也就是接触氧化时 FeS_2 的转化率为 98%。

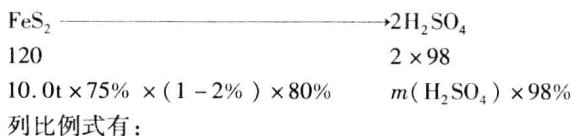
【答案】 (1) 设黄铁矿中 FeS_2 的质量为 $m(\text{FeS}_2)$ 。



$$m(\text{FeS}_2) = \frac{480 \times 0.25\text{g}}{480 - 320} = 0.75\text{g}.$$

$$\text{所以 } w(\text{FeS}_2) = \frac{m(\text{FeS}_2)}{m(\text{矿石})} \times 100\% = \frac{0.75\text{g}}{1.00\text{g}} \times 100\% = 75\%.$$

(2) 依反应过程中 S 元素质量守恒,有下列关系式:



$$\text{列比例式有: } \frac{120}{10.0\text{t} \times 75\% \times (1 - 2\%) \times 80\%} = \frac{2 \times 98}{m(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 98\%},$$

(1)一种化合物中,一种元素的转化率等于该化合物的转化率 例如在 FeS_2 向 SO_2 转化的过程中,若硫元素的转化率为 99%,则 FeS_2 的转化率也为 99%。

(2)在一种组成固定的混合物中,一种组分的转化率等于该混合物的转化率 例如在含 FeS_2 30% 的黄铁矿向 SO_2 转化的过程中,若 FeS_2 的转化率为 85%,则该黄铁矿石的转化率也为 85%。

(3)在同一个化学反应或多个相关联的化学反应中,具有个别元素质量守恒关系的反应物和生成物,反应物的转化率等于生成物的产率。例如在 FeS_2 向 SO_2 转化的过程中, FeS_2 的转化率必然等于 SO_2 的产率;在 SO_3 向 H_2SO_4 转化的过程中, SO_3 的转化率等于 H_2SO_4 的产率。

3 创·思维拓展

12. 硫酸厂厂址的选择

化工厂厂址选择的一般原则:综合考虑原料、水源、能源、土地供应、市场需求、交通运输和环境保护等诸多因素,权衡利弊,做出合理的选择。

硫酸是基本的化工原料,产量很大,又是一种强腐蚀性液体,不能像普通固体化工产品那样可以大量贮存,需要随产随销,而且硫酸本身价格不高但运输价格比较贵。据估算 1 吨 H_2SO_4 的运价约为同质量黄铁矿石的三倍。这样就决定了硫酸厂靠近消费中心比靠近原料产地更为有利。因此,考虑到综合经济效益,硫酸厂厂址离硫酸消费中心不能太远,宜靠近原料的供应地和产品销售地,理想的方案是硫酸厂与硫酸的消费者或与原料气的供应者组成联合企业。在决定建厂规模时,可以考虑在消费中心建厂规模大些,在偏远或硫酸用量不多的地区,建厂规模小些。

环保问题是硫酸厂选址的另一个重要因素。硫酸的生产设备易被腐蚀,寿命较短,同时废渣、废液、废气排放量很大,危害环境。硫酸厂对环境的污染是比较严重的,限于当前的技术水平,即使十分注意“三废”处理,也难以达到较高的环保要求。因此,硫酸厂不应建在人口稠密的居民区、旅游景点和文物保护区。

13. 可逆反应

(1)定义:可逆反应指的是在同一反应条件下,既能向正反应方向进行,又能向逆反应方向进行的反应。

(2)绝大多数反应都有一定的可逆性,但有的可逆反应倾向较小,有的产物脱离反应体系,有的正、逆反应的条件不同,这些都不是可逆反应。对于有气体参加的可逆反应,必须在密闭容器中进行,因此,一个反应是可逆反应的必需条件应是:①在同一反应条件下;②在密闭容器中进行反应。

(3)可逆反应不能进行到底,当正反应方向速率和逆反应方向速率相等后,达到所谓的平衡状态,平衡时各物质的物质的量都大于零。

解得 $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9.8\text{t}$ 。

所以该工厂用 10.0t 这种黄铁矿可生产 98% 的硫酸 9.8t。

◆【例题 13】 在以下条件下,你认为 A 城市该不该建硫酸厂?

(1)A 城市郊区有丰富的黄铁矿资源,水源、能源充足,交通方便。

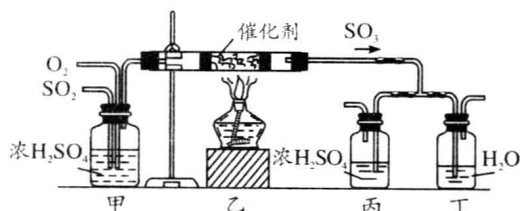
(2)A 城市需使用硫酸的工业不多,而离它远的 B 城市却是一个消耗硫酸甚多的工业城市。

(3)A 城市是一个风光秀丽的旅游城市,对环境保护的要求甚高,而且土地价格较贵,土地供应紧张。

【解析】 全面分析三个条件:第一个条件有利于在 A 城市建硫酸厂;第二个条件从市场需求和运输成本考虑,在 A 城市建厂不如在 B 城市建厂合算;第三个条件从根本上否定了在 A 城市建厂的设想。因为一个风光秀丽的旅游城市,对环保的要求一定很高,而且该地的土地价格也较贵,如果在该地建污染比较严重的硫酸厂,必然会破坏旅游资源,得不偿失。所以结论是:在 B 城市建硫酸厂,再运输少量硫酸到 A 城市供应生产的需要,这样资源配置比较合理。

【答案】 不该在 A 城市建硫酸厂。

◆【例题 14】 为了探究工业上制硫酸的生产原理,某校的化学兴趣小组仿照工业上制备硫酸的流程设计了如下图所示的实验装置。



(1) FeS_2 与 O_2 反应的化学方程式为_____。

(2) 上图中甲装置的作用为_____。

上图中甲、乙、丙、丁仪器分别相当于工业制取硫酸装置中的_____。

(3) 在催化剂表面所发生反应的化学方程式为_____。

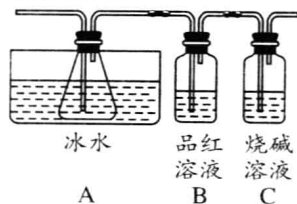
(4) 乙装置内要求 O_2 的量比 SO_2 的量多一倍左右,你是如何控制与估计的?_____。

(5) 实验过程中,当催化剂 V_2O_5 表面红热后,应将酒精灯移开一会儿后继续加热,其原因是_____。

(6) 某学生为了探究工业上为何采用 98.3% 的浓硫酸吸收 SO_3 而不用水,用上述丙、丁装置进行了模拟实验。若丁装置在反应过程中先出现气泡,不久就出现了白雾,而丙装置中一直都没有任何现象,产生这种现象的原因是_____。

(7) 处理尾气的方法为_____。

(8) 将上图中的丙、丁装置换成如下图所示的装置可以测定 SO_2 的转化率。实验时,可观察到装置 A 的锥形瓶的溶液中产生白色沉淀,装置 B 中的溶液褪色。



① A 中锥形瓶内盛放的溶液可以是_____。

14. 化学平衡状态

(1)定义:指在一定条件下的可逆反应里,正反应和逆反应的速率相等,反应混合物中各组分的浓度保持不变的状态。

理解化学平衡状态应注意以下三点:①前提是“一定条件下的可逆反应”;②实质是“正反应速率和逆反应速率相等”;③标志是“反应混合物中各组分的浓度保持不变”。

(2)化学平衡状态的特征

化学平衡状态具有“逆”“等”“动”“定”“变”等特征。①逆:化学平衡研究的对象是可逆反应;②等:平衡时 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}} > 0$ (本质);③动:平衡时,反应仍在不断地进行,是动态平衡;④定:平衡时,反应混合物各组分的浓度保持一定,百分含量保持一定(表象);⑤变:外界条件改变时,平衡可能被破坏,并在新的条件下建立新的化学平衡。

15. 勒夏特列原理

(1)内容:如果改变影响化学平衡的一个条件(如浓度、压强或温度等),平衡就会向着能够减弱这种改变的方向移动。

(2)内容理解:

浓度、压强、温度对化学平衡的影响

条件的改变	平衡移动方向	平衡移动的结果
增大反应物浓度	向正反应方向移动	反应物浓度减小
减小生成物浓度	向正反应方向移动	生成物浓度增大
增大压强	向气体体积缩小的方向移动	体系压强减小
升高温度	向吸热反应方向移动	体系的温度降低

16. 外界条件对化学反应速率和化学平衡的影响

外界条件的改变		对化学反应速率的影响			对化学平衡的影响
		$v_{\text{正}}$	$v_{\text{逆}}$	$v_{\text{正}}、v_{\text{逆}}$ 的比较	
浓度	增大反应物的浓度	增大	先不变,后随之增大	$v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$	平衡向正反应方向移动
	减小生成物的浓度	先不变,后随之减小	减小	$v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$	
	增大生成物的浓度	先不变,后随之增大	增大	$v_{\text{逆}} > v_{\text{正}}$	平衡向逆反应方向移动
	减小反应物的浓度	减小	先不变,后随之减小	$v_{\text{逆}} > v_{\text{正}}$	
压强	增大压强	增大	增大	$v_{\text{缩}} > v_{\text{扩}}$	平衡向气体体积缩小的方向移动
	减小压强	减小	减小	$v_{\text{扩}} > v_{\text{缩}}$	平衡向气体体积扩大的方向移动
温度	升高温度	增大	增大	$v_{\text{吸}} > v_{\text{放}}$	平衡向吸热反应方向移动
	降低温度	减小	减小	$v_{\text{放}} > v_{\text{吸}}$	平衡向放热反应方向移动
使用适宜的催化剂		增大	增大	$v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$	平衡不移动,但能缩短反应达到平衡的时间

A. 足量澄清石灰水

B. 足量小苏打溶液

C. 足量 BaCl_2 溶液

D. 足量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液

②反应停止后,要通过装置 A 的锥形瓶中产生白色沉淀的量来测定已被氧化的 SO_2 的量时,在滤出沉淀前必须进行的一步实验操作是(简述过程)_____。

③若从锥形瓶的溶液得到的沉淀质量为 $W\text{g}$,要测定该条件下的 SO_2 的转化率,实验时还需要测定的数据是_____。

a. 装置 A 增加的质量($a\text{g}$)

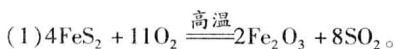
b. 装置 B 增加的质量($b\text{g}$)

c. 装置 C 增加的质量($c\text{g}$)

d. 甲装置增加的质量($d\text{g}$)

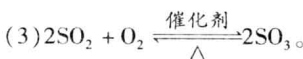
④此条件下 SO_2 的转化率是(填写计算式)_____。

【解析】该实验的装置是仿照工业上制备硫酸的流程设计出来的,是一套微型的工业生产设备,联系工业上生产硫酸的原理、设备和化学平衡知识可解答相关问题。



(2)甲装置的作用是:①干燥 O_2 和 SO_2 ;②使 O_2 和 SO_2 混合均匀;③便于通过观察气泡的速率,控制 O_2 和 SO_2 的体积比。

SO_2 和 O_2 在甲装置中混合,干燥后进入乙装置中发生反应,所以甲、乙装置相当于接触室; SO_3 在丙、丁装置中被吸收,所以丙、丁装置相当于吸收塔。



(4)可以通过调节气阀,控制气体流量,观察甲装置产生气泡的速率,估计 SO_2 和 O_2 的量。

(5)该反应是放热的可逆反应,温度过高,平衡逆向移动,不利于 SO_3 的生成,且影响催化剂的活性。

(6)原因有两个:①浓硫酸对 SO_3 的吸收效果远好于水, SO_3 可以被浓硫酸完全吸收;②插入浓硫酸溶液的导管插得太深,导致两个吸收瓶内的气压差较大, SO_3 气体从水中冒出来了,与水蒸气形成酸雾。

(7) SO_2 是酸性氧化物,可以用碱液吸收尾气。

(8)①从乙装置中出来的气体中还含有没有反应的 SO_2 和 O_2 , SO_2 能和石灰水反应生成 CaSO_3 沉淀, SO_2 能被 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 中的 NO_3^- 氧化为 H_2SO_4 而生成 BaSO_4 沉淀, SO_2 能与 NaHCO_3 反应生成 CO_2 , 只有 BaCl_2 能和 SO_3 反应生成 BaSO_4 沉淀而不和 SO_2 反应,故选 C。

②为了保证 SO_3 被充分反应为 BaSO_4 沉淀,在滤出沉淀前必须向锥形瓶中滴加 BaCl_2 溶液,直至沉淀量不再增加(或静置后向上层清液中滴入 BaCl_2 溶液,若产生沉淀,继续加入 BaCl_2 溶液,重复上述过程至上层清液中不再产生沉淀)。

③通过得到 BaSO_4 沉淀的质量 $W\text{g}$,可以求出生成 SO_3 的质量,从而求出已经反应的 SO_2 的质量。要求 SO_2 的转化率,还要求出没有被氧化的 SO_2 的质量。没有被氧化的 SO_2 最后被品红和烧碱溶液吸收,所以测出装置 B 增加的质量和装置 C 增加的质量,即可进行计算。选 b、c。

④已知没有反应的 SO_2 的物质的量与 BaSO_4 的物质的量,据此可得 SO_2 的转化率为:

$$w(\text{SO}_2) = \frac{\frac{W}{233}}{\frac{W}{233} + \frac{b+c}{64}} \times 100\%$$

【答案】见解析。

4 能力·题型设计

速效基础演练

1. 某市一停产多年的工厂里,一个储有两吨某酸液的铁罐因腐蚀而发生泄漏,液体流满厂区。此时,下起大雨,附近约1平方千米范围空气中顿时笼罩着浓厚的酸雾,造成90人严重中毒。请你分析泄漏的酸是()。

- A. 浓硫酸 B. 浓硝酸
C. 浓盐酸 D. 浓磷酸

2. 接触法制 H_2SO_4 的接触室里有一个热交换器,有关它的下列说法正确的是()。

- A. 其主要作用是给催化剂加热
B. 其作用是把生成的热量传递给需要预热的混合气体,并将反应后生成的气体冷却
C. 为了充分利用余热,使冷水经过热交换器,从而得到热水
D. 进行热量传递时,冷、热气体流向相同

3. $^{14}CO_2$ 与碳在高温条件下发生反应 $^{14}CO_2 + C \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$, 达到化学平衡后,平衡混合物中含 ^{14}C 的粒子有()。

- A. $^{14}CO_2$ B. $^{14}CO_2$ 、 ^{14}CO
C. ^{14}CO 、 $^{14}CO_2$ 、 ^{14}C D. ^{14}CO

4. 接触法制硫酸时,进入接触室的气体合理的是()。

- A. 体积组成: SO_2 7%, O_2 11%, 其余为 N_2 、 CO_2 等
B. 质量组成: SO_2 30%, O_2 7%, 其余为 N_2 、 CO_2 等
C. 体积组成: SO_2 14%, O_2 7%, 其余为 N_2 、 CO_2 等
D. 体积组成: SO_2 14%, O_2 5%, 其余为 N_2 、 CO_2 等

5. 下列事实不能用勒夏特列原理解释的是()。

- A. 氢气和氮气合成氨的反应中,在加压下有利于氨的生成
B. 醋酸溶液中滴入少量稀盐酸,溶液中 $c(H^+)$ 增大
C. 用热的纯碱水溶液洗涤油污物品时,去污效果较好
D. 加催化剂 V_2O_5 ,能加快 SO_2 转化为 SO_3 的速率

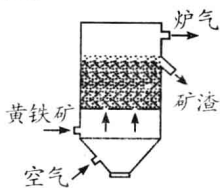
6. 观察示意图,并回答下列问题:

(1) 该设备的名称叫

(2) 矿石粉碎成细小矿粒的目的是:

- ① _____;
② _____。

(3) 该设备中发生反应的化学方程式是 _____。



7. 某次采集酸雨样品,每隔一段时间测定一次pH,得到数据如下表:

时间	开始	8h	16h	24h	32h	40h	48h
pH	5.0	4.8	4.5	4.3	4.2	4.0	4.0

请回答:

(1) 该酸雨的类型最有可能是“硝酸型”还是“硫酸型”(用序号填空) _____;该污染物主要来源于(用序号填空) _____。

①硝酸型 ②硫酸型 ③燃煤火力发电 ④工业生产硫酸 ⑤工业电冶铝 ⑥实验室制备二氧化硫

(2) 放置时,雨水样品 pH 变化的主要原因是 _____。

(3) pH 变化的离子方程式为 _____。

8. 工业上生产硫酸时,利用催化氧化反应将 SO_2 转化为 SO_3 是一个关键步骤。压强及温度对 SO_2 转化率的影响如下表(原料气各成分的体积分数为: SO_2 : 7%, O_2 : 11%, N_2 : 82%):

转化率/% 温度/℃	压强/MPa			
	0.1	0.5	1	10
400	99.2	99.6	99.7	99.9
500	93.5	96.9	97.8	99.3
600	73.7	85.8	89.5	96.4

(1) 已知 SO_2 的氧化是放热反应,如何利用表中数据推断此结论?

(2) 在 $400^\circ C \sim 500^\circ C$ 时, SO_2 的催化氧化采用常压而不是高压,主要原因是: _____。

(3) 选择适宜的催化剂,是否可以提高 SO_2 的转化率? _____(填“是”或“否”),是否可以增大该反应放出的热量 _____(填“是”或“否”)。

(4) 为了提高 SO_3 的吸收率,实际生产中用 _____ 吸收 SO_3 。

(5) 已知: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g); \Delta H = -196.6 kJ/mol$, 计算每生产1万吨98%的硫酸所需要的 SO_3 的质量和由 SO_2 生产这些 SO_3 所放出的热量。

知能提升突破

1. 含硫48%的黄铁矿煅烧时 FeS_2 损失2%,则下列说法不正确的是()。

- A. 该黄铁矿含 FeS_2 也是48%
B. 硫损失也是2%
C. 铁损失也是2%
D. 该黄铁矿含 FeS_2 90%

2. 用浓硫酸吸收 SO_3 可得到 $H_2SO_4 \cdot 1.5SO_3$, 若用1kg 98%的 H_2SO_4 充分吸收 SO_3 后再进行稀释,可得98%的 H_2SO_4 ()。

- A. 2.78 kg B. 2.6 kg C. 2.42 kg D. 2.22 kg

点击考例

测试要点7

测试要点2

[例题3]

测试要点4

[例题5]

测试要点13

测试要点10

测试要点14

测试要点3

[例题4]

测试要点8

[例题11]

测试要点7

测试要点7、11

[例题9、13]