

中学生科学素养丛书

# 高中 化学读本

Gaozhong Huaxue Duben

选修2 化学与技术

依据教育部《高中化学课程标准》编写  
李丹 主编

CTS 湖南教育出版社

中学生科学素养丛书

# 高中 化学读本

Gaozhong Huaxue Duben

选修2 化学与技术

主编 李 丹

编委 刘 军 张伟峰 朱锦涛 冯 雪

李佑达 吉丹丹 曹胜文 申招斌

周 樱 赵玉琴

CIS 湖南教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学读本. 化学与技术 / 李丹编. —长沙: 湖南教育出版社, 2015.3

ISBN 978-7-5539-2367-3

I. ①化… II. ①李… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料 IV. ①G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 067114 号

## 化学读本 化学与技术

李丹 主编

---

责任编辑: 黄 斌

出版发行: 湖南教育出版社 (长沙市韶山北路 443 号)

网 址: <http://www.hnepb.com> 微信号: duodianxuexi

电子邮箱: 228411705@qq.com

客 服: 电话 0731-85486742 QQ 228411705

经 销: 新华书店

印 刷: 国防科技大学印刷厂

开 本: 16 开

印 张: 4

字 数: 83 000

版 次: 2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5539-2367-3

定 价: 12.00 元

---

本书若有印刷、装订错误, 可向承印厂调换

# 前言

PREFACE

教育的一般目标是帮助学生积累与他们将要经历的社会生活相适应的知识、技能和态度,而教育的更高目标却是唤醒个体的思想,成为一个自主的思考者。这意味着科学课程的教育一方面是向学生传授知识,另一方面还要培养学生的科学素养,使受教育者能够不为传统观念所束缚,进而获得某种精神上的自由。科学素养培养不是空洞的,它渗透在学科知识的学习中。化学,作为人类文化背景下建立的一门自然学科,有必要为学生科学素养的培养承担起应有的责任。

当前,如何培养未来具有科学素养的公民已经成为世界各国提高综合国力的重要手段。由经合组织(OECD)发起并实施的国际学生评价项目(Program International Student Assessment,简称PISA)就是通过对阅读素养、科学素养和数学素养三个领域的测试,来比较各国的教育成效,从而推导出其在人力资源竞争方面的强弱。

反思我国教育现状,学生知识总量的增加并没有带来其观察世界方式的改变和科学素养水平的明显提高。出现这样的状况,与教师过多关注教学结果而忽略了教学过程中对学生思维能力和科学素养的培养有关。只重分数,不管能力,导致了很多人受过多年教育以后,依然缺乏独立思考和判断的能力。很多受过高等教育的人依然相信所谓的“世界末日”,相信“神医”说的“吃绿豆能治百病”这些荒唐的传言。目前,微信朋友圈和微博之中谣言满天飞,很多造谣者所受教育程度并不低,这不得不引人深思。

但科学素养无法像知识那样直接“教”给学生,必须通过课堂教学与学生自身的需要结合起来协调一致才能真正达到目的,其中,学生自身的阅读就起了极为重要的作用。

本读本从科普著作、科学杂志、网络等各种渠道收集资料,从生活中的化学、化学史、化学实验等多角度来拓宽学生的视野。例如,许多人都是闻“食品添加剂”色变,但是通过阅读这套读本,我们可以了解到并不是所有的食品添加剂都是对人体有害无益的;家用水壶用久以后,壶底会沉积出很厚的水垢,通过阅读,我们可以了解到水垢的主要成分是碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ )、氢氧化镁 $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ ,家用食醋的主要成分是醋酸( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ),而酸碱之间可以发生中和反应,即我们可用家用的食醋来去除水壶壶底的水垢。将这些生活常识与课本知识结合起来编入读本之中,能激发起学生对生活中化学问题的探索兴趣,进而提高学生的科学探究能力和认识问题、解决问题的能力,从而达到培养和提高学生科学素养的目的。

由于时间有限,错漏之处在所难免,恳请大家不吝批评指正,我们一定会在将来的修订中予以改正。

编者

2016年1月

# 目 录

CONTENTS

<b>第一章 走进化学工业</b> .....	1
化学大事件 .....	1
知识锦囊 .....	7
智慧树 .....	7
重难点品读 .....	8
规律方法 .....	11
思索与探究 .....	12
趣味化学 .....	17
<b>第二章 化学与资源开发利用</b> .....	20
化学大事件 .....	20
知识锦囊 .....	25
智慧树 .....	25
重难点品读 .....	26
规律方法 .....	37
思索与探究 .....	39
趣味化学 .....	45
<b>第三章 化学与材料的发展</b> .....	47
化学大事件 .....	47
知识锦囊 .....	51
智慧树 .....	51
重难点品读 .....	52
规律方法 .....	60
思索与探究 .....	61
趣味化学 .....	68
<b>第四章 化学与技术的发展</b> .....	70
化学大事件 .....	70
知识锦囊 .....	77
智慧树 .....	77
重难点品读 .....	78
规律方法 .....	81
思索与探究 .....	82
趣味化学 .....	89



## 第一章

# 走进化学工业



### 化学大事件

#### 哈伯与合成氨

弗里茨·哈伯(F. Haber, 1868—1934), 德国化学家, 出生在德国西里西亚布雷斯劳(现为波兰的弗罗茨瓦夫)的一个犹太人家庭。他从小就对化学工业有浓厚的兴趣。高中毕业后, 哈伯先后到柏林、海德堡、苏黎世上大学。上学期间, 他还在几个工厂中实习, 得到了许多实践的经验。1904年, 哈伯在两位企业家答应给予大力支持下开始研究合成氨的工业化生产, 并于1909年获得成功, 成为第一个从空气中制造出氨的科学家。哈

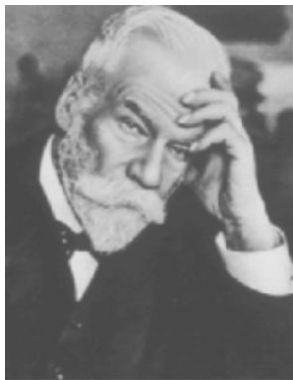


伯从此成了世界闻名的大科学家。为表彰哈伯的这一贡献, 瑞典皇家科学院把1918年的诺贝尔化学奖颁给了哈伯。然而在第一次世界大战中, 哈伯担任化学兵工厂厂长时负责研制、生产氯气、芥子气等毒气, 并用于战争之中, 造成近百万人伤亡。虽然按照他自己的说法, 这是“为了尽早结束战争”, 但哈伯的这一行径, 仍然遭到了美、英、法、中等国科学家们的谴责, 哈伯的妻子伊美娃也以自杀的方式以示抗议。



## 索尔维与氨碱法

欧内斯特·索尔维(E. Ernest Solvay, 1838—1922), 比利时工业化学家。1860年索尔维到其叔父的煤气厂工作, 研究煤气废液的用途。他想从废液中提取碳酸铵, 但实验失败了。1861年他又用氨溶液、二氧化碳与食盐混合制成碳酸钠(称为氨碱法), 但不知此反应已为前人发现过了。1863年他创办一个正式的制碱工厂, 实现了氨碱法的工业化。索尔维制碱法在世界上获得迅速发展, 到20世纪20年代, 已完全取代路布兰制碱法。



### 索尔维制碱法

以食盐(氯化钠)、石灰石(经煅烧生成生石灰和二氧化碳)、氨为原料来制取纯碱。先使氨通入饱和食盐水中而成氨盐水, 再通入二氧化碳生成溶解度较小的碳酸氢钠沉淀和氯化铵溶液。

氨碱法实现了连续性生产, 食盐的利用率得到提高, 产品质量纯净, 因而被称为纯碱, 但最大的优点还在于成本低廉。

1867年索尔维设厂制造的产品在巴黎世界博览会上获得铜质奖章, 此法被正式命名为索尔维法。此时, 纯碱的价格大大下降。消息传到英国, 正在从事路布兰法制碱的英国哈琴森公司取得了两年独占索尔维法的权利。

1873年哈琴森公司改组为卜内门公司, 建立了大规模生产纯碱的工厂。后来, 法、德、美等国相继建厂。

### 纯碱的发展历程

在人工合成纯碱之前, 古代就发现某些海藻晾晒后, 烧成的灰烬中含有碱类, 用热水浸取、滤清后可得褐色碱液用于洗涤。大量的天然碱来自于矿物, 以地下埋藏或碱水湖为主。



最早发明人工合成纯碱方法是在 18 世纪末,法国路布兰用芒硝加石灰石和煤在高温下还原并进行碳酸化,得到以  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  为主的粗制品——黑灰,经过浸取、蒸发、精制、再结晶、烘干,获得纯度约为 97% 的重质纯碱。

1861 年,比利时索尔维独自发明了制碱法并获得了专利。由于技术秘密保护该法一直未能大范围应用,20 世纪 20 年代才从美国突破,尤其是中国著名的化工专家侯德榜于 1932 年出版了《纯碱制造》一书,将保密 70 年的索尔维法公布于世。

侯德榜于 1939—1942 年创建了侯氏制碱法,并在四川建立了中试车间。1952 年在大连化工厂设立了联合制碱车间。

日本旭硝子公司推出的 NA 法,实质上是联碱和氨碱的折中法,可随意调节纯碱与氯化铵的比例。

## 化学大视野

### 世界十大工业污染事件

#### 1. 比利时的马斯河谷烟雾事件

比利时的马斯河谷位于狭窄的盆地中,1930 年 12 月 1—5 日,气温发生逆转,致使工厂中排放的有害气体和煤烟粉尘在近地大气层中集聚不散,3 天后开始有人发病。其症状表现为胸痛、咳嗽、呼吸困难等,一星期内有 60 多人死亡,其中心脏病、肺病患者死亡率最高。同时,还有许多家畜致死。事件发生期间, $\text{SO}_2$  浓度很高,并可能含有氟化物。事后分析认为,此次污染事件,是几种有害气体同煤烟粉尘对人体综合作用所致。

#### 2. 日本水俣病事件

1956 年日本水俣湾出现了一种奇怪的病,这种“怪病”是日后轰动世界的“水俣病”,是最早出现的由于工业废水排放污染造成的公害病。

症状表现为轻者口齿不清、步履蹒跚、面部痴呆、手足麻木、感觉障碍、视觉丧失、震颤、手足变形,重者精神失常,或酣睡,或兴奋,身体弯弓号叫,直至死亡。

水俣病的罪魁祸首是当时处于世界化工业尖端技术的氮生产企业。1925 年,日本氮肥公司在这里建厂,后又开设了合成醋酸厂。1949 年后,这个公司开



始生产氯乙烯,年产量不断提高,1956年超过6 000 t。与此同时,工厂把没有经过任何处理的废水排放到水俣湾中。给当地居民及其生存环境带来了无尽的灾难。

### 3. 美国多诺拉烟雾事件

多诺拉是美国宾夕法尼亚州某河谷中的小镇。1948年10月26—31日期间,这里大部分地区受反气旋逆温控制,且26—31日持续有雾,致使大气污染物在近地层大气中集聚。这期间,全城14 000人中有6 000人出现喉痛、流鼻涕、干渴、四肢酸乏、咳痰、胸闷、呕吐、腹泻等症状,死亡20多人。据估计,事件发生期间, $\text{SO}_2$ 浓度为正常值的数倍,并发现有尘粒。分析认为, $\text{SO}_2$ 及其氧化作用的产物同大气中的尘粒结合是致害因素。主要致害物是 $\text{SO}_2$ 与金属元素,以及金属化合物相互作用的生成物。

### 4. 英国伦敦的烟雾事件

素有雾都之称的英国伦敦,1952年12月5—8日期间,又被浓雾笼罩。这期间许多人突然患呼吸系统疾病,一下住满了伦敦的各家医院。4天中,死亡人数达4 000人,死亡者以48岁以上最多,约是平时死亡人数的3倍,1岁以下的死亡率较平时增加1倍。事件发生的1周中,因支气管炎、冠心病、肺结核、心脏衰竭的死亡人数分别是平时同类病死亡人数的9.5倍、2.4倍、5.5倍、2.8倍,因肺炎、肺癌、流感等呼吸系统疾病死亡的人数较平时均有成倍增长。事件后的两个月里又有近8 000人死亡。人们就此事件分析认为,这与伦敦当时大量的耗煤有关。事件期间尘粒浓度最高达 $4.46 \text{ mg/m}^3$ ,为平时的10倍, $\text{SO}_2$ 浓度最高达平时的6倍,在浓雾的特定条件下,烟雾中的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 促使 $\text{SO}_2$ 氧化成 $\text{SO}_3$ ,从而形成 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,并凝聚在微尘上,从而形成酸雾,成为这一事件的杀手。

### 5. 美国的洛杉矶光化学烟雾事件

洛杉矶位于美国西南海岸。早期这里仅仅是一个牧区的小村,加利福尼亚金矿发现后,人口剧增,很快成为闻名遐迩的大城市,单是汽车就增加了数百万辆。于是,这个依山傍水、风光明媚的城市,简直变成了拥挤不堪的汽车城。到20世纪40年代初期,每年5—8月,在强烈阳光的照射下,在城市上空常常出现迷漫天空



的浅蓝色烟雾,致使整座城市变得浑浊不清。这种烟雾刺激喉、鼻,引发喉头炎、头痛等许多疾病,同时使远在 100 km 之外的高山上的柑橘减产,松树枯黄。这是怎么回事? 研究发现,这正是大量的汽车尾气所致。这些成分复杂的汽车尾气,在洛杉矶三面环山的特定地势下,使市区大气的水平流动相对缓慢,它们在强烈阳光的照射下就能产生臭氧,并发生一系列化学变化来危害人们的健康,因此,人们把这种城市上空的浅蓝色烟雾称为光化学烟雾。据报道,当洛杉矶发生光化学烟雾之时,在飞机上,明显可见洛杉矶光化学烟雾是汽车尾气造成的。洛杉矶光化学烟雾事件是汽车尾气所造成的污染公害的典型实例。

#### 6. 日本神东川的骨痛病

在日本富川平原上有一条河叫神东川。多年来,两岸人民用河水灌溉农田,使万亩稻田飘香。自从三井矿业公司在神东川上游开设了炼锌厂后,人们发现有死草现象。1955 年以后就流行一种不同于水俣病的怪病:对死者解剖发现全身多处骨折,有的达 73 处,身长也缩短了 30 cm。这种起初不明病因的疾病就是骨痛病。直到 1963 年方才查明,骨痛病与三井矿业公司炼锌厂的废水有关。原来,炼锌厂长年累月向神东川排放的废水中含有金属镉,农民引河水灌溉,便把废水中的镉转到土壤和稻谷中,两岸农民饮用含镉之水,食用含镉之米,便使镉在体内积存,最终导致骨痛病。有报道说,到 1972 年 3 月,骨痛病患者已达到 230 人,死亡 34 人,并有一部分人出现可疑症状。

#### 7. 日本四日市事件

四日市位于日本东部海湾。1955 年这里相继兴建了十多家石油化工厂,化工厂终日排放含  $\text{SO}_2$  的气体 and 粉尘,使昔日晴朗的天空变得污浊不堪。1961 年,呼吸系统疾病开始在这一带发生,并迅速蔓延。据报道,患者中慢性支气管炎占 25%,哮喘病占 30%,肺气肿等占 15%。1964 年这里曾经有 3 天烟雾不散,哮喘病患者中不少人因此死去。1967 年一些患者因不堪忍受折磨而自杀。1970 年患者达 500 多人。1972 年全市哮喘病患者 871 人,死亡 11 人。据报道,事件期间四日市每年  $\text{SO}_2$  和粉尘排放量达 13 万吨之多,大气中  $\text{SO}_2$  浓度超过标准 5~6 倍,烟雾厚达 500 m,其中含有害的气体 and 金属粉尘,它们相互作用生成硫酸等物质,这



是造成哮喘病的主要原因。

#### 8. 日本米糠油事件

米糠油事件发生在日本九州爱知县一带。生产米糠油在脱臭时,需使用多氯联苯作为载体,由于生产的失误,致使米糠油中混入了多氯联苯,结果有 1 400 人食用后中毒。4 个月后,患者猛增到 5 000 余人,并有 16 人无故丧生。这期间实际受害人在 13 000 人以上,而且由于用米糠油中的黑油做家禽饲料,造成数十万只鸡死去。

#### 9. 苏联切尔诺贝利核泄漏事件

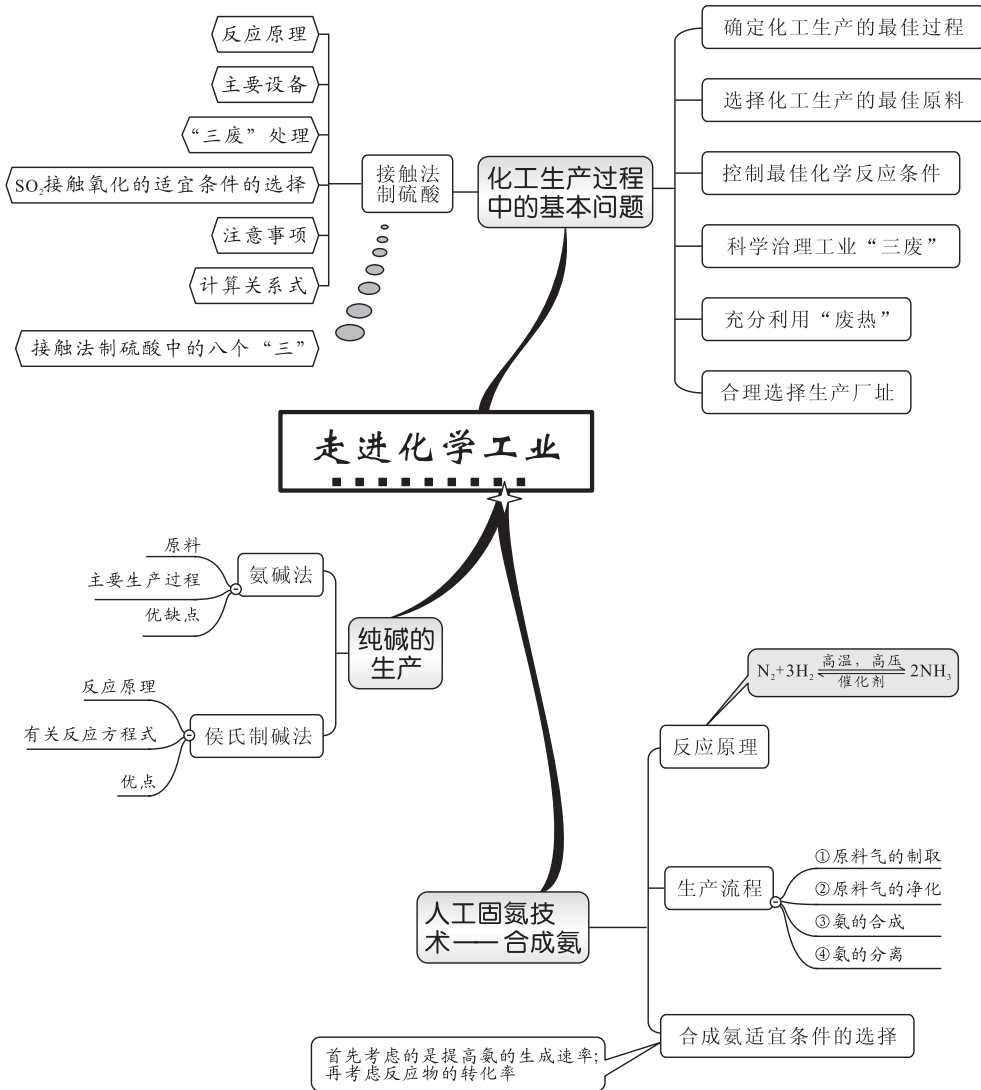
1986 年 4 月 26 日凌晨 1 时,距苏联切尔诺贝利 14 km 的核电厂第 4 号反应堆,发生可怕的爆炸,一股放射性碎物和气体(包括碘 131,铯 137,锶 90)冲上 1 km 的高空。这就是震惊世界的切尔诺贝利核污染事件。事件发生以后,核电站 30 km 范围内的 11.5 万多居民不得不紧急疏散。这次核泄漏造成苏联 1 万多平方千米的领土受污染,其中乌克兰有 1 500 km<sup>2</sup> 的肥沃农田因污染而废弃荒芜。被污染的农田和森林面积大约相当于美国弗吉尼亚州的面积。乌克兰有 2 000 万人受放射性污染的影响。截至 1993 年初,大量的婴儿成为畸形或残疾,8 000 多人死于和放射有关的疾病。其远期影响在 30 年后仍产生作用。

#### 10. 印度博帕尔事件

1984 年 12 月 3 日,美国联合碳化物公司在印度博帕尔市的农药厂因管理混乱,操作不当,致使地下储罐内剧毒的异氰酸甲酯因压力升高而爆炸外泄。45 t 毒气形成一股浓密的烟雾,以 5 000 m/h 的速度袭击了博帕尔市区。事件导致死亡近 2 万人,受害 20 多万人,5 万人失明,孕妇流产或产下死婴,受害面积 40 km<sup>2</sup>,数千头牲畜被毒死。

知识锦囊

智慧树



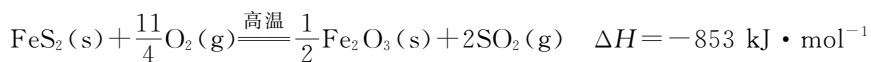
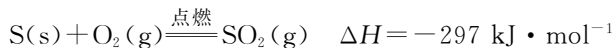


重 难 点 品 读

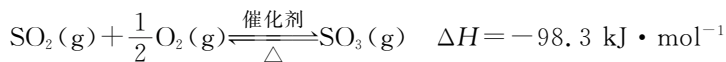
一、接触法制硫酸

1. 反应原理

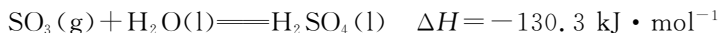
(1) 燃烧硫黄或黄铁矿制二氧化硫



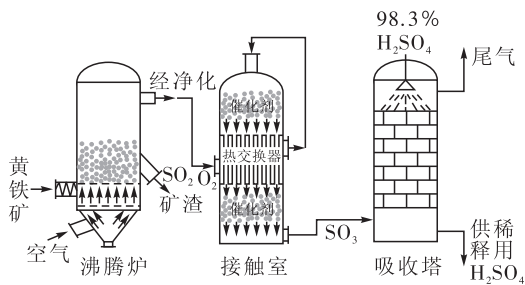
(2) 二氧化硫氧化成三氧化硫



(3) 三氧化硫转化为硫酸



2. 主要设备

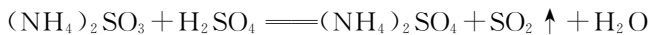
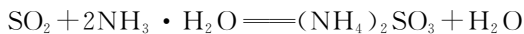


3. “三废”处理

(1) “三废”：废气、废水、废渣。

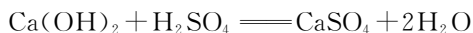
(2) “三废”处理方法

① 废气的处理：尾气中的  $\text{SO}_2$  用氨水吸收。



生成的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  做肥料， $\text{SO}_2$  气体返回车间做原料。

② 废水的处理：用石灰乳中和处理。

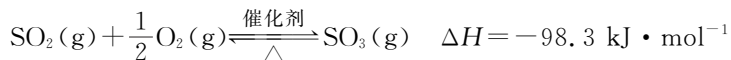




③废渣的利用:制水泥、渣砖,品位高的矿渣继续炼铁。

#### 4. SO<sub>2</sub> 接触氧化的适宜条件的选择

接触氧化的反应式为:



这是一个气体总体积缩小的、放热的可逆反应。

##### (1) 温度

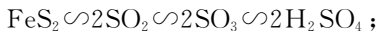
SO<sub>2</sub> 接触氧化的正反应是一个放热反应,根据化学平衡理论判断,温度较低对提高 SO<sub>2</sub> 的平衡转化率有利。但是,温度较低时催化剂活性不高,反应速率低。在实际生产中,选定 400~500 °C 作为操作温度,这时反应速率和 SO<sub>2</sub> 的转化率都比较理想。

##### (2) 压强

SO<sub>2</sub> 接触氧化的正反应是一个气体总体积缩小的反应,根据化学平衡理论判断,加压对提高 SO<sub>2</sub> 的平衡转化率有利。但是,在常压、400~500 °C 时,SO<sub>2</sub> 的平衡转化率已经很高,加压必须增加设备,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(400~500 °C)和 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 催化剂。

#### 5. 计算关系式



#### 6. 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<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O 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。

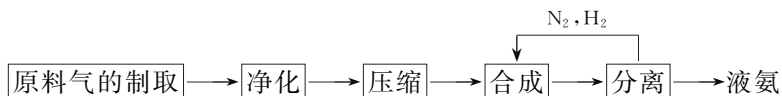
(4)在接触室里装有热交换器,它的作用是在  $\text{SO}_2$  接触氧化时,用放出的热来加热未起反应的  $\text{SO}_2$  和空气,这样可以充分利用热能,节约燃料。

(5)吸收  $\text{SO}_3$  不用水或稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液,而用98.3%的浓硫酸,是因为用水或稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液作为吸收剂容易形成酸雾,吸收速率慢。

(6)硫酸厂的尾气必须进行处理,因为烟道气里含有大量的  $\text{SO}_2$ ,如果不加以利用而排入空气会严重污染空气,并且浪费原料。

## 二、合成氨的生产流程

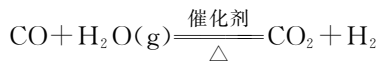
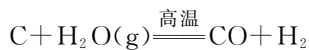
合成氨工业的简要流程可表示为:



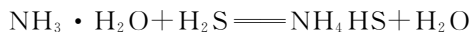
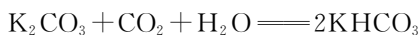
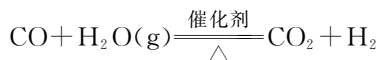
### 1. 原料气的制取

$\text{N}_2$ :将空气液化、蒸发分离出  $\text{N}_2$  或者将空气中的  $\text{O}_2$  与碳作用生成  $\text{CO}_2$ ,除去  $\text{CO}_2$  后得  $\text{N}_2$ 。

$\text{H}_2$ :用水和燃料(煤、焦炭、石油、天然气等)在高温下制取。用煤和水制  $\text{H}_2$  的主要反应为:



### 2. 原料气的净化(含有 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 及少量的 $\text{H}_2\text{S}$ 等)



原料气需净化处理,以防止催化剂中毒。



### 3. 氨的合成

在适宜的条件下,在合成塔中进行。

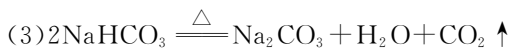
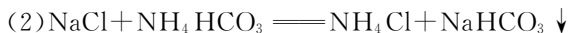
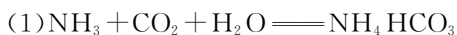
### 4. 氨的分离

经冷凝使氨液化,将氨分离出来,提高原料的利用率,并将没有完全反应的  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  循环送入合成塔,使其被充分利用。

## 三、侯氏制碱法(联合制碱法)

### 1. 反应原理

侯氏联合制碱法,是将合成氨工业和制碱工业联合起来。



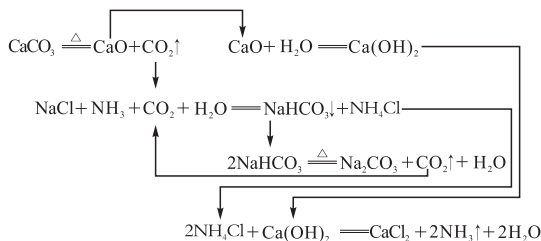
### 2. 该法优点

保留了氨碱法的优点,消除了它的缺点,使食盐的利用率提高到 96%;  $\text{NH}_4\text{Cl}$  可用作氮肥;可与合成氨厂联合,使合成氨的原料气  $\text{CO}$  转化成  $\text{CO}_2$ ,革除了  $\text{CaCO}_3$  制  $\text{CO}_2$  这一工序。

## 规律方法

### 温馨提示

氨碱法的生产过程和原理



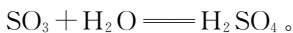
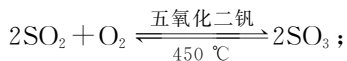
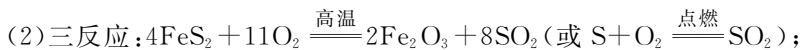
### 知能深化

接触法制硫酸中的八个“三”

(1)三阶段:二氧化硫的制取(炉气的制造)、二氧化硫的催化氧化、三氧化硫的



吸收。



(3)三原料:黄铁矿(或硫黄)、空气、水。

(4)三设备:沸腾炉、接触室、吸收塔。

(5)三杂质:矿尘、砷、硒化合物,水蒸气。

(6)三净化:除尘、洗涤、干燥。

(7)三原理:增大反应速率原理(黄铁矿粉碎、增大与空气的接触面积,鼓入空气使矿粒“沸腾”)、热交换原理(接触室中装热交换器,使未反应的二氧化硫和氧气被加热到所需温度,同时冷却反应后的三氧化硫)、逆流吸收原理(吸收塔中浓硫酸自上方喷下,三氧化硫气体从下方通入,提高吸收效率)。

(8)三个率

$$\textcircled{1} \text{物质纯度}(\%) = \frac{\text{不纯物质中所含纯物质的质量}}{\text{不纯物质的总质量}} \times 100\%$$

$$\textcircled{2} \text{原料转化率}(\%) = \frac{\text{实际参加反应的原料质量}}{\text{投入的原料总质量}} \times 100\% = 1 - \text{损失率}$$

③一种化合物中,一种元素的转化率等于该化合物的转化率。



## 思索与探究

### 化工废水的危害

1. 工业废水直接流入江河、湖泊,污染地表水,如果毒性较大会导致水生动物死亡甚至绝迹。

2. 工业废水还可能渗透到地下,污染地下水。

3. 如果周边居民采用被污染的地表水或地下水作为生活用水,会危害身体健康,重者死亡。