

高才生系列

主编 单 博 南京师范大学教授、博士生导师

龚国祥 编 南京师范大学化学教育硕士、南京师大附中教师

500多个课件 1000多套好题

题型题库演绎 不受教材限制

一题多解 提升综合解题能力

高中三年级 下学期

化 学

红星 电子音像出版社

高才生系列——

化 学

高三年级(下)

江苏工业学院图书馆
藏书章

编

红星 电子音像出版社

编委会名单:

主 编:单 樽

副主编:潘娉姣 葛 军

刘国钧 孙夕礼

作 者:单 樽 葛 军 熊 斌 胡大同 董林伟

周 珺 顾 滨 范端喜 潘娉姣 朱建明

仇炳生 何炳均 脱新祥 冯惠愚 刘国钧

周永昌 韩祥泰 李大志 刘白生 陈金贵

谢 璞 朱建廉 孙夕礼 顾浩平 施洪明

陈 益 朱红兵 保志明 韩宏兵 龚国祥

冯建农

总 序

近年来,助学类 VCD 越出越多,这反映了社会各界对于这类读物的需求在不断地增长。但是,从总体上看,这类读物在编辑出版理念及其制作上存在较多误区。比如,片面图解文字教材;搞“课堂搬家”;不顾学生的主、客观差异,等等。有的读物既不符合中小学教育改革的需要,又没有发挥多媒体教学出版物的特点。

在这样的形势下,红星电子音像出版社推出了一套高质量的供中等水平以上学生和参加奥赛的师生使用的教学类 VCD——《高才生》系列。内容涵盖初、高中数、理、化,既有竞赛问题,又有基础知识。对于广大初、高中同学,无论是准备参加竞赛,还是准备参加升学考试,都有很大的帮助。一定会受到同学、老师和家长们的热烈欢迎。

这套 VCD 的第一个特点,就是主讲者都是学科竞赛的著名专家或中学特级教师,可谓阵容鼎盛。以数学为例,主讲人北京的胡大同老师,曾是中国数学会理事(理事中,只有两个名额是中学教师),1978 年华罗庚先生主持第一届全国高中竞赛时,胡老师即参加命题工作。1986 年第一届数学奥林匹克国家集训队在北京集训,胡老师担任班主任兼教练,并整理出版了《第一届数学奥林匹克国家集训队资料选编》,这是我国在数学奥林匹克方面,第一本系统的训练材料。上海华东师范大学的熊斌老师,多次担任中国数学奥林匹克国家教练,参加全国与上海的高、初中数学竞赛的命题工作,担任《数学通讯》数学竞赛讲座的主持人,出版著作 20 多种。南京师范大学的葛军老师是中国数学奥林匹克的高级教练。1990 年,IMO(国际数学奥林匹克)第一次在中国举行,葛老师担任中

国国家集训队的班主任,并参加这届 IMO 的组织工作。他还是《数学通讯》问题解答栏的主持人。出版著作 10 多种。他们培养了大批在 IMO 中获奖(主要是金牌)的选手,如方为民、李平立、张浩、罗华章、霍晓明、蒋步星等,这里不一一作介绍。

南京市是竞赛活动开展较早而且取得较好成绩的城市之一。在华罗庚金杯赛中曾取得团体第一的好成绩。学生中徐开闻、姚一隼分别获得初中组、小学组的第一名。沈凯获得 IMO 的金牌,查玉涵、姚一隼获得银牌,徐开闻、韦韬分别获得物理国际奥林匹克的金、银牌。指导这些同学的特级教师潘娉姣、仇炳生、冯惠愚等都是我们这套 VCD 的主讲人。

这套 VCD 及配套课本的另一特色是兼顾竞赛与升学考试。其中升学考试的大题与竞赛一试、二试的比约 4:5:1。

有人误以为竞赛与升学是对立的。其实两者之间密切相关。升学考试为学科竞赛打好基础,而竞赛则是前者的提高。中国古代的教育家就知道“取法务上”,也就是要立一个高标准,要站得高些,才能纵览全局。只就升学搞升学,往往水平不易提高,就好像苏东坡先生所说“不识庐山真面目,只缘身在此山中”。如果学一点竞赛的内容,观点提高了,思路开阔了,那么升学考试也就不在话下。这就像乘飞机鸟瞰庐山,对庐山面目可以看得更加清楚、更加全面。使用这套 VCD,升学、竞赛一箭双雕,岂不快哉!

学习的最好方法就是自己动脑筋去想,动手去做。VCD 讲座的内容,听了以后应当反复地思考,自己做一做,真正弄懂。不仅如此,配套的课本中还有不少练习,更应自己努力去做,然后再看解答。

最近获得国家最高科技成就奖的黄昆院士谈到他自己的经历时说:“中学打的基础是影响一辈子的事。”又说:“我刚

上中学的半年是住在身为教授的伯父家。他见我放学后很空闲而询问我,我说老师安排的数学作业我都做完了,他说那不行,数学书上的题目自己都要做。从此,我就按他的话做了,其影响深远,这不仅使我做数学题很熟练,也产生了很大的兴趣,而且由此我就忙于自己做题,很少去看书上的例题。我后来回想,总觉这一偶然情况有深远影响,使我养成了独立治学的习惯。”

这段话充分表明自己动手做题的重要性。当然物理、化学也应自己去实践(包括动手做一些实验),这里就不多说了。

最后,祝愿使用这套 VCD 的同学们获得学习的愉快,取得学业的进步!

序

近年来,许多学生都踊跃参加各类化学竞赛,这是因为通过参加竞赛,能培养自己对化学学科的兴趣,训练自己的思维,对创新精神和实践能力的发展也起到了很好的促进作用。在中学阶段,怎样发挥名师的作用,让他们给众多渴求知识的学子上课?怎样在竞赛辅导中做到基础与能力同时培养、提高?怎样将竞赛与平时的学习、高考结合起来?是我们多年一直思考的问题,通过本套 VCD 光盘的出版,解决了我们在中学教育中探索的许多疑问。

本套 VCD 将高中所学知识分成高一年级八讲、高二年级八讲、高三年级八讲,每讲以高中化学新大纲为蓝本,适当拓展加深,自成体系。可以与教材配套使用,也可独立使用。每讲分五个栏目,即〔知识要点〕、〔方法技能〕、〔范例解析〕、〔应用练习〕、〔参考答案〕。

〔知识要点〕 以精要的语言将每讲所涉及的知识归纳讲解,语言简捷,重点突出,知识点之间有一定的逻辑顺序,便于学生自学。

〔方法技能〕 主要是介绍解决问题时所应用到的方法、技能,既能培养学生一般的解题能力,也能培养学生较高的解题能力。

〔范例解析〕 每讲举 5~6 个例题,由浅入深,对知识要求和能力要求进行示范,其中有 1~2 个例题是竞赛要求,其余为高考要求。

〔应用练习〕 精选本讲成题、为题,让学训练,检测自己的学习效果。

参加本书编写的是全国示范重点高中的名师,都是奥校

高级教练,他们当中有市学科带头人,名校教研组长,全国优质课一等奖获得者、硕士研究生等,指导的学生多人获全国、省竞赛一、二等奖,愿他们的智慧结晶成为您成功的催化剂。

目 录

总序	单 增
序	孙夕礼
第一讲 硫酸的工业制取	(1)
知识要点	(1)
方法技能	(3)
范例解析	(7)
应用练习	(13)
第二讲 化学实验方案的设计	(21)
知识要点	(21)
方法技能	(22)
范例解析	(25)
应用练习	(38)
第三讲 物质的检验	(50)
知识要点	(50)
方法技能	(50)
范例解析	(55)
应用练习	(62)
第四讲 化学竞赛思维方法	(71)
知识要点	(71)
方法技能	(72)
范例解析	(76)
应用练习	(83)
参考答案	(92)

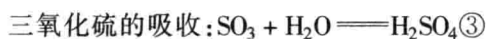
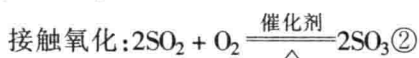
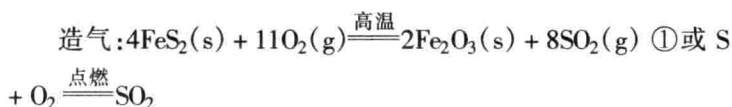
第一讲 硫酸的工业制取

一、知识要点

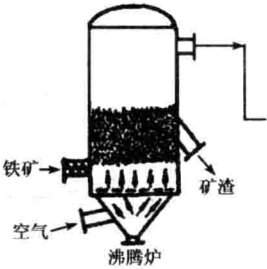
掌握接触法制硫酸的原理、工业生产过程和使用的典型设备。了解原料与能源的合理利用,工业“三废”处理与环境保护、工业生产中综合经济效益讨论的有关知识。

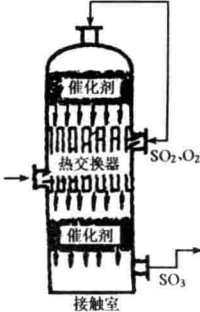
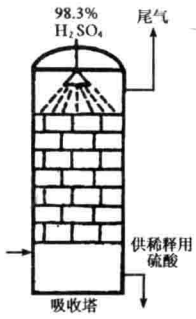
1. 接触法制取硫酸的原理

(1) 化学反应的原理



(2) 硫酸工业制法

生产过程	典型设备	各种设备的图
(1) 煅烧黄铁矿制取二氧化硫和净化	设备: 沸腾炉	

(2) 二氧化硫转化成三氧化硫	设备: 接触室	
(3) 三氧化硫的吸收	设备: 吸收塔	

2. 关于硫酸工业综合经济效益的讨论

硫酸工业综合
经济效益的讨论

(1) 环境保护与综合利用原料

化学工业的设计必须考虑对环境的影响和原子利用的经济性, 因此应综合立体的利用原料。

(2) 能量的充分利用

将反应的能量再用于生产过程或作为生活用。

(3) 生产规模和厂址的选择

生产规模和厂址的选择需综合考虑, 既考虑经济效益又考虑对环境的影响。

二、方法技能

1. 硫酸工业生产中的有关问题

(1)为什么煅烧的黄铁矿要粉碎成细小的颗粒？为什么在沸腾炉中要鼓入大量的空气？

将黄铁矿(或硫粉)放入沸腾炉中,鼓入过量的空气进行煅烧。根据反应物之间的接触面积越大反应速率越快的原理,送进沸腾炉的矿石粉碎成细小的矿粒,增大与空气的接触面积,燃烧完全。鼓入过量的空气的目的是增大廉价易得的反应物的浓度,使较贵重的原料黄铁矿充分燃烧,得以利用。

(2)为什么进入接触室的气体必须净化？

进入接触室的气体必须净化,其原因是:炉气中含有 SO_2 、 N_2 、 O_2 、 H_2O 以及一些杂质;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。

(3)热交换器的原理

接触室里装有热交换器,它的作用是在 SO_2 接触氧化时,用放出的热量来加热未反应的 SO_2 和空气,这样可以充分利用热能,节约燃料。热的气体和冷的气体热交换时,采用逆流的方式,热交换效率高。

(4)为什么吸收三氧化硫的吸收剂不用水而用 98.3% 的浓硫酸？

吸收 SO_3 不能用水而用 98.3% 的浓硫酸,是因为用水或稀硫酸作吸收剂容易形成酸雾,且吸收速率慢。吸收塔里填充着瓷管,使浓硫酸在吸收塔里的停留时间长,充分吸收 SO_3 。

(5)环境保护及厂址的选择原则

根据化学工业生产中原子利用经济性原则,化学工业生产中产生的“三废”要处理,否则会污染环境。另外,某一生产

部门的“三废”可能是其他部门的生产原料,所以采取措施回收利用。硫酸工业尾气中含有少量 SO_2 ,一般用浓氨水吸收转化成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$,然后用稀硫酸处理,反应生成 SO_2 回收利用,生成的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 可作氮肥。生产硫酸的工业废水用石灰乳中和处理。产生废渣可作为制造水泥的原料或用于制砖,含铁品位高的矿渣,经处理后可以炼铁。

由于硫酸工业的三个化学反应都是放热反应,反应放出的热能充分利用可以降低生产成本。例如:利用热能发电,作生活用等等。

现代化学工业的发展要求有较大的规模,规模出效益。厂址的选择是一个综合的问题。在保证经济效益的前提下,综合考虑原料、能源、土地、市场需求、交通运输和环境保护等方面的问题。

2. 中学化学中相关的化学工业原理

硝酸工业	主要原料	氨、空气、水
	典型设备	氧化炉、吸收塔
	生产阶段	氨的氧化、硝酸的生成
	化学反应	$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$ 、 $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{NO}$
	尾气处理	NO 、 NO_2 碱液吸收

合成氨工业	主要原料	燃料、空气、水
	典型设备	合成塔、氨分离器
	生产阶段	原料气的制备、净化和压缩、 氨的合成、氨的分离
	化学反应	$\text{H}_2\text{O} + \text{C} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$ 、 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ 、 $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$
	尾气处理	N_2 、 H_2 循环利用

硅酸盐工业	主要原料	石灰石、纯碱、石英(制玻璃)、 石灰石、粘土(水泥)
	典型设备	玻璃熔炉、水泥回砖窑
	生产阶段	
	化学反应	(制玻璃) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$ 、 (制水泥) $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2$ 反应复杂
	尾气处理	尾气中的粉尘须处理,否则粉尘污染

氯碱工业	主要原料	食盐水
	典型设备	立式隔膜电解槽
	生产阶段	食盐水的净化、电解食盐、氢氧化钠 的分离
	化学反应	$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
	尾气处理	Cl_2 水灰乳吸收

炼铁	主要原料	铁矿石、空气、焦炭、石灰石
	典型设备	高炉
	生产阶段	
	化学反应	$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ 、 $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{CO}$ 、 $\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
	尾气处理	高炉煤气 CO 、 N_2 、 C

3. 化学上涉及污染的来源及防治与生物相关(主要是生态环境、问题)

	化学	生物
温室效应	大气中 CO_2 含量升高、来自化石燃料的燃烧、沼泽地释放的 CH_4	带来生态问题,以及防治(植树造林)等
酸雨	由硫的氧化物,氮的氧化物引起	酸雨对植物、土壤、水生物等的毒害,某些植物对 SO_2 吸收
N、P 富营养化问题	来自化肥不合理使用,含磷洗衣粉等排放水	藻类增殖、死亡与消耗水中的溶解氧等,研究“赤潮”、“水华”,形成机理及产生的 breve 毒素
臭氧层耗损问题	化学上研究氟里昂,哈龙类,NO 对臭氧层的耗损机理,及如何防治问题	臭氧层对地球上的生物保护问题,及高能紫外线对蛋白质和遗传物质的影响和产生如何防治问题的疾病
光化学烟雾	烟雾成分、形成机理与烃的污染有关	产生的疾病(呼吸系统)机理
土壤沙漠化	使气温升高的化石燃料燃烧	过渡放牧
重金属 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Hg^{2+} 、As 等	来自电镀厂、废旧电池的抛弃以及冶金厂等	食物链的传递、富集与转化

4. 绿色化学的概念

绿色化学是当今社会人们提出的一个新概念,它可以诠释为环境友好化学。它的核心内涵是在反应过程和化工生产中,尽量减少或彻底消除使用和产生有害物质。这就是说,绿色化学的着眼点是使污染消灭在生产的源头,从根本上消除污染。1995 年,美国总统克林顿首次设立“总统绿色化学挑

战奖”，目的是鼓励、促进化学家们设计、改进化学产品和化工生产过程，使其对环境更加友好，企业经济效益得到更大的提高。为此，美国斯坦福大学 Bany Trost 教授提出了绿色化学下的原子经济的概念。最理想的原子经济是全部反应物的原子嵌入期望的最终产物中，不产生任何废弃物，这时的原子经济百分数便是

$$\text{原子经济 \%} = \frac{\text{制定产品的所有原子的总式量}}{\text{按化学方程式计量的所有反应物的总式量}} \times 100\%。$$

例如：Claisen 分子重排反应。



200℃可发生反应，反应过程中只是改变了分子内部部分原子的连接方式，所有的反应物的原子全部并入最终产物中，所以这是一个 100% 的原子经济反应。

三、范例解析

例 1 在硫酸工业制法中，下列生产与说明生产操作的主要原因二者都是正确的是()。

- A. 硫铁矿燃烧前需要粉碎，因为大块的硫铁矿不能燃烧
- B. 从沸腾炉出来的炉气需净化，因为炉气中 SO_2 会与杂质反应

C. SO_2 氧化为 SO_3 时需要使用催化剂，这样可以提高 SO_2 的转化率

D. SO_3 用 98.3% 的浓 H_2SO_4 吸收，目的是防止形成酸雾，以便使 SO_3 吸收完全

思路分析 选项 A 中操作正确，但解释部分错误，将矿石粉碎的目的是使矿石与空气的接触面积增大，可以燃烧充分。B 项中的说明不对，气体净化的目的是防止杂质和矿尘

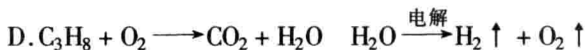
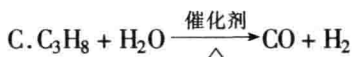
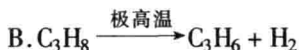
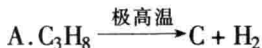
使催化剂中毒。C选项错误,根据平衡移动的原理,使用催化剂是缩短反应的时间。

解题快车道 选D。

注意事项 接触法制硫酸的三个阶段中第一阶段是制取和提纯二氧化硫。煅烧黄铁矿法得到二氧化硫的同时有三氧化硫生成使除尘变得复杂,生成的矿尘又使催化剂“中毒”,失去催化效率,不如燃硫法好。在单质硫含量丰富的国家,一般采用燃硫法制取硫酸。化学平衡移动的原理提示我们使用催化剂不能使平衡产生移动,不能提高反应的转化率,但可以缩短达到平衡的时间。

例2 根据下列叙述用以合成氨的原料之一——氢气,有一种来源是取自石油气,例如丙烷。

(1)有人设计了以下反应途径,假设反应都能进行,你认为最合理的是()。



(2)按以上最合理的反应途径,理论上用1 mol 丙烷最多可制得的氨为()。

A. 4 mol B. 6.7 mol C. 10 mol D. 2.7 mol

(3)该合理的反应途径最显著的优点是()。

A. 简单易行 B. 制得 H_2 纯度高
C. 制取 H_2 产量高 D. 可同时获得大量的热量

思路分析 由于工业生产制取原料时要考虑到经济核算问题,所以要注意反应速率、产率、能量消耗、生产设备等因