

高等学校教学用书

化工基础 解题指南

主编 冯长君 唐自强 秦正龙

中国矿业大学出版社

高等学校教学用书

化工基础解题指南

主编 冯长君 唐自强 秦正龙

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国矿业大学出版社

(苏)新登字第 010 号

内 容 提 要

全书分为四编十八章,覆盖化工原理、反应工程、化学工艺等基本内容。各章均按目的要求、知识要点、常见问题分析、各类习题解析、相关习题与自测题六项阐述。本书注重解题思路、过程的分析以及解题方法、技巧的探讨,并融科学性、实用性、综合性、示范性于一体。

本书可作为本、专科以及中专(含化工专业职高)化学、化工专业教学用书,也可供中学化学教师教学参考。

责任编辑:谢德明 钱锐

技术设计:关湘雯 庞定华

高等学校教学用书

化工基础解题指南

主编 冯长君 唐自强 秦正龙

中国矿业大学出版社出版

新华书店经销 江苏省铜山报社印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 15.875 字数 398 千字

1993 年 10 月第一版 1993 年 10 月第一次印刷

印数 1—5000 册

ISBN 7-81040-077-0

0 · 8

定价:7.96 元

《化工基础解题指南》编委名单

主编:冯长君 唐自强 秦正龙

编委:(以姓氏笔划为序)

上官荣昌	刘炳华	杜冬云	李军旗
张同礼	林天	周立雪	林冠发
季剑波	姜亚群	夏士朋	徐强
蒋安元	谢彦	薛蒙伟	

前 言

根据 1989 年国家教委“高校教学建议”的精神,各校的化工基础课相继开设了习题讨论课。但至今尚无相应的教学用书,因此,我们以教材内容为经,各种题型为纬,编著了此书,以利教、利学。

全书分为四编(共十八章):一、化工原理;二、化学反应工程;三、化学工艺;四、综合测验。前十七章均分为六节:1. 目的要求:对各知识点提出认知等级要求,并指出重点与难点;2. 知识要点:整理本章知识体系,扼要总结各概念的内涵、外延以及各定律的使用条件、适应范围等;3. 常见问题分析:总结多年教学经验,指出普遍存在的问题,分析其原因,阐述突破方法;4. 各类习题解析:依据知识要点对习题分类,并阐述分析、解答过程,重点探讨解题方法与技巧;5 相关习题:按照教学大纲要求并针对存在问题而提出,同时附答案及提示;6. 本章自测题及答案。

本书中各物理量符号一律参考吴迪胜等编《化工基础》(见参考文献[1])。

本书特色:一、立足于解题思路、过程的分析,注重于解题方法、技巧的探讨。二、选编的例题与习题,尽量接近标准化模式,而且力求达到典型性、综合性、示范性、灵活性融为一体。

本书由冯长君、唐自强、秦正龙担任主编,并负责统稿、定稿。书中插图由庞定华绘制。

在编写过程中,清华大学化工系袁乃驹教授、徐州师范学院化学系李文希副教授给予了悉心指导,并得到中国矿业大学出版社有关同志的大力支持,值此表示衷心感谢。

作者水平有限,不妥之处在所难免,敬请读者指正。

编者

1993 年 9 月

目 录

第一编 化工原理

第一章 化学工程中的基本规律和化工过程开发	(3)
第一节 目的要求.....	(3)
第二节 知识要点.....	(4)
第三节 常见问题分析.....	(9)
第四节 例题解析	(16)
第五节 相关练习	(22)
第六节 自测题	(23)
第二章 流体流动	(25)
第一节 基本要求	(25)
第二节 知识要点	(26)
第三节 常见问题分析	(32)
第四节 各类题型解析	(38)
第五节 相关练习	(62)
第六节 自测题	(65)
第三章 流体测量与输送	(69)
第一节 目的要求	(69)
第二节 知识要点	(69)
第三节 常见问题分析	(76)
第四节 例题解析	(79)
第五节 相关习题	(86)
第六节 自测题	(87)

第四章 传热过程	(90)
第一节 目的要求	(90)
第二节 知识要点	(91)
第三节 常见问题分析	(95)
第四节 各类题型解析	(98)
第五节 相关练习	(112)
第六节 自测题	(115)
第五章 吸收原理及设备	(119)
第一节 目的要求	(119)
第二节 知识要点	(119)
第三节 常见问题分析	(126)
第四节 例题解析	(129)
第五节 相关习题	(135)
第六节 自测题	(137)
第六章 填料吸收塔的计算	(142)
第一节 目的要求	(142)
第二节 知识要点	(142)
第三节 常见问题分析	(148)
第四节 例题解析	(151)
第五节 相关练习	(159)
第六节 自测题	(161)
第七章 精馏原理	(164)
第一节 目的要求	(164)
第二节 知识要点	(164)
第三节 常见问题分析	(170)
第四节 各类题型解析	(172)
第五节 相关习题	(180)
第六节 自测题	(184)

第八章 精馏设备及计算	(186)
第一节 目的要求.....	(186)
第二节 知识要点.....	(186)
第三节 常见问题分析.....	(192)
第四节 各类题型解析.....	(196)
第五节 相关练习.....	(209)
第六节 综合试题及习题答案.....	(215)

第二编 化学反应工程

第九章 均相反应动力学	(221)
第一节 目的要求.....	(221)
第二节 知识要点.....	(222)
第三节 常见问题分析.....	(232)
第四节 各类题型解析.....	(234)
第五节 相关习题.....	(243)
第六节 自测题.....	(246)
第十章 均相反应器	(252)
第一节 基本要求.....	(252)
第二节 知识要点.....	(253)
第三节 常见问题分析.....	(264)
第四节 各类题型解析.....	(268)
第五节 相关习题.....	(280)
第六节 自测题.....	(283)
第十一章 非等温过程与热量传递	(286)
第一节 基本要求.....	(286)
第二节 知识要点.....	(287)
第三节 常见问题分析.....	(294)
第四节 各类题型解析.....	(296)

第五节	相关习题	(304)
第六节	自测题	(305)
第十二章	多相反应过程与质量传递	(308)
第一节	基本要求	(308)
第二节	知识要点	(309)
第三节	常见问题分析	(320)
第四节	各类题型解析	(322)
第五节	相关习题	(329)
第六节	自测题	(330)
第十三章	停留时间分布及流动模型	(334)
第一节	基本要求	(334)
第二节	知识要点	(335)
第三节	常见问题分析	(341)
第四节	各类题型解析	(342)
第五节	相关习题	(352)
第六节	自测题	(353)

第三编 化学工艺

第十四章	硫酸工业	(359)
第一节	目的要求	(359)
第二节	知识要点	(359)
第三节	常见问题分析	(365)
第四节	各类题型解析	(371)
第五节	相关习题	(378)
第六节	自测题	(380)
第十五章	氨的合成与加工	(383)
第一节	目的要求	(383)
第二节	知识要点	(383)

第三节	常见问题分析	(390)
第四节	例题解析	(394)
第五节	相关习题	(403)
第六节	本章自测题	(404)
第十六章	氯碱工业	(407)
第一节	目的要求	(407)
第二节	知识要点	(407)
第三节	常见问题分析	(414)
第四节	例题解析	(418)
第五节	相关习题	(421)
第六节	自测题	(424)
第十七章	石油化工	(429)
第一节	基本要求	(429)
第二节	知识要点	(430)
第三节	常见问题分析	(438)
第四节	各类习题解析	(441)
第五节	相关练习题	(446)
第六节	本章综合考试题	(450)

第四编 综合测验

第十八章	综合试题及答案	(457)
第一节	自测试卷(一)	(457)
第二节	自测试卷(二)	(463)
第三节	自测试卷(一)答案	(469)
第四节	自测试卷(二)答案	(477)
附录:	中国人民共和国法定计量单位使用方法	(485)
参考文献		(495)

第一编 化工原理

本编编委名单

第一章	杜冬云	湖北师院化学系
第二章	唐自强	徐州教育学院
第三章	蒋安元	邵阳工业专科学校
第四章	徐 强	重庆师专化学系
第五章	谢 彦	南昌职业技术师院
第六章	姜亚群	淮阴化工职工中专
第七章	林 天	新疆大学化学系
第八章	林冠发	咸阳师专化学系

第一章 化学工程中的基本规律 和化工过程开发

初

第一节 目的要求

一 学习化工基础课程的要求

1. 理解化学与化工在研究目标上和所要解决问题的方法上的显著差别；
2. 了解对化工生产来说，必须在技术上可靠、经济上合理、生产上安全 and 环境允许的前提下，才能进行生产流程、操作条件、化工设备的优化。以通过提高原料、能源的利用率和劳动生产率的方法获取最大的经济效益和社会效益；
3. 了解将实验室成果转变成化工生产的开发程序和放大方法；
4. 掌握物料衡算和能量衡算的基本方法；
5. 掌握根据各种平衡关系来判断相应化工过程进行的方向和限度的方法。

二 本章要求

1. 了解本课程的性质、内容及目的；
2. 初步理解四个基本规律的涵义及其在化工生产中的应用；
3. 掌握国际单位制的构成、使用方法，初步熟悉不同单位制之

间的换算关系；

4. 了解化工过程开发的程序和放大方法。

第二节 知 识 要 点

一 化学工业的定义、分类和特点

(一) 化学工业的定义

广义的说，化学工业就是指借助于化学反应以改变物质的组成与结构，将原料改变为生产资料、生活用品的工业。狭义地说，生产化学产品的工业叫做化学工业。

(二) 化学工业的分类

一般将化学工业分为无机化学工业和有机化学工业两大类。

1. 无机化学工业

(1) 基本无机化学工业——生产酸、碱、盐及化学肥料的工业；

(2) 精细无机化学工业——生产各种试剂、药剂及稀有元素产品的工业；

(3) 电化学工业——烧碱、氯气、氢气和氧气的电解法生产，金属的湿法电冶金生产等；

(4) 硅酸盐工业——玻璃、陶瓷、水泥、粘合材料和耐火材料的生产等；

(5) 矿物涂料及矿物颜料工业等。

2. 有机化学工业

(1) 基本有机合成工业——甲烷、一氧化碳、氢气、乙烯和乙炔等加工制造有机工业的基本原料以及醇、酸、醚和酯等物质的生产；

(2) 精细有机合成工业——试剂、药剂、粘合剂、有机杀虫剂和香料等的生产；

(3) 中间体及染料工业；

(4) 高分子化合物工业——塑料、合成橡胶、人造及合成纤维、成膜材料的生产等；

(5) 燃料化学加工工业——石油、煤、木材、泥岩、油母页岩、天然气的化学加工等；

(6) 食品工业——糖、油脂、蛋白质、饮料、生物化学产品的生产等；

(7) 其他有机化学工业——造纸、制革、橡胶加工等。

3. 化学工业的发展

化学工业是发展国民经济的支柱工业之一，在国家建设、日常生活、军工及尖端科学的发展中都有很重要的作用。化工产品生产和消费的增长率比整个经济的增长率要大得多，而且，化学工业的投资比例很高，利润可观。在发达国家中，化学工业的年增长率都在 10% 左右，最高的可达 14%~15%。我国化学工业的增长率八五期间也将高达 9%。

4. 化学工业的特点

现代化学工业具有投资高、机械化和连续化生产程度高、利润较大、综合性较强、企业大型化等特点。

二 化工中常见的单元操作

化学工程研究和探讨的是化工生产中共同性操作的规律及工程性质的问题，其主要内容包括：动量传递、热量传递、质量传递和化学反应工程，即“三传一反”。尽管化工产品种类繁多，生产过程及设备千差万别，但其生产流程总可以分解并归纳为在原理上相同或相似的一些单元操作，化工中常见单元操作见表 1-1。

表 1-1 化工常用单元操作

单元操作	目的	物 态	原 理	传递过程
流体输送	输送	液或气	输入机械能	动量传递
搅拌	混和或分散	气—液, 液—固 液—液	输入机械能	动量传递
过滤	非均相混合物分离	液—固 气—固	尺度不同的截留	动量传递
沉降	非均相混合物分离	液—固 气—固	密度差引起的沉降运动	动量传递
加热、冷却	升温、降温 改变相态	液或气	输入或输出热量	热量传递
蒸发	分离液体混合物	液体	提供热量使溶剂挥发	热量传递
气体吸收	均相混合物分离	气体	利用各组分溶解度的差异	质量传递
萃取	均相混合物分离	液体	利用各组分在溶剂中溶解度的不同	质量传递
干燥	去湿	固体	供热气化	热、质同时传递
蒸馏	均相混合物分离	液体	利用各组份沸点及挥发度的不同	热、质同时传递

三 化工中的一些基本规律

(一) 物料衡算

物料衡算的依据是质量守恒定律,它说明了在一个化工过程中进入的物料量和过程中的积累量及输出量的相互关系。这个关系可用下式表达:

进入的物料量 = 输出的物料量 + 系统内的积累量或减少的量
即：

$$\Sigma q_{m\text{入}} = \Sigma q_{m\text{出}} + \Sigma q_{m\text{累}}$$

(二) 能量衡算

能量衡算的基础是能量守恒定律。进行能量衡算时，一是要明确衡算范围，二是要选好衡算的基准，第三还要区分清楚是总能量衡算还是热量衡算或是机械能衡算。

能量衡算一般表达式为：

输入能量 + 反应释放出的能量 = 输出能量 + 积累能量

(三) 平衡关系

平衡关系是指某一过程能够达到的极限，例如连通器中的液面平衡时处于同一平面，换热的极限是冷热流体温度相等，反应的极限是在当时条件下反应达到平衡等。

任何平衡都是动态平衡。平衡条件可以用热力学法则来描述。对于许多化工过程，平衡关系具有实际的意义。过程能否进行，以及能进行到什么程度，都可以用平衡关系推知。同时，它还能及设备尺寸的设计、生产条件的选择和改进提供依据。

(四) 过程速率

$$\text{过程速率} \propto \frac{\text{过程的推动力}}{\text{过程阻力}}$$

过程速率越高，设备生产能力越大，一般地说，可通过提高推动力，减小阻力的方法来加快过程的速率。

四 化工过程的开发

(一) 实验室研究成果与工业生产的差距

由于物料处理量的大小悬殊，实验室实验和化工生产之间的差别很大，实验室研究成果不能全面反映工业生产的实际情况。例如：

1. 实验室装置一般为间歇操作，而生产装置多数为包括若干