



TEACHING MATERIALS FOR COLLEGE STUDENTS

高等学校教材

有机化工

工艺学习题集

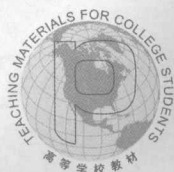
YOU JI HUA GONG GONG YI XUE XI TI JI

主 编 楼艰炯

副主编 封瑞江



中国石油大学出版社



TEACHING MATERIALS FOR COLLEGE STUDENTS

高等学校教材

有机化工工艺学

习题集

主 编 楼艰炯
副主编 封瑞江

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

有机化工工艺学习题集/楼艰炯主编. —东营:中国石
油大学出版社, 2008. 3

ISBN 978-7-5636-2551-2

I. 有… II. 楼… III. 有机化工—工艺学—高等学校—
习题 IV. TQ2-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 029659 号

书 名: 有机化工工艺学习题集
作 者: 楼艰炯 封瑞江

责任编辑: 高 颖(电话 0546—8393394)

封面设计: 九天设计

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: shiyoujiaoyu@126.com

印 刷 者: 青岛星球印刷有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8392791, 8392563)

开 本: 180×235 印张: 10.875 字数: 217 千字

版 次: 2008 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 16.00 元

前 言

本书主要是为化学工程与工艺专业的函授生编写的一本辅助教材,是在“普通高等教育‘十五’国家级规划教材《化学工艺学》(米镇涛主编,化学工业出版社)”的基础上,针对石油院校的特色编写而成的。书中介绍的是有机化工工艺学部分的内容,主要就教材的内容进行总结,对要求掌握的基础内容,每章按填空题、选择题、判断题和简答题的形式进行分类,这样,通过多种不同的题型对同一知识进行反复练习,使学生掌握得比较牢固。根据多年的函授教学经验,本书对于函授的同学而言是比较适合的,同时,对于目前在校的化学工程与工艺专业的本科生而言,通过本习题集的学习,也可以提高学生的自学总结能力,更重要的是能够克服现在应试教育的学生在进入高等院校后上课盲目抄笔记的现象。另外,上课时,教师可以更多地结合现场实际讲解工艺流程,提高学生理论联系实际的能力,让学生在上课时更好地与教师互动,对工艺进行讨论,这样除了能加深学生对工艺的理解外,还能对以后设计新工艺应该从何处着手有初步的认识,对培养学生的综合能力有深远的意义,能够拉近学校与工厂的距离,使学生毕业后能快速适应工作岗位。

本书共分三部分,第一部分为书中的第1~5章,是基本有机原料生产工艺学的内容,介绍了从原料生产三烯(乙烯、丙烯、丁二烯)和三苯(苯、甲苯、二甲苯)以及合成气的过程;第二部分为第6~10章,是有机合成工艺学的内容,介绍了由基本有机原料生产工艺学中生产的原料合成甲醇、苯乙烯、环氧乙烷、丙烯腈、邻苯二甲酸酐、醋酸、丁醇、辛醇和氯乙烯的过程,并结合现代化工的特点,在第10章中介绍了绿色化学化工的初步知识;第三部分为样题,供学生们复习时参考。另外,书后还附有有机化工工艺学课程学习过程中要用到的一些图和表,供大家学习和参考。

本书采用石油院校联合的方法编写,是与辽宁化工大学化学工程与工艺专业的封瑞江教授一起完成的。

由于编写时间比较紧张,有关实际工厂的图例还没有完全成文写入书中,在教学过程中将借助于课堂教学加以讨论。

中国石油大学(华东)化学化工学院化学工程与工艺专业 2004 级学生董祥明、刘飞、赵恒凤、杨贤、张彩君、王亚慧参与了本书的校对工作,在此表示感谢。在本书的编写出版过程中,还得到了中国石油大学出版社的大力支持,在此深表谢意。

限于编者水平和石化领域的迅速发展,书中不当之处敬请读者批评指正。

编者

2007 年 12 月

目 录

| | |
|--------------|----|
| 第 1 章 绪论 | 1 |
| 1.1 填空题 | 1 |
| 1.2 选择题 | 1 |
| 1.3 判断题 | 2 |
| 1.4 简答题 | 3 |
| 参考答案 | 3 |
| 第 2 章 化学工艺基础 | 6 |
| 2.1 填空题 | 6 |
| 2.2 选择题 | 7 |
| 2.3 判断题 | 7 |
| 2.4 简答题 | 8 |
| 参考答案 | 9 |
| 第 3 章 烃类热裂解 | 13 |
| 3.1 填空题 | 13 |
| 3.2 选择题 | 17 |
| 3.3 判断题 | 18 |
| 3.4 简答题 | 19 |
| 参考答案 | 22 |
| 第 4 章 芳烃转化过程 | 29 |
| 4.1 填空题 | 29 |
| 4.2 选择题 | 30 |
| 4.3 判断题 | 31 |
| 4.4 简答题 | 31 |
| 参考答案 | 33 |
| 第 5 章 合成气 | 37 |
| 5.1 填空题 | 37 |
| 5.2 选择题 | 38 |

| | | |
|-------------|-----------------|----|
| 5.3 | 判断题 | 38 |
| 5.4 | 简答题 | 39 |
| | 参考答案 | 40 |
| 第6章 | 加氢与脱氢过程 | 44 |
| 6.1 | 填空题 | 44 |
| 6.2 | 选择题 | 46 |
| 6.3 | 判断题 | 46 |
| 6.4 | 简答题 | 47 |
| | 参考答案 | 49 |
| 第7章 | 烃类选择性氧化 | 54 |
| 7.1 | 填空题 | 54 |
| 7.2 | 选择题 | 56 |
| 7.3 | 判断题 | 57 |
| 7.4 | 简答题 | 57 |
| | 参考答案 | 58 |
| 第8章 | 羰基化过程 | 64 |
| 8.1 | 填空题 | 64 |
| 8.2 | 选择题 | 64 |
| 8.3 | 判断题 | 65 |
| 8.4 | 简答题 | 65 |
| | 参考答案 | 66 |
| 第9章 | 氯化过程 | 68 |
| 9.1 | 填空题 | 68 |
| 9.2 | 选择题 | 68 |
| 9.3 | 判断题 | 69 |
| 9.4 | 简答题 | 69 |
| | 参考答案 | 70 |
| 第10章 | 绿色化学化工概论 | 72 |
| 10.1 | 填空题 | 72 |
| 10.2 | 选择题 | 73 |
| 10.3 | 判断题 | 73 |
| 10.4 | 简答题 | 74 |
| | 参考答案 | 74 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 附 1 裂解反应原理 | 77 |
| 附 1.1 自由基机理 | 77 |
| 附 1.2 举例 | 78 |
| 附 1.2.1 丙烷 | 78 |
| 附 1.2.2 正丁烷(800 °C) | 79 |
| 附 1.2.3 正戊烷(700 °C) | 80 |
| 附 1.2.4 正己烷(1 000 °C) | 82 |
| 附 2 模拟题 | 84 |
| 附 2.1 基本有机原料生产工艺学模拟题 | 84 |
| 附 2.2 有机合成工艺学模拟题 | 97 |
| 参考答案 | 107 |
| 附 3 样卷 | 118 |
| 附 3.1 基本有机原料生产工艺学样卷 | 118 |
| 附 3.2 有机合成工艺学样卷 | 122 |
| 参考答案 | 126 |
| 附 4 典型工艺流程 | 131 |
| 附 5 流程分析题 | 151 |
| 参考文献 | 165 |

第1章 绪论

1.1 填空题

1. 有机化工生产路线的选择与组织原则为:原料_____,技术_____,主产品_____,副产品_____,环保_____,_____和材料有保证,_____消耗低。
2. 有机化工生产过程包括:①_____化工;②_____化工;③_____化工。
3. 化学工艺学所涉及的范畴是相同的,一般包括:原料的选择和_____;生产方法的_____及方法原理;设备(反应器和其他)的_____,结构和操作;_____的选择和使用;_____的影响和选定;流程_____;生产_____;产品规格和副产物的_____与利用;_____的回收和利用;对不同工艺路线和流程的_____评价等问题。
4. 化学工艺与化学工程相配合,可以解决:①化工过程_____;②_____设计;③流程_____;④操作原理及_____等方面的问题;此外,解决化工生产实际中的问题也需要这两门学科的理论指导。
5. 现代化学工业的特点是:原料、生产方法和产品的_____与复杂性;装置规模向_____化、综合化发展,_____也在不断提高;生产是一个多学科合作、生产技术密集的过程;现在的化工装置非常重视_____的合理利用,积极采用节能工艺和方法;化工过程_____密集,投资_____速度快,利润_____;但是,也必须解决现代化工企业易燃、易爆、有毒的首要问题。
6. 面对激烈的市场竞争形势,化学工业的发展方向为:积极开发_____技术,缩短新技术、新工艺工业化的_____,加快产品更新和升级的_____;最充分、最彻底地利用原料,除了发展大型的_____生产企业,使原料、产品和副产品得到综合利用外,还提倡设计和开发_____反应;大力发展绿色化工,包括采用无毒、无害的原料、_____和催化剂,应用反应选择性_____的工艺和催化剂,实现_____排放;化工过程要高效、节能、智能化;实施废弃物_____工程。

1.2 选择题

1. 在化工生产过程中,由原料到化学品的转化要通过()来实现。

- A. 化学工艺 B. 分离方法 C. 新技术 D. 新工艺
2. 有机化工是以煤、石油和天然气为原料生产三烯、三苯、乙炔、萘、合成气的过程。三烯和三苯分别指()。
- A. 乙烯、丙烯和丁烯, 苯、甲苯和二甲苯
 B. 乙烯、丙烯和丁二烯, 苯、甲苯和乙苯
 C. 乙烯、丙烯和丁二烯, 苯、甲苯和二甲苯
 D. 乙烯、丙烯和异丁烯, 苯、甲苯和二甲苯
3. 化学工业主要经历了()三个阶段。
- A. 农副产品、天然气、石油 B. 煤、石油、天然气
 C. 农副产品、煤、石油和天然气 D. 煤、石油和天然气、精细化工
4. 化学工艺与化学工程相配合, 可以解决化工过程开发、装置设计、()、操作原理及方法等方面的问题; 此外, 解决化工生产实际中的问题也需要这两门学科的理论指导。
- A. 工艺计算 B. 物料平衡 C. 能量平衡 D. 流程组织
5. 面对激烈的市场竞争形势, 化学工业的发展方向为: 积极开发高新技术, 缩短新技术、新工艺工业化的周期, 加快产品更新和升级的速度; 最充分、最彻底地利用原料, 除了发展大型的综合性生产企业, 使原料、产品和副产品得到综合利用外, 还提倡设计和开发()反应; 大力发展绿色化工, 包括采用无毒、无害的原料、溶剂和催化剂, 应用反应选择性高的工艺和催化剂, 实现零排放; 化工过程要高效、节能、智能化; 实施废弃物再生利用工程。
- A. 原子经济性 B. 低能耗 C. 高选择性 D. 无催化剂

1.3 判断题

1. 19 世纪初叶建成了第一个典型的化工厂。()
2. 由于化学药物的快速发展, 人的平均寿命已经从 1900 年的 47 岁提升到目前的 80 岁。()
3. 现代化学工业具有很多特点, 主要可以归纳成六个特点。()
4. 有机化工基础原料及其产品的用途很广, 归结起来主要有四个方面。()
5. 以乙烯为原料生产的最主要的化工产品是聚乙烯, 其所占有的分配用途比例为 40%~50%。()

1.4 简答题

1. 化学工艺学所涉及的范畴是相同的,它包括哪些内容?
2. 化学工艺与化学工程两门学科相配合,在生产实际中可以解决哪些问题?
3. 化工是以石油和天然气为原料生产三烯、三苯、乙炔、萘、合成气的过程,其中的三烯和三苯分别指什么?
4. 化学工业的发展历史主要经历了哪些阶段?
5. 现代化学工业有何特点?
6. 随着人们物质、文化、生活的需要,化学工业发展迅速,目前朝哪些方向发展?

● 参 考 答 案 ●

1.1 填空题

1. 价廉易得,先进可靠,合格,综合利用,切实可行,特殊设备,动力和原材料;
2. 基本有机,有机,高分子;
3. 预处理,选择,选择,催化剂,操作条件,组织,控制,分离,能量,技术经济;
4. 开发,装置,组织,方法;
5. 多样性,大型,精细化率,能量,资金,回收,高;
6. 高新,周期,速度,综合性,原子经济性,溶剂,高,零,再生利用。

1.2 选择题

1. A 2. C 3. C 4. D 5. A

1.3 判断题

1. ×, 19 改成 18;
2. ×, 80 改成 75(73);
3. √;
4. ×, 四改成三;
5. √。

1.4 简答题

1. 答: 化学工艺学所涉及的范畴一般包括:

- ① 原料的选择和预处理;
- ② 生产方法的选择及方法原理;
- ③ 设备(反应器和其他)的选择、结构和操作;
- ④ 催化剂的选择和使用;
- ⑤ 操作条件的影响和选定;
- ⑥ 流程的组织;
- ⑦ 生产的控制;
- ⑧ 产品规格和副产物的分离与利用;
- ⑨ 能量的回收和利用;
- ⑩ 对不同工艺路线和流程的技术经济评价等问题。

2. 答: 化学工艺与化学工程两门学科相配合, 在生产实际中可以解决:

- ① 化工过程的开发;
- ② 装置的设计;
- ③ 流程的组织;
- ④ 操作原理及方法等方面的问题;

3. 答: 三烯指乙烯、丙烯和丁二烯;

三苯指苯、甲苯和二甲苯。

4. 答: 化学工业的发展历史主要经历了三个阶段, 它们是:

- ① 农副产品化工;
- ② 煤化工;
- ③ 石油和天然气化工。

5. 答: 现代化学工业的特点有以下六点, 它们是:

- ① 原料、生产方法和产品的多样性与复杂性;
- ② 装置规模向大型化、综合化发展, 精细化率也在不断提高;
- ③ 生产是一个多学科合作、生产技术密集的过程;
- ④ 现在的化工装置非常重视能量的合理利用, 积极采用节能工艺和方法;
- ⑤ 化工过程资金密集, 投资回收速度快, 利润高;
- ⑥ 现代化工企业存在着易燃、易爆、有毒的首要问题。

6. 答: 化学工业的发展方向为:

- ① 积极开发高新技术, 缩短新技术、新工艺工业化的周期, 加快产品更新和升级的速度;

② 最充分、最彻底地利用原料,除了发展大型的综合性生产企业,使原料、产品和副产品得到综合利用外,还提倡设计和开发原子经济性反应;

③ 大力发展绿色化工,包括采用无毒、无害的原料、溶剂和催化剂,应用反应选择性高的工艺和催化剂,实现零排放;

④ 化工过程要高效、节能和智能化;

⑤ 实施废弃物再生利用工程。

第2章 化学工艺基础

2.1 填空题

1. 天然气的热值高、污染少,是一种_____能源,在能源结构中的比例逐年_____,同时它也是石油化工的重要原料资源。天然气的一大用途是制造氨和氮肥,尿素已是当今世界上产量最大的化工产品之一。另外,天然气经_____路线的催化转化制燃料和化工产品,也就是由天然气制造合成气(_____),再由其合成甲醇,开创了廉价制取甲醇的生产路线。以甲醇为基本原料,可合成_____、柴油等液体燃料和_____、甲醛、甲基叔丁基醚等一系列化工产品。由合成气经改良费托合成制汽油、煤油、柴油,已建有一定规模的工厂,而由合成气直接催化转化为低碳烯烃、乙二醇等的工艺尚处在研究开发中。

2. 工艺流程可运用推论分析、功能分析、形态分析等方法论来进行流程的设计和分析。推论分析法是从“_____”出发,寻找实现此“_____”的“前提”,将具有不同功能的单元进行逻辑组合,形成一个具有整体功能的系统,形象地可以用“_____”模型表示,其中最里层是_____,最外层是_____工程。

3. 生产能力系指一个_____,一套装置或一个_____在单位时间内生产的产品量,或在单位时间内处理的_____量。

4. 计算转化率时,反应物起始量的确定很重要。对于间歇过程,以反应开始时装入_____的某反应物料量为起始量;对于连续过程,一般以反应器_____物料中某反应物的量为起始量。但对于采用循环式流程的过程来说,则有_____转化率和全程转化率(总转化率)之分。

5. 国际上规定的标准状态压力 p^\ominus 过去曾定为 101.325 kPa,现在为_____ kPa,这样,它们对应的标准平衡常数数值略有区别,引用时千万要注意。

6. 停留时间通常是指物料从进入设备到离开设备所需要的时间,对有催化剂存在的体系,它通常是指物料与催化剂的_____时间。一般停留时间越长,原料_____越高,产物的_____越低,反之亦然。

7. 催化剂具有以下三个基本特征:① 催化剂_____了化学反应,但反应终了时,催化剂本身未发生化学性质和_____的变化;② 催化剂只能_____达到化学平衡的时间,但不能改变平衡;③ 催化剂具有明显的_____。另外,催化剂还有助于

开发新的反应过程,发展新的化工技术。借助催化剂可以从自然资源出发生产出数量更多、质量更好的_____能源。

8. 工业催化剂的使用性能指标为:_____、选择性、寿命和其他指标如廉价易得、无毒、易分离等。寿命包含:①_____稳定性;②_____稳定性;③机械稳定性;④耐_____性四部分。

9. 工业生产实际过程中进行的物料和热量平衡所选择的衡算系统可以是一个总厂,一个_____或车间,一套装置,一个设备,甚至一个_____等。

10. 18世纪以前,化工生产均为作坊式手工工艺,_____世纪初叶建成了第一个典型的化工厂。

2.2 选择题

1. 目前,有机化工、高分子化工、精细化工及氮肥工业等的产品大约有()来源于石油和天然气。

- A. 90% B. 70% C. 80% D. 85%

2. 石油是一种有气味的棕黑色或黄褐色黏稠状液体,密度与组成有关,相对密度大约为()。

- A. 大于1.0 B. 小于0.75
C. 0.75~1.0 D. 一个都不对

3. 可利用的生物质有三类,即含淀粉的物质、含纤维素的物质、含非食用油类的物质。农副产品废渣的水解是工业生产()的唯一路线。

- A. 乙烯 B. 糠醛 C. 乙醇 D. 甲醛

4. 化工生产过程一般可概括为原料()、化学反应和产品分离及精制这些步骤。

- A. 预处理 B. 选择
C. 价廉易得 D. 安全性能好

5. 工艺流程可运用推论分析、功能分析、形态分析等方法论来进行流程的设计。推论分析法是从“目标”出发,寻找实现此“目标”的“前提”,将具有不同功能的单元进行逻辑组合,形成一个具有整体功能的系统,形象地可以用“洋葱”模型表示,最里层是反应器,最外层是()工程。

- A. 分离系统 B. 换热网络
C. 公用 D. 产品精制系统

2.3 判断题

1. 生产能力系指一个设备,一套装置或一个工厂在单位时间内生产的产品量,或

在单位时间内处理的原料量。

2. 设备或装置在最佳条件下可以达到的最小生产能力,称为设计能力。()

3. 关键反应物指的是反应物中价值最高的组分,为使其尽可能地转化,常使其他反应组分过量。对于不可逆反应,关键组分的转化率最大为 90%;对于可逆反应,关键组分的转化率最大为其平衡转化率。()

4. 反应温度和压力、反应物浓度、反应时间、原料的纯度和配比等众多条件是影响反应平衡和速率的重要因素,关系到生产过程的效率。()

5. 在实际过程中进行物料衡算时应该按一定步骤进行,才能给出清晰的计算过程和正确的结果。通常遵循:第一步,绘出流程的方框图,以便选定衡算系统;第二步,写出化学反应方程式并配平;第三步,选定衡算基准;第四步,收集或计算必要的各种数据,要注意数据的适用范围和条件;第五步,设未知数,列方程组,联立求解;第六步,计算和核对。()

2.4 简答题

1. 链式饱和烃有正构烷烃和异构烷烃之分,在石油中含量最多,两者约占 50%~70%(质量分数),仅有极少数油田所产石油中的链式饱和烃低于 10%~15%。请指明石油馏分中气态、液态和固态划分的 C 原子个数各为多少?

2. 石油中除链式饱和烃和环烷烃外,还含有碳、氢及其他杂原子有机化合物,如硫醇(RSH)、硫醚(RSR)、二硫化物(RSSR)、噻吩(C_4H_4S , 硫杂环化合物)及其衍生物等,它们都存在于什么馏分中?

3. 天然气的热值高、污染少,是一种清洁能源,在能源结构中的比例逐年提高,同时也是石油化工的重要原料资源。天然气的一大用途已是制造氨和氮肥,尿素是当今世界上产量最大的化工产品之一。除此之外,天然气还有哪些用途?

4. 煤气化(coal gasification)是指在高温($900\sim 1300\text{ }^\circ\text{C}$)下使煤、焦炭或半焦等固体燃料与气化剂反应,转化成主要含有氢、一氧化碳等气体的过程。生成的气体组成随固体燃料性质、气化剂种类、气化方法、气化条件的不同而有差别。常用的气化剂有哪些?

5. 煤的液化分直接和间接两种方法,近年来还开发了甲醇转化为高辛烷值汽油的技术,促进了煤间接液化的进展。请描述煤间接液化的过程。

6. 农副产品废渣的水解是工业生产糠醛的唯一路线。目前可利用的生物质有哪三类?
7. 化工生产过程一般包括哪三步?
8. 工艺流程图中包括哪些内容?
9. 设计和分析工艺流程通常用的方法有哪三种?用得最多的是哪种?
10. 工厂实际生产过程中经常提到的生产能力的含义是什么?
11. 在工厂实际生产中,影响反应平衡和速率,关系到生产过程效率的重要因素有哪些?
12. 近年来,一些使反应与分离一体化,产物一旦生成,立刻被移出反应区,因而反应始终是远离平衡的新技术、新过程有哪些?
13. 工业使用的催化剂有哪三个共同的基本特征?
14. 工业使用的催化剂有哪些性能指标?
15. 物料衡算和热量衡算是化学工艺的基础之一,通过物料、热量衡算,可以计算生产过程的原料消耗指标、热负荷和产品产率等,为设计和选择反应器和其他设备的尺寸、类型及台数提供定量依据;可以核查生产过程中各物料量及有关数据是否正常,是否泄漏,热量回收、利用水平和热损失的大小,从而查出生产上的薄弱环节和限制部位,为改善操作和进行系统的最优化提供依据。衡算系统应怎么选择?
16. 我们在对系统进行物料衡算时,必须按一定的步骤进行,才能给出清晰的计算过程和正确的结果。通常衡算遵循的步骤有哪七步?

● 参 考 答 案 ●

2.1 填空题

1. 清洁,提高,合成气, $\text{CO} + \text{H}_2$,汽油,醋酸;
2. 目标,目标,洋葱,反应器,公用;
3. 设备,工厂,原料;
4. 反应器,进口,单程;
5. 100;
6. 接触,转化率,选择性;
7. 参与,数量,缩短,选择性,二次;