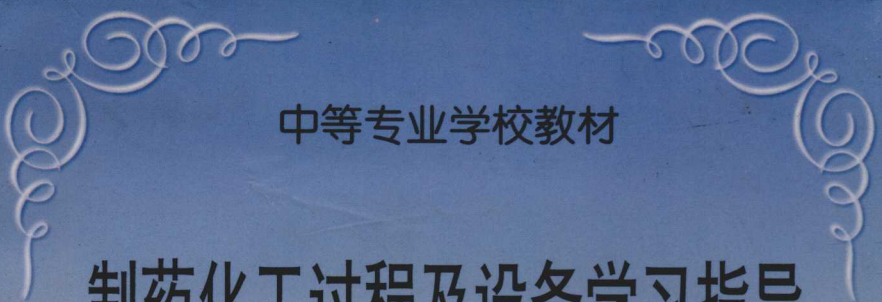
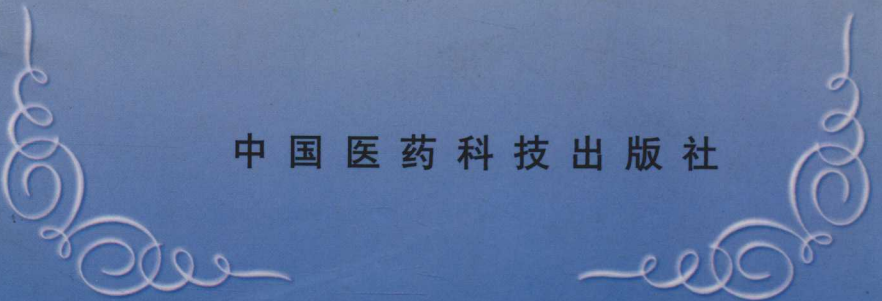




中等专业学校教材

制药化工过程及设备学习指导

主编 俞子行 石少均



中国医药科技出版社

中等专业学校教材

制药化工过程及设备 学习指导

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是《制药化工过程及设备》(第二版)一书(以下简称“原书”)的学习指导书,按照原书的结构及教学重点、各章的难点编写了必要的例题及自测题;对于几个重点制药化工过程试编了大型作业题供教学使用;此外,对本课程急待开展的实验教学,试编了5个实验的指导书。本书还附有原书习题参考答案。

本书仍由《制药化工过程及设备》编写组主编,部分兄弟学校教师参编。供广大师生在学习中与原书配套使用。

图书在版编目(CIP)数据

制药化工过程及设备学习指导/俞子行等编写.

—北京:中国医药科技出版社,1998.7

中等专业学校教材

ISBN 7-5067-1793-X

I. 制… II. 俞… III. ①药物-制造-化工过程-专业学校-学习参考资料②药物-制造-化工设备-专业学校-学习参考资料 IV. TQ460.2-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 13208 号

中国医药科技出版社 出版
(北京海淀区文慧园北路甲 22 号)
(邮政编码 100088)

本社 激 光 照 排 室 排版
河北省香河县印刷厂 印刷
全国各地新华书店 经销

*

开本 $787 \times 1092 \text{mm}^{1/32}$ 印张 $4^{3/4}$

字数 90 千字 印数 1—5000

1998 年 7 月第 1 版 1998 年 7 月第 1 次印刷

定价: 5.50 元

主编 俞子行 石少均

编者 阮建民 蔡功勤

俞子行 甘友清

孙亚明 丁新爱

李淑清 蔡荣祥

董 漪 熊建富

刘文娟 石少均

韩恩远

前 言

《制药化工过程及设备》是为医药普通中专学校首次编写使用的化工原理教材，自 1991 年 12 月发行后总觉得还有许多工作要作。在教学中如何从较多的内容中突出学科的基本内容、方法和概念，适应于中专培养目标和教学规律，把握住教学内容的深度和广度，都需要进一步认真研究；此外，针对本学科实践性强的特点，如何进行课程的教学改革，开发学生智力和改进思维方法，强化实践应用，也摆到议事日程上来。

1993 年 4 月在《制药化工过程及设备》师资培训班上，大家一致建议编写该书的教学指导书。几年来，经过原书编写组和各校部分教师的共同努力，完成了这一工作。1997 年，又根据即将出版的二版教材对本书进行了修订。本书包括以下几方面内容：①为突出“三基”所需要补充的例题；②围绕课程基本要求的自测题；③重点章节的大型作业题；④5 个实验的指导书；⑤原书习题的参考答案。编写过程中我们强调基本内容和重点，加强实践应用，在篇幅上力求精炼（平均每章 5000 字），以有助于教学而不致增加学生的负担，同时，还注意了本书的结构、公式、符号等与原书尽量一致。

实验课是本课程教学的重要环节，考虑到当前的现状，我们先编写了 5 个实验的指导书。实验课的开出首先是实验装备的建设，但在医药中专尚无较为统一的实验装备之前，只能将实验指导书编写得比较原则一些，作为一个开始。

本书的编写得到国家医药管理局科技教育司、中国医药科技出版社和各兄弟学校的大力支持，在此一并致谢。

《制药化工过程及设备》编写组

1998.2

目 录

第一章 流体的流动	(1)
一、例题	(1)
二、原书习题参考答案	(4)
三、自测题 A 组	(5)
四、自测题 B 组	(7)
五、大型作业题	(9)
第二章 液体的输送	(10)
一、例题	(10)
二、原书习题参考答案	(14)
三、自测题	(14)
第三章 气体的压缩与输送	(17)
一、例题	(17)
二、原书习题参考答案	(20)
三、自测题	(21)
第四章 非均一系的分离	(23)
一、例题	(23)
二、原书习题参考答案	(25)
三、自测题	(25)
第五章 传热基本原理、间壁式换热器	(29)
一、例题	(29)
二、原书习题参考答案	(33)
三、自测题 A 组	(33)

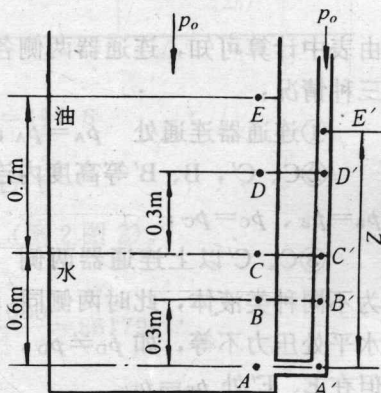
四、自测题 B 组	(3 6)
五、大型作业题	(3 8)
第六章 加热、冷却与冷凝	(4 0)
自测题	(4 0)
第七章 蒸发	(4 3)
一、例题	(4 3)
二、原书习题参考答案	(4 5)
三、自测题	(4 5)
第八章 结晶	(5 0)
一、例题	(5 0)
二、原书习题参考答案	(5 0)
三、自测题 A 组	(5 0)
四、自测题 B 组	(5 3)
第九章 蒸馏与精馏	(5 6)
一、例题	(5 6)
二、原书习题参考答案	(5 8)
三、自测题 A 组	(5 8)
四、自测题 B 组	(6 2)
五、大型作业题	(6 7)
第十章 吸收	(6 8)
一、例题	(6 8)
二、原书习题参考答案	(7 0)
三、自测题 A 组	(7 0)
四、自测题 B 组	(7 2)
第十一章 萃取	(7 6)
I. 液液萃取	(7 6)
一、例题	(7 6)

二、原书习题参考答案	(7 9)
三、自测题 A 组	(8 0)
四、自测题 B 组	(8 2)
I. 固液萃取	(8 5)
一、例题	(8 5)
二、原书习题参考答案	(8 6)
三、自测题	(8 6)
第十二章 干燥	(8 9)
一、例题	(8 9)
二、原书习题参考答案	(8 9)
三、自测题 A 组	(9 0)
四、自测题 B 组	(9 2)
第十三章 离子交换和膜分离	(9 5)
自测题	(9 5)
第十四章 空调和冷冻	(9 8)
一、例题	(9 8)
二、原书习题参考答案	(100)
三、自测题 (空调)	(100)
四、自测题 (冷冻)	(102)
实验一 流体流动阻力的测定	(105)
实验二 离心泵特性曲线的测定	(110)
实验三 传热系数和对流传热系数的测定	(114)
实验四 精馏塔理论板数和板效率的测定	(119)
实验五 干燥速率曲线的测定	(123)

第一章 流体的流动

一、例题

例 1 如图示，敞口容器中有互相不溶的油和水，油层高 0.7m、 $\rho_{\text{油}} = 800\text{kg/m}^3$ ；水层连通管中心处高 0.6m、 $\rho_{\text{水}} = 1000\text{kg/m}^3$ 。试计算点 A-A'、B-B'、C-C'、D-D'、E-E' 处的压力，并总结出连通器两侧压力随 Z 变化的规律及相互关系。



例 1 图

解 各点表压力数值的计算如下表：

点	左	右
A、A'	$800 \times 9.8 \times 0.7 + 1000 \times 9.8 \times 0.6$ $= 11.37\text{kPa}$ 连通器连通处 $p_A = p_{A'}$	$1000 \times 9.8 \times Z$ 解得 $Z = 1.16\text{m}$
B、B'	$800 \times 9.8 \times 0.7 + 1000 \times 9.8 \times 0.3$ $= 8.43\text{kPa}$	$1000 \times 9.8 \times (1.16 - 0.3) =$ 8.43kPa

续表

点	左	右
C、C'	$800 \times 9.8 \times 0.7 = 5.49 \text{ kPa}$	$1000 \times 9.8 \times (1.16 - 0.6) = 5.49 \text{ kPa}$
D、D'	$800 \times 9.8 \times 0.4 = 3.14 \text{ kPa}$	$1000 \times 9.8 \times (1.16 - 0.9) = 2.55 \text{ kPa}$
E、E'	0 kPa	0 kPa

由表中计算可知，连通器两侧各同一水平处的压力值变化有三种情况：

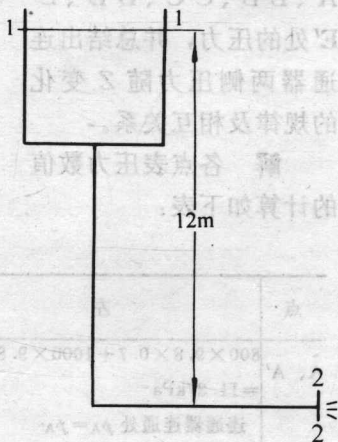
① 连通器连通处 $p_A = p_{A'}$ ；

② C、C'，B、B'等高度内连通器两侧为同一种液体，有 $p_B = p_{B'}$ 、 $p_C = p_{C'}$ ；

③ C、C'以上连通器两侧为不同种类液体，此时两侧同水平处压力不等，如 $p_D \neq p_{D'}$ ，但在E、E'处 $p_E = p_{E'}$ 。

例 2 从水塔引水至车间采用 $\varnothing 114 \times 4$ 的钢管，其 $l + \Sigma l_e = 150 \text{ m}$ ，塔内液位维持稳定，水温为 12°C ，求管路的流量 V_h 。

解 如图，对 1-1、2-2 面列柏努利方程，如表：



例 2 图 1

单位 J/kg

	1-1	2-2
p (表压) / ρ	0	0
$u^2/2$	0	$\frac{u^2}{2}$
gZ	$9.8 \times 12 = 117.6$	0
Σh_f		Σh_f

$$\text{得 } \frac{u^2}{2} + \lambda \cdot \frac{l + \Sigma l_e}{d} \cdot \frac{u^2}{2} = 117.6$$

$$\text{即 } \left(\lambda \cdot \frac{150}{0.106} + 1 \right) \frac{u^2}{2} = 117.6$$

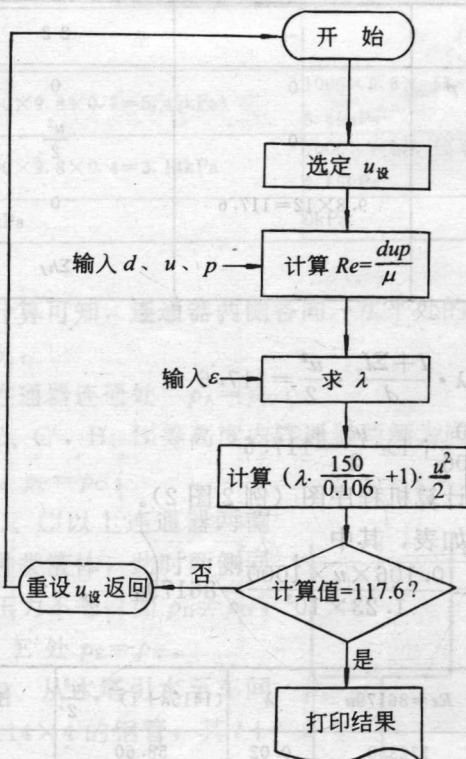
给出试差法的计算机程序图 (例 2 图 2)。

具体计算过程如表, 其中

$$Re = \frac{du\rho}{\mu} = \frac{0.106 \times u \times 1000}{1.23 \times 10^{-3}} = 86179u$$

$u_{\text{设}}$ (m/s)	$Re = 86179u$	λ	$(1415\lambda + 1) \cdot \frac{u^2}{2}$	注
2	172358	0.02	58.60	基本符合
3	258537	0.019	125.48	
2.8	241301	0.019	109.31	
2.9	249919	0.019	117.13	
2.91	250781	0.019	117.93	

$$\therefore V_h = 3600 \times \frac{\pi}{4} \times 0.106^2 \times 2.9 = 92.13 \text{ m}^3/\text{h}$$



例 2 图 2

二、原书习题参考答案

1-1. 894.1 kg/m^3 ; 1-2. 871.8 kg/m^3 ; 1-3. 1.28 kg/m^3 ; 1-6. 6.03 m ; 1-7. $1.123 \times 10^5 \text{ Pa}$; 1-8. 6.74 m ; 1-9. 2.09 m ; 1-10. 平均流速 0.69 m/s 、 1.28 m/s , $w_s = 4.58 \text{ kg/s}$, 质量通量 G_s 为 $1262 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s)}$ 、 $2337 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s)}$; 1-11. 20 m/s , 26.95

kg/(m²·s); 1-12. 1962.5; 1-13. 7983; 1-14. 297.44J/kg;
1-15. 41.5J/kg; 1-16. 0.577kg/s; 1-17. 11193; 1-18. 1.92 倍;
1-19. 选取 $\varnothing 57 \times 2.5$ ($p_g = 16 \text{ kgf/cm}^2$); 1-20. 284.6kW

三、自测题 A 组

1. 填空

(1) 压力表上的读数往往指_____或_____, 它们的含意是_____。

(2) 连续性方程的依据是_____, 条件是_____。

(3) 柏努利方程以_____为计算基准, 式中静压能=_____, 单位是_____, 静压能的含意是当流体在水平管内流动时, 将管子顶部开口后_____。

(4) 流体流动阻力的大小与流体的_____成正比, 因此 $h_f = \underline{\hspace{2cm}}$ 或 _____。

(5) 流体的流动类型分为_____, _____和_____, 它们的相应 Re 取值分别为_____, _____和_____。

(6) 影响管路内径大小的因素是_____和_____, 应当取_____处的管径为最合适, 因为这样做_____。

2. 选择

(1) 对于某种已知气体, 其密度值的大小随_____而变化。

A. 温度; B. 温度、压力;
C. 温度、压力、气体分子量。

(2) 一管路系统由内径 D_1 、 D_2 两种规格的管子串联组成, 该系统中两种内径处数值发生变化的物理量是_____。

A. 体积流量; B. 质量流量; C. 质量通量。

(3) 流体的各种机械能的数值具有相对性的是_____。

A. 动能; B. 位能; C. 静压能。

(4) 下列各式中可以称为动压头的是_____。

- A. $\frac{u^2}{2}$; B. $\frac{u^2}{2g}$; C. $\rho \frac{u^2}{2}$ 。

(5) 一学生计算一道求 Re 的习题, 采用了不同的单位制运算, 那么他的计算结果应当是_____。

- A. 计算数值随单位制不同而不同;
B. 计算数值不随单位制的变化而变化, 为定值;
C. 计算数值有时相同, 有时不同。

(6) 某液体流过一圆形直管且为湍流, 管中心轴线处的速度是管截面平均流速的_____。

- A. 1.25 倍; B. 2 倍; C. 1 倍。

(7) 管内径 d 对流动阻力 h_f 的影响是_____。

- A. $h_f \propto d^{-1}$; B. $h_f \propto d^{-5}$;

C. d 愈小 h_f 愈大, 但在不同的 Re 范围内 $d-h_f$ 函数关系不一样。

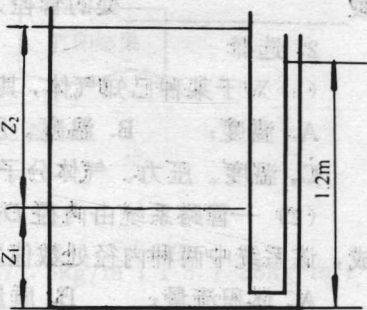
(8) 已知轻度腐蚀的无缝钢管 $\epsilon=0.2\sim0.3$, 有一钢管内输送 1% 的 NaCl 溶液, 开始为新的钢管, 当操作一段时间后管内腐蚀情况相对稳定,

在计算 h_f 时 ϵ 应取_____。

- A. 0.2; B. 0.3;
C. 0.2~0.3 的范围内倾向于接近上限。

3. 一敞口沉降池如图, 用于沉降油中之水, 液面计读数 $h=1.2\text{m}$,

$\rho_{\text{油}} = 833\text{kg/m}^3$, $\rho_{\text{水}} =$



自测题 A 组题 3 图

1000kg/m^3 ，沉淀池中油水体积比为 $6:1$ ，试求池内油、水层的实际高度 Z_1 、 Z_2 。

四、自测题 B 组

1. 填空

(1) 真空表上读数为 99.97kPa ，则绝对压强为 _____ kPa ，相当于绝对压强 _____ mmHg 。

(2) 柏努利方程的依据是 _____，它表示 _____。

(3) 利用压缩空气将液体自低位计量槽压送至液位差为 3m 的高位槽，液体在高位槽液面具有的机械能是 _____，它是由低位计量槽液体的 _____ 转换而来，转换的值是 _____ (数值、单位)。

(4) $Re =$ _____ 称作 _____，它的单位是 _____，它表征 _____。

(5) 当量长度法计算流动阻力的基础是 _____，即将局部阻力折合成流体通过相同直径而长度为 _____ 米的 _____ 所产生的阻力。

(6) 流体在管中流动常用流速范围表中给出的流速范围是一类 _____ 数据，在此范围内的取值一般讲是接近于 _____ 的。

2. 选择

(1) 用密度为 1840kg/m^3 的浓 H_2SO_4 作为 U 形管差压计的工作液，当 U 形管两侧压差为 $0.0562\text{mH}_2\text{SO}_4$ 柱时，相当于 _____。

A. 1.013kPa ; B. 76mmHg ; C. 0.001atm 。

(2) 一等内径水平管内有流体连续稳定流过，且有流动阻力存在，沿管轴不同位置取 I-I、II-II、III-III 三个不同

的截面，则_____。

- A. 各截面处动能相等；
- B. 各截面处静压能相等；
- C. 各截面处静压能、动能均发生变化。

(3) 利用柏努利方程解题时，方程两边的压力取值应为_____。

- A. 必须都用绝对压力；
- B. 必须都用表压力；
- C. 用表压力、绝对压力均可，但必须方程两边一致。

(4) 通常一连通器的两边若与大气相通，则平衡时两边液面必在同一水平面上；若要平衡时左边的液面高于右边，则两边液面的压力必有_____。

- A. $p_{\text{左}} > p_{\text{右}}$ ；
- B. $p_{\text{左}} = p_{\text{右}}$ ；
- C. $p_{\text{左}} < p_{\text{右}}$ 。

(5) 粘度的 SI 制单位是_____。

- A. 厘泊；
- B. $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ；
- C. 厘沲。

(6) 下列概念正确的是_____。

- A. 过渡流是介于滞流与湍流之间的第三种流动类型；
- B. 过渡流是一种流动类型不能确定的流动，任一时刻可能是滞流也可能是湍流；
- C. 当 Re 稍大于 2100 时，过渡流可确定为滞流，否则都是湍流。

(7) 在 $\lambda-Re-\epsilon/d$ 图上， λ 几乎与 Re 无关的区域是_____。

- A. 滞流区；
- B. 湍流区；
- C. 完全湍流区。

(8) 测速管（皮托管）测量流体的流速，其连接 U 形管差压计的两个开孔的位置_____。

- A. 在同一截面上；
- B. 在不同截面上；
- C. 可以在也可以不在同一截面上。