四川轻化工大学课程实施大纲

|  |
| --- |
| **课程名称：化工原理B** |
| **授课班级：过控 20221~20224班、过控2022卓越** |
| **任课教师：翁贤芬** |
| **工作部门：化工学院** |
| **联系方式：13550751745** |

**四川轻化工大学 制**

**2024年8月**

**《化工原理B》课程实施大纲**

**基本信息**

|  |
| --- |
| 课程代码：16331002  课程名称：化工原理B  学 分： 5  总 学 时：80  学 期：25-26-1  上课时间：周1第1~2节，3~4节，11~12节；周2第1~2节，3~4节，7~8节；周4第1~2节，3~4节，11~12节  上课地点：LA5-336，LA4-405  答疑时间和方式：课前、课间或考前集中答疑；课前、课间答疑，电话答疑，邮件答疑与QQ群答疑  答疑地点：授课教室  授课班级：过控 2023级1~2班、过控2023级3~4班、过控2023级卓越班  任课教师：翁贤芬  学 院：化学工程  邮 箱：376336929@qq.com  联系电话：135507517445（62129） |

**目 录**

[1．教学理念 1](#_Toc175755522)

[2．课程描述 2](#_Toc175755523)

[2.1 课程的性质 2](#_Toc175755524)

[2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用 2](#_Toc175755525)

[2.3课程的历史与文化传统 2](#_Toc175755526)

[2.4课程的前沿及发展趋势 2](#_Toc175755527)

[2.5课程与经济社会发展的关系 3](#_Toc175755528)

[2.6课程内容可能涉及到的伦理与道德问题 3](#_Toc175755529)

[2.7 学习本课程的必要性 3](#_Toc175755530)

[3．教师简介 4](#_Toc175755531)

[3.1 教师的职称、学历 4](#_Toc175755532)

[3.2 教育背景 4](#_Toc175755533)

[3.3 研究方向（兴趣） 4](#_Toc175755534)

[4．先修课程 5](#_Toc175755535)

[5．课程目标 6](#_Toc175755536)

[6．课程内容 7](#_Toc175755537)

[6.1课程的内容概要 7](#_Toc175755538)

[6.2教学重点、难点 10](#_Toc175755539)

[6.3学时安排 11](#_Toc175755540)

[7．课程教学实施 12](#_Toc175755541)

[7.1教学单元一 12](#_Toc175755542)

[7.1.1 教学日期 12](#_Toc175755543)

[7.1.2 教学目标 12](#_Toc175755544)

[7.1.3 教学内容 12](#_Toc175755545)

[7.1.4 教学过程 12](#_Toc175755546)

[7.1.5 教学方法 13](#_Toc175755547)

[7.1.6 作业安排及课后反思 13](#_Toc175755548)

[7.1.7教学单元的参考资料 13](#_Toc175755549)

[7.2教学单元二 14](#_Toc175755550)

[7.2.1 教学日期 14](#_Toc175755551)

[7.2.2教学目标 14](#_Toc175755552)

[7.2.3教学内容 14](#_Toc175755553)

[7.2.4 教学过程 14](#_Toc175755554)

[7.2.5 教学方法 15](#_Toc175755555)

[7.2.6作业安排及课后反思 15](#_Toc175755556)

[7.2.7教学单元的参考资料 15](#_Toc175755557)

[7.3教学单元三 16](#_Toc175755558)

[7.3.1 教学日期 16](#_Toc175755559)

[7.3.2教学目标 16](#_Toc175755560)

[7.3.3教学内容 16](#_Toc175755561)

[7.3.4 教学过程 16](#_Toc175755562)

[7.3.5 教学方法 17](#_Toc175755563)

[7.3.6作业安排及课后反思 17](#_Toc175755564)

[7.3.7教学单元的参考资料 17](#_Toc175755565)

[7.4教学单元四 18](#_Toc175755566)

[7.4.1 教学日期 18](#_Toc175755567)

[7.4.2教学目标 18](#_Toc175755568)

[7.4.3教学内容 18](#_Toc175755569)

[7.4.4 教学过程 18](#_Toc175755570)

[7.4.5 教学方法 18](#_Toc175755571)

[7.4.6作业安排及课后反思 18](#_Toc175755572)

[7.4.7参考资料 18](#_Toc175755573)

[7.5教学单元五 19](#_Toc175755574)

[7.5.1 教学日期 19](#_Toc175755575)

[7.5.2教学目标 19](#_Toc175755576)

[7.5.3教学内容 19](#_Toc175755577)

[7.5.4教学过程 19](#_Toc175755578)

[7.5.5 教学方法 19](#_Toc175755579)

[7.5.6作业安排及课后反思 19](#_Toc175755580)

[7.5.7参考资料 19](#_Toc175755581)

[7.6教学单元六 20](#_Toc175755582)

[7.6.1 教学日期 20](#_Toc175755583)

[7.6.2教学目标 20](#_Toc175755584)

[7.6.3教学内容 20](#_Toc175755585)

[7.6.4教学过程 20](#_Toc175755586)

[7.6.5 教学方法 21](#_Toc175755587)

[7.6.6 作业安排及课后反思 21](#_Toc175755588)

[7.6.7教学单元的参考资料 21](#_Toc175755589)

[7.7教学单元七 22](#_Toc175755590)

[7.7.1 教学日期 22](#_Toc175755591)

[7.7.2教学目标 22](#_Toc175755592)

[7.7.3教学内容 22](#_Toc175755593)

[7.7.4教学过程 22](#_Toc175755594)

[7.7.5 教学方法 23](#_Toc175755595)

[7.7.6 作业安排及课后反思 23](#_Toc175755596)

[7.7.7教学单元的参考资料 23](#_Toc175755597)

[7.8教学单元八 24](#_Toc175755598)

[7.8.1 教学日期 24](#_Toc175755599)

[7.8.2教学目标 24](#_Toc175755600)

[7.8.3教学内容 24](#_Toc175755601)

[7.8.4教学过程 24](#_Toc175755602)

[7.8.5 教学方法 25](#_Toc175755603)

[7.8.6作业安排及课后反思 25](#_Toc175755604)

[7.8.7教学单元的参考资料 25](#_Toc175755605)

[7.9教学单元九 26](#_Toc175755606)

[7.9.1 教学日期 26](#_Toc175755607)

[7.9.2教学目标 26](#_Toc175755608)

[7.9.3教学内容 26](#_Toc175755609)

[7.9.4教学过程 26](#_Toc175755610)

[7.9.5 教学方法 26](#_Toc175755611)

[7.9.6作业安排及课后反思 27](#_Toc175755612)

[7.9.7教学单元的参考资料 27](#_Toc175755613)

[7.10教学单元十 28](#_Toc175755614)

[7.10.1 教学日期 28](#_Toc175755615)

[7.10.2教学目标 28](#_Toc175755616)

[7.10.3教学内容 28](#_Toc175755617)

[7.10.4教学过程 28](#_Toc175755618)

[7.10.5 教学方法 28](#_Toc175755619)

[7.10.6作业安排及课后反思 28](#_Toc175755620)

[7.10.7教学单元的参考资料 29](#_Toc175755621)

[7.11教学单元十一 30](#_Toc175755622)

[7.11.1 教学日期 30](#_Toc175755623)

[7.11.2教学目标 30](#_Toc175755624)

[7.11.3教学内容 30](#_Toc175755625)

[7.11.3教学过程 30](#_Toc175755626)

[7.11.5 教学方法 30](#_Toc175755627)

[7.11.6作业安排及课后反思 31](#_Toc175755628)

[7.11.6教学单元的参考资料 31](#_Toc175755629)

[7.12教学单元十二 32](#_Toc175755630)

[7.12.1 教学日期 32](#_Toc175755631)

[7.12.2教学目标 32](#_Toc175755632)

[7.12.3教学内容 32](#_Toc175755633)

[7.12.4教学过程 32](#_Toc175755634)

[7.13教学单元十三 33](#_Toc175755635)

[7.13.1 教学日期 33](#_Toc175755636)

[7.13.2教学目标 33](#_Toc175755637)

[7.13.3教学内容 33](#_Toc175755638)

[7.13.4教学过程 33](#_Toc175755639)

[7.13.5 教学方法 34](#_Toc175755640)

[7.13.6 作业安排及课后反思 34](#_Toc175755641)

[7.13.7教学单元的参考资料 34](#_Toc175755642)

[7.14教学单元十四 35](#_Toc175755643)

[7.14.1 教学日期 35](#_Toc175755644)

[7.14.2教学目标 35](#_Toc175755645)

[7.14.3教学内容 35](#_Toc175755646)

[7.14.4教学过程 35](#_Toc175755647)

[7.15教学单元十五 36](#_Toc175755648)

[7.15.1 教学日期 36](#_Toc175755649)

[7.15.2教学目标 36](#_Toc175755650)

[7.15.3教学内容 36](#_Toc175755651)

[7.15.4教学过程 36](#_Toc175755652)

[7.15.5 教学方法 37](#_Toc175755653)

[7.15.6作业安排及课后反思 37](#_Toc175755654)

[7.15.7教学单元的参考资料 37](#_Toc175755655)

[7.16教学单元十六 38](#_Toc175755656)

[7.16.1 教学日期 38](#_Toc175755657)

[7.16.2教学目标 38](#_Toc175755658)

[7.16.3教学内容 38](#_Toc175755659)

[7.16.4教学过程 38](#_Toc175755660)

[7.16.5 教学方法 39](#_Toc175755661)

[7.16.6作业安排及课后反思 39](#_Toc175755662)

[7.16.7教学单元的参考资料 39](#_Toc175755663)

[7.17教学单元十七 40](#_Toc175755664)

[7.17.1 教学日期 40](#_Toc175755665)

[7.17.2教学目标 40](#_Toc175755666)

[7.17.3教学内容 40](#_Toc175755667)

[7.17.4教学过程 40](#_Toc175755668)

[7.17.5 教学方法 41](#_Toc175755669)

[7.17.6作业安排及课后反思 41](#_Toc175755670)

[7.17.7教学单元的参考资料 41](#_Toc175755671)

[7.18教学单元十八 42](#_Toc175755672)

[7.18.1 教学日期 42](#_Toc175755673)

[7.18.2教学目标 42](#_Toc175755674)

[7.18.3教学内容 42](#_Toc175755675)

[7.18.4教学过程 42](#_Toc175755676)

[7.18.5 教学方法 42](#_Toc175755677)

[7.18.6作业安排及课后反思 42](#_Toc175755678)

[7.18.7教学单元的参考资料 43](#_Toc175755679)

[7.19教学单元十九 44](#_Toc175755680)

[7.19.1 教学日期 44](#_Toc175755681)

[7.19.2教学目标 44](#_Toc175755682)

[7.19.3教学内容 44](#_Toc175755683)

[7.19.4教学过程 44](#_Toc175755684)

[7.19.5 教学方法 45](#_Toc175755685)

[7.19.6作业安排及课后反思 45](#_Toc175755686)

[7.19.7教学单元的参考资料 45](#_Toc175755687)

[7.20教学单元二十 46](#_Toc175755688)

[7.20.1 教学日期 46](#_Toc175755689)

[7.20.3教学内容 46](#_Toc175755690)

[7.20.4教学过程及教学方法 46](#_Toc175755691)

[7.20.5 教学方法 46](#_Toc175755692)

[7.20.6作业安排及课后反思 46](#_Toc175755693)

[7.20.7教学单元的参考资料 46](#_Toc175755694)

[7.21教学单元二十一 47](#_Toc175755695)

[7.21.1 教学日期 47](#_Toc175755696)

[7.21.2教学目标 47](#_Toc175755697)

[7.21.3教学内容 47](#_Toc175755698)

[7.21.4教学过程 47](#_Toc175755699)

[7.21.5 教学方法 47](#_Toc175755700)

[7.21.6作业安排及课后反思 48](#_Toc175755701)

[7.21.7教学单元的参考资料 48](#_Toc175755702)

[7.22教学单元二十二 49](#_Toc175755703)

[7.22.1 教学日期 49](#_Toc175755704)

[7.22.2 教学目标 49](#_Toc175755705)

[7.22.3 教学内容 49](#_Toc175755706)

[7.22.4 教学过程 49](#_Toc175755707)

[7.22.5 教学方法 50](#_Toc175755708)

[7.22.6 作业安排及课后反思 50](#_Toc175755709)

[7.22.7教学单元的参考资料 50](#_Toc175755710)

[7.23教学单元二十三 51](#_Toc175755711)

[7.23.1 教学日期 51](#_Toc175755712)

[7.23.2教学目标 51](#_Toc175755713)

[7.23.3教学内容 51](#_Toc175755714)

[7.23.4 教学过程 51](#_Toc175755715)

[7.23.5 教学方法 52](#_Toc175755716)

[7.23.6作业安排及课后反思 52](#_Toc175755717)

[7.23.7教学单元的参考资料 52](#_Toc175755718)

[7.24教学单元二十四 53](#_Toc175755719)

[7.24.1 教学日期 53](#_Toc175755720)

[7.24.2教学目标 53](#_Toc175755721)

[7.24.3教学内容 53](#_Toc175755722)

[7.24.4 教学过程 53](#_Toc175755723)

[7.24.5 教学方法 54](#_Toc175755724)

[7.24.6作业安排及课后反思 54](#_Toc175755725)

[7.24.7教学单元的参考资料 54](#_Toc175755726)

[7.25教学单元二十五 55](#_Toc175755727)

[7.25.1 教学日期 55](#_Toc175755728)

[7.25.2教学目标 55](#_Toc175755729)

[7.25.3教学内容 55](#_Toc175755730)

[7.25.4 教学过程 55](#_Toc175755731)

[7.25.5 教学方法 56](#_Toc175755732)

[7.25.6作业安排及课后反思 56](#_Toc175755733)

[7.25.7参考资料 56](#_Toc175755734)

[7.26教学单元二十六 57](#_Toc175755735)

[7.26.1 教学日期 57](#_Toc175755736)

[7.26.2教学目标 57](#_Toc175755737)

[7.26.3教学内容 57](#_Toc175755738)

[7.26.4教学过程 57](#_Toc175755739)

[7.26.5 教学方法 57](#_Toc175755740)

[7.26.6作业安排及课后反思 57](#_Toc175755741)

[7.26.7参考资料 57](#_Toc175755742)

[7.27教学单元二十七 58](#_Toc175755743)

[7.27.1 教学日期 58](#_Toc175755744)

[7.27.2教学目标 58](#_Toc175755745)

[7.27.3教学内容 58](#_Toc175755746)

[7.27.4教学过程 58](#_Toc175755747)

[7.27.5 教学方法 58](#_Toc175755748)

[7.27.6 作业安排及课后反思 58](#_Toc175755749)

[7.27.7教学单元的参考资料 58](#_Toc175755750)

[7.28教学单元二十八 59](#_Toc175755751)

[7.28.1 教学日期 59](#_Toc175755752)

[7.28.2教学目标 59](#_Toc175755753)

[7.28.3教学内容 59](#_Toc175755754)

[7.28.4教学过程 59](#_Toc175755755)

[7.28.5 教学方法 59](#_Toc175755756)

[7.28.6 作业安排及课后反思 60](#_Toc175755757)

[7.28.7教学单元的参考资料 60](#_Toc175755758)

[7.29教学单元二十九 61](#_Toc175755759)

[7.29.1 教学日期 61](#_Toc175755760)

[7.29.2教学目标 61](#_Toc175755761)

[7.29.3教学内容 61](#_Toc175755762)

[7.29.4教学过程 61](#_Toc175755763)

[7.29.5 教学方法 61](#_Toc175755764)

[7.29.6作业安排及课后反思 61](#_Toc175755765)

[7.29.7教学单元的参考资料 61](#_Toc175755766)

[7.30教学单元三十 62](#_Toc175755767)

[7.30.1 教学日期 62](#_Toc175755768)

[7.30.2教学目标 62](#_Toc175755769)

[7.30.3教学内容 62](#_Toc175755770)

[7.9.4教学过程 62](#_Toc175755771)

[7.30.5 教学方法 63](#_Toc175755772)

[7.30.6作业安排及课后反思 63](#_Toc175755773)

[7.30.7教学单元的参考资料 63](#_Toc175755774)

[7.31教学单元三十一 64](#_Toc175755775)

[7.31.1 教学日期 64](#_Toc175755776)

[7.31.2教学目标 64](#_Toc175755777)

[7.31.3教学内容 64](#_Toc175755778)

[7.31.4教学过程 64](#_Toc175755779)

[7.31.5 教学方法 65](#_Toc175755780)

[7.31.6作业安排及课后反思 65](#_Toc175755781)

[7.31.7教学单元的参考资料 65](#_Toc175755782)

[7.32教学单元三十二 66](#_Toc175755783)

[7.32.1 教学日期 66](#_Toc175755784)

[7.32.2教学目标 66](#_Toc175755785)

[7.32.3教学内容 66](#_Toc175755786)

[7.32.3教学过程 66](#_Toc175755787)

[7.32.5 教学方法 67](#_Toc175755788)

[7.32.6作业安排及课后反思 67](#_Toc175755789)

[7.32.6教学单元的参考资料 67](#_Toc175755790)

[7.33教学单元三十三 68](#_Toc175755791)

[7.33.1 教学日期 68](#_Toc175755792)

[7.33.2教学目标 68](#_Toc175755793)

[7.33.3教学内容 68](#_Toc175755794)

[7.33.4教学过程 68](#_Toc175755795)

[7.33.5 教学方法 69](#_Toc175755796)

[7.33.6作业安排及课后反思 69](#_Toc175755797)

[7.33.7教学单元的参考资料 69](#_Toc175755798)

[7.34教学单元三十四 70](#_Toc175755799)

[7.34.1 教学日期 70](#_Toc175755800)

[7.34.2教学目标 70](#_Toc175755801)

[7.34.3教学内容 70](#_Toc175755802)

[7.34.4教学过程 70](#_Toc175755803)

[7.34.5 教学方法 71](#_Toc175755804)

[7.34.6 作业安排及课后反思 71](#_Toc175755805)

[7.34.7教学单元的参考资料 71](#_Toc175755806)

[7.35教学单元三十五 72](#_Toc175755807)

[7.35.1 教学日期 72](#_Toc175755808)

[7.35.2教学目标 72](#_Toc175755809)

[7.35.3教学内容 72](#_Toc175755810)

[7.35.4教学过程 72](#_Toc175755811)

[7.35.5 教学方法 72](#_Toc175755812)

[7.35.6 作业安排及课后反思 72](#_Toc175755813)

[7.35.7教学单元的参考资料 73](#_Toc175755814)

[7.36教学单元三十六 74](#_Toc175755815)

[7.36.1 教学日期 74](#_Toc175755816)

[7.36.2教学目标 74](#_Toc175755817)

[7.36.3教学内容 74](#_Toc175755818)

[7.36.4教学过程 74](#_Toc175755819)

[7.36.5 教学方法 74](#_Toc175755820)

[7.36.6 作业安排及课后反思 74](#_Toc175755821)

[7.36.7教学单元的参考资料 74](#_Toc175755822)

[7.37教学单元三十七 75](#_Toc175755823)

[7.37.1 教学日期 75](#_Toc175755824)

[7.37.2教学目标 75](#_Toc175755825)

[7.37.3教学内容 75](#_Toc175755826)

[7.37.4教学过程 75](#_Toc175755827)

[7.37.5 教学方法 75](#_Toc175755828)

[7.37.6作业安排及课后反思 75](#_Toc175755829)

[7.37.7教学单元的参考资料 75](#_Toc175755830)

[7.38教学单元三十八 76](#_Toc175755831)

[7.38.1 教学日期 76](#_Toc175755832)

[7.38.2教学目标 76](#_Toc175755833)

[7.38.3教学内容 76](#_Toc175755834)

[7.38.4教学过程 76](#_Toc175755835)

[7.38.5 教学方法 76](#_Toc175755836)

[7.38.6作业安排及课后反思 76](#_Toc175755837)

[7.38.7教学单元的参考资料 76](#_Toc175755838)

[7.39教学单元三十九 77](#_Toc175755839)

[7.39.1 教学日期 77](#_Toc175755840)

[7.39.2教学目标 77](#_Toc175755841)

[7.39.3教学内容 77](#_Toc175755842)

[7.39.4教学过程 77](#_Toc175755843)

[7.39.5 教学方法 77](#_Toc175755844)

[7.39.6作业安排及课后反思 77](#_Toc175755845)

[7.39.7教学单元的参考资料 77](#_Toc175755846)

[7.40教学单元四十 78](#_Toc175755847)

[7.40.1 教学日期 78](#_Toc175755848)

[7.40.2教学目标 78](#_Toc175755849)

[7.40.3教学内容 78](#_Toc175755850)

[7.40.4教学过程 78](#_Toc175755851)

[7.40.5 教学方法 78](#_Toc175755852)

[7.40.6作业安排及课后反思 78](#_Toc175755853)

[7.40.7教学单元的参考资料 78](#_Toc175755854)

[8．课程要求 79](#_Toc175755855)

[8.1学生自学要求 79](#_Toc175755856)

[8.2课外阅读要求 79](#_Toc175755857)

[8.3课堂讨论要求 79](#_Toc175755858)

[8.4课后复习要求 79](#_Toc175755859)

[9．课程考核 80](#_Toc175755860)

[9.1出勤（迟到、早退等）作业、报告等的要求 80](#_Toc175755861)

[9.1.1 出勤 80](#_Toc175755862)

[9.1.2 迟到与早退 80](#_Toc175755863)

[9.2成绩的构成与评分规则说明 80](#_Toc175755864)

[9.3考试形式及说明 80](#_Toc175755865)

[10．学术诚信 81](#_Toc175755866)

[10.1考试违规与作弊处理 81](#_Toc175755867)

[10.2杜撰数据、信息处理等 81](#_Toc175755868)

[10.3学术剽窃处理等 81](#_Toc175755869)

[11．课堂规范 82](#_Toc175755870)

[11.1课堂纪律 82](#_Toc175755871)

[11.2课堂礼仪 82](#_Toc175755872)

[12．课程资源 83](#_Toc175755873)

[12.1教材与参考书 83](#_Toc175755874)

[12.2专业学术著作 83](#_Toc175755875)

[12.3专业刊物 83](#_Toc175755876)

[12.4网络课程资源 83](#_Toc175755877)

[13．教学合约 84](#_Toc175755878)

[13.1教师作出师德师风承诺 84](#_Toc175755879)

[13.2阅读课程实施大纲，理解其内容 84](#_Toc175755880)

[13.2同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望 84](#_Toc175755881)

[14．其他说明 85](#_Toc175755882)

# 1．教学理念

《化工原理》课程是化工类专业的一门主要专业基础课，该课程担负着由基础到专业、由理论到工程的桥梁作用，是综合运用数学、物理和化学等基础知识，分析和解决化工类型生产中各种物理过程(或单元操作)问题的工程学科。课程的主要任务是（1）掌握三传(动量传递、热量传递和质量传递)的基本原理；（2）掌握各单元操作过程的基本原理、计算方法和设备构造与选型；（3）培养学生运用基础理论分析和解决化工单元操作中各种工程实际问题的能力，即选择单元操作和设备的能力、操作和调节生产过程的能力和获取数据和工程设计的能力。

基于我校培养应用型工程技术人才的培养目标，结合化工原理课程的主要任务，并考虑到我校学生高等数学、大学物理、物理化学等基础知识掌握一般的实际情况，在化工原理的教学过程中，本人将：

1、重点强调基本概念、课程的研究方法和培养学生的工程观念，强调公式的适用范围，弱化公式的推导过程。

2、课程实施主要采用讲授、提问、讨论、练习、课堂小测验、以及案例分析法等多种教学方法，同时结合教师自身的研究，以基于研究的学习亦作为教学方法的重要方面，充分调动学生的学习热情，使学生通过积极的思维、演练，主动地获取知识，确保学生学有所得。

3、在授课形式上，采用PPT、视频、动画结合板书的方式进行教学。以动画展示课程涉及的设备结构、工作原理，以视频介绍部分工程实验设计及其实现、实验现象，以板书展示习题的解题思路和过程。

# 2．课程描述

## 2.1 课程的性质

本课程属工科科学，用自然科学的原理（主要为动量、热量与质量传递理论）考察、解释和处理工程实际问题，研究方法主要是理论解析和在理论指导下的实验研究，本课程强调工程观点、定量运算和设计能力的训练、强调理论与实际相结合，提高分析问题、解决问题的能力。学生通过本课程学习，应能够解决流体流动、流体输送、沉过程传热、蒸发、蒸馏、吸收等单元操作过程的计算及设备选择等问题，并为后续专业课程的学习奠定基础。课程的主要特点是：（1）兼有“科学”与“技术”的双重特点；（2）实验科学，强调理论课与实验课相结合；（3）实践性强，辅以多种实践环节。

## 2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用

《化工原理》课程是化工类及相近专业的一门主要技术基础课，它是综合运用数学、物理、化学等基础知识，分析和解决化工类型生产中各种物理过程（或单元操作）问题的工程学科，本课程担负着由理论到工程、由基础到专业的桥梁作用。该课程教学水平的高低，对化工类及相近专业学生的业务素质和工程能力的培养起着至关重要的作用。

## 2.3课程的历史与文化传统

化工原理这门课程经历了工艺学阶段、单元操作阶段和传递过程阶段。

## 2.4课程的前沿及发展趋势

当前，课程的发展从单元操作向过程更新和过程强化两个方向发展。过程更新包括理论更新，如平衡分离分子学、膜基气体吸收理论等和技术更新，如计算机模拟计算技术、超临界流体萃取技术；过程强化包括设备强化，如新型塔内件开发、换热器传热强化等和过程集成。

随着科学技术的高速发展，化学工程与相邻学科相融合逐渐形成了若干新的分支与生长点，如；生物化学工程、分子化学工程、环境化学工程、能源化学工程等。同时，上述新兴产业与学科的发展也推动了特殊领域化学工程的进步。

## 2.5课程与经济社会发展的关系

化学工业是国民经济基础产业之一，化学工业在国民经济中是工业革命的助手，发展农业的支持，工农业生产提供重要的原料保障，其质量、数量以及价格上的相对稳定，对农业生产的稳定与发展至关重要，化学工业肩负着为国防生产配套高技术材料的任务，并提供常规战略物资，与衣、食、住、行密切相关。

化工原理是化学工程学科的基础,是一门专业基础课程。化工原理课程从自然科学领域的基础课向工程科学的专业课过渡的入门课程。

## 2.6课程内容可能涉及到的伦理与道德问题

无

## 2.7 学习本课程的必要性

化工原理是化学工程学科的基础,是一门专业基础课程。化工原理课程从自然科学领域的基础课向工程科学的专业课过渡的入门课程。它在基础课（数学、物理、化学、物理化学）与专业课（化工工艺学、化工工艺设计与设备设计等）之间，起着承前启后、由理及工的“桥梁”作用。化工原理研究的对象是实际工程问题。其讲述各种化工单元操作的基本原理，典型化工设备的结构原理、操作性能，工艺过程设计和设备设计的计算方法。

# 3．教师简介

## 3.1 教师的职称、学历

翁贤芬，职称：副教授；最终学历：硕士研究生

## 3.2 教育背景

2003.09-2006.07 四川大学 化学工艺专业 工学硕士；

1993.09-1997.07 沈阳化工大学 化工工艺专业 工学学士。

## 3.3 研究方向（兴趣）

（1）绿色化学工程与清洁工艺；（2）工业结晶。

# 4．先修课程

本课程的先修课程有：高等数学、大学物理、物理化学。

# 5．课程目标

本课程教育目标如下：

1、掌握流体流动及传热等化工过程的基本原理和典型设备的构造及性能；

2、通过本课程知识的系统学习，培养学生的工程观点和解决工程实际问题的能力，包括对化工单元操作进行工程计算的能力、正确运用工程图表的能力以及运用技术经济观点分析、解决工程实际问题的能力；

3、通过学习一些处理工程问题的基本方法，如因次分析法、数学模型法、过程分解法、试差计算法和图解计算法等，使学生具备在不同场合选用不同方法处理工程问题的能力；

4、通过对基本原理、工程计算和典型设备的讲授，培养学生从过程的基本原理出发，观察、分析、综合、归纳众多影响因素，从中找出问题的主要方面，运用所学知识解决工程问题的科学思维能力和创新思维能力；

5、通过本课程学习，培养学生的自学能力和独立工作能力，能根据所处理问题的需要，寻找、阅读有关手册、参考书、文献资料并理解其内容。

# 6．课程内容

## 6.1课程的内容概要

上册绪论、第一章流体流动、第二章流体输送机械、第四章传热、下册第一章蒸馏、第二章吸收。各部分教学内容及教学要求如下所示。

绪论

掌握的内容：

1）掌握单位换算方法；

2）掌握物、热衡算的原则以及衡算的方法和步骤。

熟悉的内容：

1）熟悉单元操作的概念及其在化工过程中的地位。

了解的内容：

1）了解化工原理的目的、任务、化学工程的发展简史；

2）了解过程速率、平衡关系。

第一章 流体流动

掌握的内容：

1）流体的密度和粘度的定义、单位、影响因素及数据获取；

2）压强的定义、表达方法、单位换算；

3）流体静力学方程、连续性方程、柏努利方程及其应用；

4）流体的流动类型及其判断、蕾诺准数的物理意义、计算；

5）流体阻力产生的原因、流体在管内流动的机械能损失计算；

6）管路的分类、简单管路计算及输送能力核算；

7）液柱式压差计、测速管、孔板流量计和转子流量计的工作原理、基本结构、安装要求和计算；

8）因次分析的目的、意义、原理、方法、步骤；

熟悉的内容：

1）流体的连续性和压缩性，定常态流动与非定常态流动；

2）层流与湍流的特征；

3）圆管内流速分布公式及应用；

4）Hagon-Poiseeuille方程推导和应用；

5）复杂管路计算的要点；

6）正确使用各种数据图表；

了解的内容：

1）牛顿粘性定律，牛顿流体与非牛顿流体；

2）边界层的概念、边界层的发展、层流底层、边界层分离。

第二章 流体输送机械

掌握的内容：

1）离心泵的结构、工作原理、性能参数、特性曲线及应用；

2）影响离心泵性能的主要因素，离心泵特性曲线测定；

3）管路特性曲线，离心泵的工作点及流量调节；

4）允许吸上真空高度、允许气蚀余量，确定泵的安装高度；

5）离心泵的设计型计算与操作型计算、离心泵的操作要点；

熟悉的内容：

1）离心泵的组合操作及选择组合形式的原则；

2）往复泵的结构、工作原理、性能参数、特性曲线、操作要点与应用。

了解的内容：

1）离心力场中的流体静压强分布；

2）了解其它泵的工作原理。

第四章 传热

掌握的内容：

1）热传导基本原理，一维定常态傅立叶定律及应用，平壁及圆筒壁一维定常态热传导计算与分析；

2）对流传热基本原理，牛顿冷却定律，影响对流传热的主要因素；

3）无相变管内强制对流的α关联式及应用；Nu、Re、Pr、Gr等的物理意义及计算。正确选用α的计算式，注意其用法和使用条件；

4）传热计算：传热速率方程与热负荷的计算、平均温差推动力、总传热系数、污垢热阻、壁温计算、传热面积、加热程度和冷却程度计算、强化传热的途径；

熟悉的内容：

1）对流传热系数经验式建立的一般方法；

2）蒸汽冷凝、液体沸腾对流传热系数计算；

3）传热效率、传热单元数及其在传热操作型计算中的应用；

4）热辐射的基本概念、两灰体间辐射传热计算；

5）列管换热器的结构及选型计算。

了解的内容：

1）加热剂、冷却剂的种类和选用；

2）各种常用换热器的结构特点及应用；

3）高温设备热损失计算。

第五章 蒸馏

掌握的内容：

1.双组分理想体系的汽液平衡：拉乌尔定律、泡点方程、露点方程、汽液平衡图、挥发度与相对挥发度定义及应用、相平衡方程及应用；

2.精馏原理与流程；

3.精馏塔的物料衡算、操作线方程和q线方程及物理意义、图示及应用；

4.双组分连续精馏塔计算及操作调节、分析：恒摩尔流假设、理论板、等板高度、汽液两相的摩尔流率、回流比选用与最小回流比、加料热状况影响及选择、全塔效率、单板效率、理论板数的确定。

熟悉的内容：

1.平衡蒸馏与简单蒸馏的流程、特点、计算；

2.精馏装置的热量衡算；

3.非常见的二元连续精馏塔计算：直接蒸汽加热、多股进料与多股出料、提馏塔、塔顶采用分凝器、冷液回流；

4.Fenske方程、Gilliland关联图，捷算法。

了解的内容：

1.非理想物系的汽液平衡]；

2.间歇精馏的特点、计算步骤及应用；

3.恒沸精馏、萃取精馏的特点及应用；

4.精馏节能技术进展。

第六章 吸收

掌握的内容：

1.相组成的常用表示方法和换算；

2.气体在液体中的溶解度、亨利定律表达式及相互关系、相平衡与吸收、解吸的关系；

3.分子扩散与菲克定律、扩散系数及其影响因素、等分子反向扩散与单相扩散、漂流因子；

4.对流传质、双膜模型要点、总传质速率方程表达式、总传质系数与膜传质系数、传质阻力分析、气膜控制与掖膜控制；

5.吸收塔的操作线方程、物理意义、图示方法及应用，最小掖气比、吸收剂用量确定；

6.填料层高度计算、传质单元高度与传质单元数的定义与物理意义、传质单元数的计算（平均推动力法、解吸因数法）；

7.吸收塔操作分析、设计型计算和操作型计算。

熟悉的内容：

1.均相物系分离的分类与特征、吸收的分类、吸收剂选用的基本原则；

2.理论板的概念，理论板数的计算；

3.吸收与解吸的比较；

4.传质单元数的图解积分法和梯级图解法。

了解的内容：

1.填料塔基本结构、两相接触方式，板式塔基本结构、两相接触方式；

2.吸收基本方程式推导；

3.解吸、非等温吸收、高浓度吸收等特点和计算步骤。

## 6.2教学重点、难点

绪论

重点：化工单元操作；化工原理的性质、任务及研究方法。

难点：化工单元操作；化工原理的工程性。

第一章 流体流动

重点：流体静力学基本法方程、连续性方程、伯努利方程的应用；流动阻力的计算。

难点：伯努利方程的推导及应用；流动阻力产生的原因；边界层的概念；量纲分析法。

第二章 流体输送机械

重点：离心泵的特性曲线及其影响因素 ； 管路特性曲线方程式及工作点；离心泵的选用。

难点：离心泵的工作点的改变 ； 离心泵安装高度的计算。

第四章 传热

重点：傅里叶定律及其一维稳态热传导应用；牛顿冷却定律和影响对流传热系数的主要因素；流体在圆形直管内强制湍流传热及对流传热系数的计算；换热器的热负荷计算，对数平均温度差的计算；总传热系数的计算；换热器的设计型计算。

难点：传热过程中传热速率、传热推动力和热阻的基本概念；牛顿冷却定律；换热器的总传热系数与对流传热系数的关系及其简化应用；换热器的核算型计算。

第五章 蒸馏

重点：两组分的相平衡关系；两组分联系精馏的计算；影响精馏过程的主要因素。

难点：单板效率，确定回流比，间歇精馏。

第六章 吸收

重点：传质速率方程，低浓吸收填料层高度的计算。

难点：单向扩散；操作型问题定性分析

## 6.3学时安排

各章的学时安排见下表。

绪论（2学时）

1. 流体流动（16学时）
2. 离心泵（8学时）
3. 传热（14学时）
4. 蒸馏（18学时）
5. 吸收（22学时）

# 7．课程教学实施

《化工原理B》课程教学实施如下：

## 7.1教学单元一

### 7.1.1 教学日期

课次/学时：1/1~2

### 7.1.2 教学目标

1、了解单元操作的基本概念；

2、了解化工原理的目的和任务；

3、了解化工原理的主要内容；

4、了解化工原理的性质和研究方法；

5、熟悉单位制及单位换算；物料衡算和能量衡算等基本概念。

### 7.1.3 教学内容

**知识点：**

1、化工生产过程及单元操作；

2、化工原理的目的和任务；

3、化工原理的主要内容；

4、化工原理的性质和研究方法；

5、单位制及单位换算；物料衡算、能量衡算、过程速率。

**重点：**

1、化工原理的性质、任务及研究方法。

**难点：**

1、化工单元操作；化工原理的工程性。

### 7.1.4 教学过程

1、以典型化工生产过程为例，引入化工单元操作的概念（图例讲授）

2、化工原理的研究任务和目的（讲授法）

3、介绍化工原理的主要内容（讲授）

4、化工原理的性质及研究方法（举例讲授）

5、简单介绍物料衡算、能量衡算的概念，描述化工过程速率的概念（举例讲授）

6、简单回顾单位、单位制及相互换算；介绍经验公式及换算（提问讲授）

### 7.1.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.1.6 作业安排及课后反思

### 7.1.7教学单元的参考资料

本课程使用教材 “绪论”部分。

## 7.2教学单元二

### 7.2.1 教学日期

课次/学时：2/3~4

### 7.2.2教学目标

1、熟悉流体的密度、压强；

2、掌握静力学基本方程形式及应用。

### 7.2.3教学内容

**知识点：**

1、流体及连续介质模型

2、流体密度的定义、计算及影响因素；流体压强的定义、单位及表示

3、流体静力学基本方程推导，静力学基本方程形式、等压面

4、静力学基本方程的应用：压强或压强差的测定

**重点：**

1、压强的不同单位和表示；

2、静力学基本方程的应用。

**难点：**

1、压强的不同表示；等压面的判断；静力学基本方程的应用。

### 7.2.4 教学过程

1、什么是流体？连续介质模型的假设（讲述）

2、流体的密度（讲授）：

密度的定义、单位及物理意义；

影响密度的因素：不同物质种类，不用温度、压强；

密度数据来源：查手册和通过计算；

与密度相关的一些参数：比容、比重、重度。

3、流体的静压强（图解讲授）

压强的定义、单位及不同单位之间的换算关系；

压强的表示：绝对压强、表压强（或真空度）及他们之间的关系。

4、流体静力学基本方程（举例讲授）

静力学基本方程的推导、形式及讨论（注意等压面的正确判断）；

静力学基本方程的应用：压强或压强差的测定（U形管压差计）

### 7.2.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.2.6作业安排及课后反思

课后作业：p80-81第1、3题。

### 7.2.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第一章

## 7.3教学单元三

### 7.3.1 教学日期

课次/学时：3/5~6

### 7.3.2教学目标

1、进一步熟悉静力学基本方程形式及应用

2、理解稳定流动与非稳定流动系统，流量与流速的概念与关系

3、掌握连续性方程

### 7.3.3教学内容

**知识点：**

1、静力学基本方程的应用：各种压差计测量压强或压强差、液位的测量、液封高度的计算。

2、流体流动相关基本概念：稳定流动系统、非稳定流动系统；流量与流速；管径的选择；

3、连续性方程：总质量衡算式、稳定流动系统的物料衡算式——连续性方程。

**重点：**

1、静力学基本方程的应用；

2、流量与流速的关系；

3、连续性方程。

**难点：**

1、静力学基本方程；连续性方程。

### 7.3.4 教学过程

1、回顾、复习上一次课的内容

2、静力学基本方程的应用（图解讲述）

压强或压强差的测定（倾斜式压差计、微差压差计、倒置U形管压差计）；

液封高度的计算；

液位的测量。

3、流体在管内的流动涉及的概念（讲述）

流动体系分类：稳定流动、非稳定流动；

流量：质量流量与体积流量的定义、单位及关系；

流速：质量流速、平均流速的定义、单位及关系；

流量与流速的关系；管径的表示和选择。

4、物料衡算式(讲述)

质量守恒定律；连续性方程

### 7.3.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.3.6作业安排及课后反思

课后作业： P81第6、7题。

### 7.3.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第一章

## 7.4教学单元四

### 7.4.1 教学日期

课次/学时：4/7~8

### 7.4.2教学目标

1、掌握伯努利方程。

### 7.4.3教学内容

**知识点：**

1、伯努利方程的推导；

2、伯努利方程的讨论。

**重点：**

1、伯努利方程的形式及讨论。

**难点：**

1、伯努利方程的推导。

### 7.4.4 教学过程

1、总结上一次课的主要内容

2、以1kg流体为基准的稳定流动系统的总能量衡算式推导

内能、位能、动能、静压能。

3、机械能衡算式——伯努利方程的推导

热力学第一定律；

伯努利方程：

4、伯努利方程的讨论（提问讲授、讨论讲授）

### 7.4.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.4.6作业安排及课后反思

课后作业：第一章P82第8、9题。

### 7.4.7参考资料

本课程使用教材第一章

## 7.5教学单元五

### 7.5.1 教学日期

课次/学时：5/9~10

### 7.5.2教学目标

掌握伯努利方程的应用。

### 7.5.3教学内容

**知识点：**

1、伯努利方程应用步骤和注意事项；

**重点：**

1、伯努利方程的应用。

**难点：**

1、伯努利方程的应用。

### 7.5.4教学过程

1、总结上一次课的主要内容（提问总结）

2、应用伯努利方程的步骤和注意事项（归纳讲授）

1）根据题意，画出示意流程图；

2）选取衡算范围（控制体），即1－1′，2－2′截面的选取；

3）选取基准水平面。

3、伯努利方程的应用（举例讲授）

### 7.5.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.5.6作业安排及课后反思

课后作业：P 82-83第一章第10、11题。

### 7.5.7参考资料

本课程使用教材第一章

## 7.6教学单元六

### 7.6.1 教学日期

课次/学时：6/11~12

### 7.6.2教学目标

1、掌握流体的流动类型及其判断、雷诺准数的物理意义、计算；

2、熟悉层流与湍流的特征；

3、了解牛顿粘性定律，牛顿流体与非牛顿流体；

4、边界层的概念、边界层的发展、层流底层、边界层分离

### 7.6.3教学内容

**知识点：**

1、牛顿粘性定律及粘度；

2、流体的流动类型：层流和湍流及判断，边界层的概念（形成、发展与分离）。

**重点：**

1、流体的流动类型及判断；（2）层流与湍流的区别。

**难点：**

1、边界层的形成与分离。

### 7.6.4教学过程

1、总结上一次课的主要内容

2、牛顿粘性定律及粘度

粘性及牛顿粘性定律

牛顿型流体与非牛顿型流体；

粘度的定义、单位、物理意义、影响粘度的因素、粘度数据的来源。

3、流体流动类型(图解讲授)

雷诺实验、流体流动类型（层流和湍流）及特征；

流型的判断

4、边界层（图解讲授）

平板上边界层的形成、发展；

圆管内的边界层，圆管内层流和湍流流体的流速分布；

边界层分离。

### 7.6.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.6.6 作业安排及课后反思

课后作业：P83第15、16题。

### 7.6.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第一章

## 7.7教学单元七

### 7.7.1 教学日期

课次/学时：7/13~14

### 7.7.2教学目标

1、掌握流体阻力产生的原因、流体在管内流动的机械能损失计算；

2、熟悉圆管内流速分布公式及应用；

### 7.7.3教学内容

**知识点：**

1、管路能耗产生的原因；

2、流动阻力的分类、计算及影响因素；

3、粗糙度的概念；

4、滞流时的摩擦系数的求取；

5、层流流体管内流速分布。

**重点：**

1、流动阻力计算式——范宁公式；

2、圆管内层流流速分布关系；

3、层流流动摩擦系数求取。

**难点：**

1、范宁公式；

2、圆管内流速分布关系。

### 7.7.4教学过程

1、回顾上次课内容。

2、流动阻力的分类及产生原因

直管阻力产生原因：流体粘性及流体对管壁凸出部分的碰撞

局部阻力产生原因：粘性引起的内摩擦；边界层分离导致的形体阻力

3、流体在圆形直管内的流动阻力公式

 ：范宁公式

管壁粗糙度及对摩擦系数的影响

4、滞流时的摩擦系数λ计算公式

流体在圆管内做层流时的流速分布：

流体在圆管内做层流流动时阻力计算公式：

层流时摩擦系数*λ*计算公式：

讨论：层流时的关系，；

### 7.7.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.7.6 作业安排及课后反思

课后作业：P 81第18题。

### 7.7.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第一章

## 7.8教学单元八

### 7.8.1 教学日期

课次/学时：8/15~16

### 7.8.2教学目标

1、掌握湍流流动时摩擦系数的求取方法；

2、掌握局部阻力的计算。

### 7.8.3教学内容

**知识点：**

1、量纲分析法；

2、摩擦系数与Re及管壁粗糙度的关系；

3、局部阻力计算。

**重点：**

1、量纲分析法

2、摩擦系数与Re及管壁粗糙度的关系；

3、局部阻力计算方法。

**难点：**

1、量纲分析法。

### 7.8.4教学过程

1、回顾上次课内容

2、湍流摩擦系数的求取

量纲（因次）分析法（量纲一致性原则、π定理）；

湍流摩擦系数的求取：

影响湍流流动阻力的因素；

用量纲分析法得出湍流流动摩擦系数的经验公式；

摩擦系数与Re及的关系。

3、局部阻力计算

当量长度法；

阻力系数法。

4、熟悉伯努利方程及流动阻力计算公式。

### 7.8.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.8.6作业安排及课后反思

课后作业：第一章P 84-85第20、23题。

### 7.8.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第一章

## 7.9教学单元九

### 7.9.1 教学日期

课次/学时：9/17~18

### 7.9.2教学目标

1、熟悉非圆形管道的计算；

2、掌握管路的分类、简单管路计算及输送能力核算。

3、了解管路计算分类及方法

4、熟悉复杂管路计算的要点。

### 7.9.3教学内容

**知识点：**

1、非圆形管路流动阻力的计算：水力半径、当量直径

2、管路计算的分类及特点：简单管路、复杂管路

3、管路计算分类及计算方法

**重点：**

1、非圆形管路的当量直径；

2、简单管路的计算。

**难点：**

1、复杂管路的特点及计算。

### 7.9.4教学过程

1、回顾上次课内容

2、非圆形管道流动阻力的计算

3、管路分类及特点

1）简单管路；

2）复杂管路的分类及特点：

（1）并联管路的特点：

（2）分支管路的特点：

4、例题讲解

### 7.9.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.9.6作业安排及课后反思

课后作业：复习所讲的内容。

### 7.9.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第一章

## 7.10教学单元十

### 7.10.1 教学日期

课次/学时：10/19~20

### 7.10.2教学目标

1、掌握测速管、孔板流量计的工作原理、基本结构、安装要求和计算；

2、掌握转子流量计的工作原理、基本结构、安装要求和计算。

### 7.10.3教学内容

**知识点：**

1、测速管的结构、安装要求及计算；

2、孔板流量计的结构、安装及计算原理；

3、文丘里流量计的结构、计算原理；

4、转子流量计的结构、安装及计算。

**重点：**

1、孔板流量计的结构、安装及计算原理；

2、转子流量计的结构、安装及计算。

**难点：**

1、孔板、转子流量计的计算原理。

### 7.10.4教学过程

1、回顾上次课内容

2、测速管

测速管的结构；原理；使用注意事项。

3、孔板流量计、文丘里流量计

孔板流量计、文丘里流量计的结构；原理。

4、转子流量计

结构、安装注意，测量原理。

### 7.10.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.10.6作业安排及课后反思

课后作业：P83 第29题。

### 7.10.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第一章

## 7.11教学单元十一

### 7.11.1 教学日期

课次/学时：11/21~22

### 7.11.2教学目标

1、掌握离心泵的结构、工作原理、性能参数；

2、了解离心力场中的流体静压强分布；

3、熟悉离心泵的基本方程式。

### 7.11.3教学内容

**知识点：**

1、离心泵的工作原理、结构和主要部件；

2、理性泵的性能参数及基本方程。

**重点：**

1、离心泵的工作原理、主要部件及作用；

2、离心泵的性能参数。

**难点：**

1. 离心泵的工作原理；

2、离心泵的基本方程。

### 7.11.3教学过程

1、流体输送机械概述

2、离心泵的工作原理及主要部件

工作原理：气缚现象的产生原因和预防。

主要部件：叶轮的结构和作用；泵壳的结构和作用；轴封装置。

3、离心泵的性能参数和基本方程

性能参数：流量*Q*、压头（扬程）*H*、轴功率*N*、效率*η*。

基本方程：离心泵的理想工作状况；液体通过叶轮的流动速度三角形；

离心泵基本方程

### 7.11.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.11.6作业安排及课后反思

课后作业：P148，第1题。

### 7.11.6教学单元的参考资料

本课程使用教材：第二章

## 7.12教学单元十二

### 7.12.1 教学日期

课次/学时：12/23~24

### 7.12.2教学目标

1、熟悉影响扬程、流量的主要因素；

2、掌握离心泵的特性曲线及应用；

3、掌握影响离心泵性能参数的因素。

### 7.12.3教学内容

**知识点：**

1、影响离心泵理论压头的因素

叶轮直径*D*；转速*n*；叶片形状。

2、离心泵的特性曲线

*H*~*Q*曲线；*N*~*Q*曲线；*η*~*Q*曲线。

3、影响离心泵性能参数的因素

液体密度*ρ*、粘度*μ*、泵转速*n* 、叶轮直径*D*。

**重点：**

1、离心泵的特性曲线；

2、影响离心泵性能参数的因素

**难点：**

1、叶片形状对离心泵理论压头的影响；

2、影响离心泵性能参数的因素。

### 7.12.4教学过程

1、影响离心泵理论压头的因素

叶轮直径*D*；转速*n*；叶片形状；

实际泵的压头流量关系式。

2、离心泵的特性曲线

*H*~*Q*曲线；*N*~*Q*曲线；*η*~*Q*曲线，离心泵的设计点。

3、影响离心泵性能参数的因素

液体密度*ρ*的影响：；粘度的影响；转速*n*的影响；

叶轮直径*D*2的影响。

### 7.12.5 作业安排及课后反思

课后作业：P 148 第2、3题。

### 7.12.6教学单元的参考资料

本课程使用教材：第二章

## 7.13教学单元十三

### 7.13.1 教学日期

课次/学时：13/25~26

### 7.13.2教学目标

1、掌握离心泵的汽蚀性能及泵的安装高度；

2、掌握管路特性曲线、离心泵的工作点及调节；

3、熟悉离心泵的串并联组合及组合方式选择原则。

### 7.13.3教学内容

**知识点：**

1、离心泵的安装高度

汽蚀现象；

汽蚀余量及安装高度；

吸上真空度及安装高度。

2、管路特性方程（曲线）

3、离心泵的工作点、工作点的调节

**重点：**

1、离心泵的安装高度；

2、管路特性曲线、离心泵的工作点及调节。

**难点：**

1、离心泵的安装高度；

2、管路特性曲线；

3、泵的串并联组合。

### 7.13.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、离心泵的安装高度

什么是汽蚀现象？与气傅现象的区别？汽蚀现象产生的原因及预防措施。

离心泵的汽蚀余量：

允许安装高度：

吸上真空度*H*s：安装高度

吸上真空度的修正：

2、离心泵的管路特性曲线

管路特性曲线与泵的工作点

管路特性方程

泵的特性方程

联立求解即为泵的工作点。

3、工作点的调节方法

1）改变管路特性曲线

2）改变泵的特性曲线

3）离心泵的并联和串联操作

泵组合方式的选择原则。

### 7.13.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.13.6 作业安排及课后反思

课后作业：P 148 第5、6题。

### 7.13.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第二章

## 7.14教学单元十四

### 7.14.1 教学日期

课次/学时：14/27~28

### 7.14.2教学目标

1、熟悉离心泵的型号及选用；

2、理解往复泵的工作原理及特性。

### 7.14.3教学内容

**知识点：**

1、离心泵的型号及选用

2、往复泵

**重点：**

1、离心泵的型号及选择

**难点：**

1、离心泵的选择

2、往复泵的特性

### 7.14.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、离心泵的型号

清水泵：B型（IS型）、D型、Sh型；耐腐蚀泵：F型；油泵：Y型；杂质泵（P型）等。

3、离心泵的选型

4、离心泵的安装与操作注意

5、往复泵

构造、工作原理；往复泵的特性：

往复泵的扬程，往复泵的扬程与泵的几何尺寸无关，取决于泵的机械强度及原动机的功率。

往复泵的流量，往复泵的流量只与泵的几何尺寸、活塞的往复频率、冲程等有关，而与管路特性无关。

往复泵的流量调节：旁路调节

## 7.15教学单元十五

### 7.15.1 教学日期

课次/学时：15/29~30

### 7.15.2教学目标

1、掌握三种传热基本方式的机理及特点；

2、了解工业常用的三种换热方式及典型间壁式换热器；

3、了解加热剂、冷却剂的种类和选用；

4、掌握热传导基本原理，一维定常态傅立叶定律及应用，平壁一维定常态热传导计算与分析。

### 7.15.3教学内容

**知识点：**

1、传热基本概念

2、热传导的基本原理、傅里叶定律

3、平壁一维稳定的热传导规律

**重点：**

1、傅里叶定律；2、平壁一维稳定的热传导规律。

**难点：**

1、傅里叶定律；2、热传导规律。

### 7.15.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容（提问）

2、传热基本概念（讲授）

传热基本方式方式：热传导、热对流（对流传热）、热辐射；

工业换热方式及典型的换热设备：

换热方式：直接接触式、蓄热式、间壁式；

典型间壁式换热器：套管式、夹套式、列管式换热器；

载热体及其选择：加热剂和冷却剂。

3、傅里叶定律（讲授）

温度场与温度梯度；

傅里叶定律；

导热系数；

4、平壁一维稳定热传导

### 7.15.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.15.6作业安排及课后反思

课后作业：P326 第4题。

### 7.15.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第四章

## 7.16教学单元十六

### 7.16.1 教学日期

课次/学时：16/31~32

### 7.16.2教学目标

1、掌握圆筒壁一维稳定的热传导规律；

2、理解对流传热基本原理，牛顿冷却定律；

3、理解影响对流传热的主要因素。

### 7.16.3教学内容

**知识点：**

1、圆筒壁一维稳定的热传导规律

2、对流传热分析、热边界层

3、牛顿冷却定律、对流传热系数

**重点：**

1、圆筒壁一维稳定的热传导规律；

2、牛顿冷却定律。

**难点：**

1、圆筒壁一维稳定的热传导规律；

2、对流传热过程分析。

### 7.16.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、圆筒壁的一维稳定热传导

3、对流传热分析

结论：对流传热是集热对流和热传导于一体的综合现象。对流传热的热阻主要集中在**层流内层**，因此，减薄层流内层的厚度是强化对流传热的主要途径。

4、流体与壁面间的 对流传热速率——牛顿冷却定律

对流传（给）热系数，在数值上等于单位温度差下、单位传热面积的对流传热速率。它反映了对流传热的快慢，它不是流体的物理性质，而是受诸多因素（如流体物性、流动状况、设备、有无相变等）影响的一个系数。

### 7.16.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.16.6作业安排及课后反思

课后作业：P326第5、6题。

### 7.16.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第四章

## 7.17教学单元十七

### 7.17.1 教学日期

课次/学时：17/33~34

### 7.17.2教学目标

1、掌握传热速率方程；

2、掌握热负荷、传热面积、总传热系数、平均温度差推动力的计算。

### 7.17.3教学内容

**知识点：**

1、传热速率基本方程

2、热量衡算；换热器的传热面积和总传热系数

3、简单流向的对数平均温度差

**重点：**

1、传热速率基本方程；

2、热量衡算；换热器的传热面积和总传热系数；

3、简单流向的对数平均温度差。

**难点：**

1、传热速率基本方程；2、总传热系数。

### 7.17.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、传热速率基本方程



3、热量衡算

流体无相变化

饱和蒸气冷凝 

1）传热面积及总传热系数

传热面积*S*=*n*π*dl* ；

总传热系数*K*：

。

2）平均温度差（

流体流向：并流、逆流、错流和折流（复杂流）；

并流、逆流平均温度差

### 7.17.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.17.6作业安排及课后反思

课后作业：P327第8题。

### 7.17.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第四章

## 7.18教学单元十八

### 7.18.1 教学日期

课次/学时：18/35~36

### 7.18.2教学目标

1、掌握换热器流体流向的选择；

2、熟悉复杂流向平均温度差的求取；

3、通过举例熟悉传热计算的内容；

4、了解传热单元数法。

### 7.18.3教学内容

**知识点：**

1、并流换热器和逆流换热器的比较

2、复杂流换热器平均温度差的求取

3、传热单元数法

**重点：**

1、流向的选择；2、传热计算内容的熟悉。

**难点：**

1、复杂流换热器的计算；2、传热单元数法。

### 7.18.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、并流和逆流比较

3、复杂流换热器平均温度差的求取

 其中，  ，。

4、举例熟悉传热计算内容（

5、传热单元数法

### 7.18.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.18.6作业安排及课后反思

课后作业：P327第10、11题。

### 7.18.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第四章

## 7.19教学单元十九

### 7.19.1 教学日期

课次/学时：19/37~38

### 7.19.2教学目标

1、理解影响对流传热系数的因素；

2、理解对流传热系数准数关联式；

3、掌握流体在圆形直管内作强制湍流的对流传热系数经验关联式；

4、了解其他情况下的对流传热系数经验关联式；

5、蒸汽冷凝传热。

### 7.19.3教学内容

**知识点：**

1、分析影响对流传热系数的因素

2、对流传热系数的准数关联式

3、流体在圆形直管内作强制湍流的对流传热系数经验关联式

4、蒸汽冷凝传热

**重点：**

1、流体在圆形直管内作强制湍流的对流传热系数经验关联式。

**难点：**

1、影响对流传热系数的因素；

2、流体在圆形直管内作强制湍流的对流传热系数经验关联式。

### 7.19.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、影响对流传热系数的因素



3、准数关联式

Nu＝*A* Re*a* Pr*b* Gr*c*

应用准数关联式应注意以下几个问题：

1）公式中各准数Re、Pr、Gr的适用范围；

2）参数取值；

3）注意公式修正。

4、流体在圆形直管内作强制湍流的对流传热系数经验关联式



5、蒸汽冷凝传热

冷凝方式：膜状冷凝和滴状冷凝；膜状冷凝传热系数；影响膜状冷凝传热的因素 **。**

### 7.19.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.19.6作业安排及课后反思

课后作业：P327第13题。

### 7.19.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第四章

## 7.20教学单元二十

### 7.20.1 教学日期

课次/学时：20/39~40

**7.20.2教学目标**

1、掌握液体沸腾曲线；

2、理解壁温估算；

3、熟悉对流传热系数经验关联式的应用。

### 7.20.3教学内容

**知识点：**

1、液体沸腾曲线

2、壁温估算

**重点：**

1、液体沸腾曲线。

**难点：**

2、壁温估算

### 7.20.4教学过程及教学方法

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、液体沸腾

3、壁温的估算

4、举例熟悉对流传热系数的应用

### 7.20.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.20.6作业安排及课后反思

课后作业：复习及课本外习题练习。

### 7.20.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第四章

## 7.21教学单元二十一

### 7.21.1 教学日期

课次/学时：21/41~42

### 7.21.2教学目标

1、理解辐射传热基本概念和计算；

2、理解常用的换热器的结构。

### 7.21.3教学内容

**知识点：**

1、辐射传热

2、换热器

**重点：**

1、辐射传热；2、列管换热器

**难点：**

1、辐射传热

### 7.21.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、辐射传热

基本概念；普朗克定律；斯蒂芬-波尔茨曼定律；

四次方定律；克希霍夫(Kirchhoff)定律；

两固体间的辐射传热速率：

；

对流和辐射的联合传热。

3、换热器的类型

4、列管换热器设计注意的问题

5、传热的强化途径

### 7.21.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.21.6作业安排及课后反思

课后作业：P 329第25题，复习。

### 7.21.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：第四章

## 7.22教学单元二十二

### 7.22.1 教学日期

课次/学时：22/43~44

### 7.22.2 教学目标

1.、理解传质机理；

2.、了解稀溶液和亨利定律；

3.、了解蒸馏在化工生产上有那些应用；

4、 掌握蒸馏的基本概念；

5.、掌握二元理想溶液的汽液平衡。

### 7.22.3 教学内容

**知识点：**

1、两组分物系的汽液平衡关系，t-x-y图, x-y图，拉乌尔定律，

2、泡点方程、露点方程、相对挥发度及其影响因素。

**重点：**

1、两组分相平衡关系。

**难点：**

1、相平衡关系的应用。

### 7.22.4 教学过程

1、对流传质

通常传质设备中的流体都是流动的，流动流体与相界面之间的物质传递称为对流传质（如前述溶质由气相主体传到相界面及由相界面传到液相主体）。流体的流动加快了相内的物质传递，分析层流及湍流两种流动加快传质的原因。

1. 三传（质量、动量、热量传递）类比
2. 相际传质
3. 传质设备简介
4. 相平衡关系

蒸馏过程概述。蒸馏分离的依据是，根据溶液中各组分挥发度（或沸点）的差异，使各组分得以分离。

蒸馏过程的汽液平衡关系。

A. 汽液平衡相图

（1）温度—组成图

（2）汽—液相组成图(*x*–*y*图)

B. 汽液平衡的关系式

（1）拉乌尔定律



（2）以平衡常数表示的汽液平衡方程



### 7.22.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.22.6 作业安排及课后反思

教材p87，习题1

### 7.22.7教学单元的参考资料

本课程使用教材 “蒸馏”部分。

## 7.23教学单元二十三

### 7.23.1 教学日期

课次/学时：23/45~46

### 7.23.2教学目标

1、 熟悉非理想溶液的最低恒沸点及相应最高蒸汽压和最高恒沸点及相应的最低蒸汽压

2.、掌握理想溶液及非理想溶液的挥发度和相对挥发度的定义，理想溶液的相对挥发度随温度增加而略有减小

3.、掌握简单蒸馏的计算

4、掌握平衡蒸馏的计算，液相分率对汽液相组成的影响，比较平衡蒸馏和简单蒸馏的分离效果，理解平衡级蒸馏，精馏的设备条件、回流条件

### 7.23.3教学内容

知识点：

1. 平衡蒸馏，平衡蒸馏与简单蒸馏的比较，平衡级蒸馏，
2. 精馏的设备条件、回流条件和理论板假设

重点：

1、精馏的设备条件、回流条件和理论板假设

难点：

1、简单蒸馏与平衡蒸馏的分离效果比较

### 7.23.4 教学过程

1、回顾上节课内容

2、平衡蒸馏与简单蒸馏的比较

3、精馏过程原理

（1）多次部分汽化和多次部分冷凝

（2）精馏塔模型

4、精馏塔操作流程

（1）连续精馏操作流程

（2）间歇精操馏作流程

间歇精馏与连续精馏相比，有如下特点：

（1）间歇精馏为非定态过程，它有两种操作方式；即恒回流比操作和恒馏出液组成操作。

（2）间歇精馏只有精馏段。

### 7.23.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.23.6作业安排及课后反思

课后作业：复习与思考

### 7.23.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：蒸馏部分

## 7.24教学单元二十四

### 7.24.1 教学日期

课次/学时：24/47~48

### 7.24.2教学目标

1、理解理论板的假定

2、理解恒摩尔流假定

3、掌握精馏塔的操作线方程获取、物理意义和特点

### 7.24.3教学内容

**知识点：**

1. 双组分连续精馏塔的物料衡算
2. 恒摩尔流假设
3. 理论板的概念
4. 操作线方程

**重点：**

1、操作线方程获取和物理意义

**难点：**

1、提馏段操作线方程

### 7.24.4 教学过程

1、**复习：**上节课内容

2、理论板的假定；

理论塔板（theoretical plate）：离开该塔板的汽、液组成达到相平衡的塔板。理论板并不存在，但它可以作为衡量实际塔板分离效果的最高标准。在设计中，求理论数后，则实际板数=理论板数×校正系数。

操作关系：任意板下降液体组成Xn与下一板上升蒸汽组成yn+1之间的关系。由物料衡算决定

1. 恒摩尔流假定；

精馏段内，由每层塔板上升的蒸汽摩尔流量皆相等；提馏段内也是一样

精馏段内，由每层塔板溢流的液体摩尔流量相等；提馏段内也是一样

4、物料衡算：连续稳定操作，进料流量=出料流量



XF——原料中易挥发组分的摩尔分率

XD——馏出液中易挥发组分的摩尔分率

XW——釜液中易挥发组份的摩尔分率

应用时要注意F与XF的关系，F若用质量表示，则XF要用质量分率表示，统一

5、精馏段操作线方程获得、特点、意义；

6、提馏段操作线方程获得、特点、意义。

### 7.24.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.24.6作业安排及课后反思

课后作业： P87页 5题

### 7.24.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：蒸馏部分

## 7.25教学单元二十五

### 7.25.1 教学日期

课次/学时：25/49~50

### 7.25.2教学目标

1、进料热状况参数

2、精馏段、提馏段汽、液流量计算

### 7.25.3教学内容

**知识点：**

1、进料热状况参数q的物理意义及计算

**重点：**

1、进料热状况参数q的物理意义及计算

**难点：**

1、进料热状况

### 7.25.4 教学过程

1、回顾上次课内容

2、进料状况的影响

在提馏段操作线中，液、气流量L′及V′尚需根据精馏段的液、汽流量L、V和进料物流量及其受热状况来决定。

进料共有五种可能的热状况

①过冷液体（tF<ts）

②饱和液体（泡点液体进料）tF=ts

③饱和液汽的混合物（ts<t<td）

④饱和蒸汽（t=td）

⑤过热蒸汽（t>td）

(q-1)Fy=qFz-FxF

(q线方程，利用q线作提馏段操作线)

1. 进料状况对操作线方程的影响
2. 理论板的确定

求理论塔板数，必须利用：（1）汽液两相的平衡关系（平衡曲线X—Y），（2）相邻两板液两相组成的操作关系（操作线方程）

求解方法：逐板法和图解法

### 7.25.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.25.6作业安排及课后反思

课后复习

### 7.25.7参考资料

本课程使用教材：蒸馏部分

## 7.26教学单元二十六

### 7.26.1 教学日期

课次/学时：26/51~52

### 7.26.2教学目标

1、理论板数的求取

2、精馏塔的适宜进料位置确定

3、进料热状况对理论板层数的影响

### 7.26.3教学内容

**知识点：**

1. 逐板计算法求解理论板数、图解法求解理论板数；
2. 精馏塔的适宜进料位置确定；
3. 进料热状况对理论板层数的影响。

**重点：**

1、逐板计算法求解理论板数、图解法求解理论板数

**难点：**

1、进料热状况方程

### 7.26.4教学过程

1、**复习：**上次课内容

2、讲解逐板计算法求解理论板数方法；

3、演示梯级图解法求取理论板数方法，进料位置确定，对比逐板计算法加深理解；

4、适宜进料位置的讨

### 7.26.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.26.6作业安排及课后反思

课后作业：P 88习题8、9。

### 7.26.7参考资料

本课程使用教材：蒸馏部分

## 7.27教学单元二十七

### 7.27.1 教学日期

课次/学时：27/53~54

### 7.27.2教学目标

1、回流比的确定

2、精馏过程经济性讨论

### 7.27.3教学内容

**知识点：**

1. 全回流、最小回流比、回流比对精馏过程经济性的影响；
2. 回流比对精馏产品质量的影响；回流比的确定；

3、最小理论板数、捷算法求取理论板数

**重点：**

1. 回流比对精馏过程的影响
2. 回流比的确定

**难点：**

1、最小回流比的概念

### 7.27.4教学过程

**1、复习：**上次课内容

2、动画演示回流比对精馏过程的影响，引出全回流、最小回流比概念；

3、推导全回流情况下，最小理论板数计算芬斯克方程；

4、不同情况最小回流比的求解；

作图法、解析法

5、吉利兰图（捷算法）求解理论板数

### 7.27.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.27.6 作业安排及课后反思

课后作业：P88 习题11。

### 7.27.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：蒸馏部分

## 7.28教学单元二十八

### 7.28.1 教学日期

课次/学时：28/55~56

### 7.28.2教学目标

1、掌握点效率、板效率、全塔效率及实际板数求取

2、精馏过程的操作型计算与调节

### 7.28.3教学内容

**知识点：**

1. 点效率、板效率和塔效率的概念，实际塔板数的确定；板式塔传质性能测定实验组织实施
2. 影响精馏操作的主要因素；精馏过程的操作型问题；灵敏板

**重点：**

1. 点效率、板效率和塔效率的概念，实际塔板数的确定；
2. 精馏过程影响因素分析

**难点：**

1、精馏过程影响因素分析

### 7.28.4教学过程

**1、复习：**上次课内容

2、点效率、板效率、全塔效率

3、实际板数求取、塔高的计算

4、塔径计算。

5、影响精馏操作的主要因素

物料平衡的影响与制约

回流比影响

进料组成与进料状况的影响

6、精馏过程的操作型问题

7、精馏过程的控制和调节

### 7.28.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.28.6 作业安排及课后反思

课后作业：p89，习题15

### 7.28.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：蒸馏部分

## 7.29教学单元二十九

### 7.29.1 教学日期

课次/学时：29/57~58

### 7.29.2教学目标

1、了解间歇蒸馏、恒沸蒸馏和萃取蒸馏

### 7.29.3教学内容

**知识点：**

间歇精馏、恒沸蒸馏和萃取蒸馏

**重点：**

间歇精馏

**难点：**

无

### 7.29.4教学过程

1、复习上次课内容

2、间歇精馏

3、恒沸精馏

4、萃取精馏

### 7.29.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.29.6作业安排及课后反思

课后作业：复习思考

### 7.29.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：蒸馏部分

## 7.30教学单元三十

### 7.30.1 教学日期

课次/学时：30/59~60

### 7.30.2教学目标

1、掌握相组成的常用表示方法和换算

2、掌握气体在液体中的溶解度

### 7.30.3教学内容

**知识点：**

1. 气—液平衡；气体的溶解度

**重点：**

1、溶解度曲线

**难点：**

1. 溶解度曲线

### 7.9.4教学过程

1、吸收基本情况

① [气体吸收](file:///E:\化工原理\于海莲幻灯片\气体吸收.mpg)及分类：

定义：利用混合气体各组分在溶剂溶解度差异而分离气体混合物的操作——吸收，溶质：气相 ⇒ 液相

解吸（脱吸）——与吸收相反的操作，溶质：液相 ⇒ 气相

分类：

1）物理吸收、化学吸收

2）单组分吸收、多组分吸收

3）等温吸收、非等温吸收

4）低浓度吸收、高浓度吸收

② 吸收在化工生产中的应用

③ 气体的溶解度

溶解度：气体在液体中的溶解度，就是指气体在液体中的饱和组成。

溶解度的表示方法：

a.单位质量的液体中所含溶质的质量

b.单位体积的液体中所含溶质的质量

④ 溶解度曲线

定义：气体在液体中的溶解度可通过实验测定，由实验结果绘成的曲线称为溶解度曲线。通过溶解度曲线，可以看出：

1）在同一溶剂中，相同的温度和溶质分压下，不同气体的溶解度差别很大。由上图可知，其中氨在水中的溶解度最大，氧在水中的溶解度最小。这表明氨易溶于水，氧难溶于水，而二氧化硫则居中。

2）对同一溶质，在相同的气相分压下，溶解度随温度的升高而减小。

3）对同一溶质，在相同的温度下，溶解度随气相分压的升高而增大。

4）对于同样组成的溶液，易溶气体溶液上方的分压小，而难溶气体溶液上方的分压大。

由溶解度曲线所显示的上述规律性可看出，加压和降温有利于吸收操作，因为加压和降温可提高气体溶质的溶解度。反之，减压和升温则有利于解吸操作。

### 7.30.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.30.6作业安排及课后反思

课后作业： P172 第1题

### 7.30.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：吸收部分

## 7.31教学单元三十一

### 7.31.1 教学日期

课次/学时：31/61~62

### 7.31.2教学目标

1、分子扩散与菲克定律

2、扩散系数及其影响因素

3、等分子反向扩散与单相扩散、漂流因子

### 7.31.3教学内容

**知识点：**

1. 分子扩散速率方程——费克（Fick）定律
2. 扩散系数及其影响因素
3. 等分子反向扩散与单相扩散、漂流因子

**重点：**

1. 费克（Fick）定律
2. 漂流因子

**难点：**

1、等分子反向扩散与单相扩散

### 7.31.4教学过程

1、回顾上次课内容（提问、总结）

2、分子扩散速率方程——费克（Fick）定律

1）分子扩散的速率：由分子扩散引起的在单位时间内通过单位截面积所传递的物质量，以J表示。

2）费克（Fick）定律内容

对于两组分物系，某种组分的扩散通量（JA）,与该组分方向上的浓度梯度成正比，此关系在1855年由费克（Fick）在实验的基础上提出，称为费克定律

3、气相中的稳态分子扩散

等分子反向扩散：



一组分通过另一停滞组分的扩散：

扩散系数

定义：扩散系数是物质很重要的传递特性，它表示物质分子扩散速度的大小，扩散系数大，表示分子扩散快。

### 7.31.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.31.6作业安排及课后反思

课后作业：P172 第5题

### 7.31.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：吸收部分

## 7.32教学单元三十二

### 7.32.1 教学日期

课次/学时：32/63~64

### 7.32.2教学目标

1、掌握对流传质、双膜模型要点

2、掌握总传质速率方程表达式、总传质系数与膜传质系数

### 7.32.3教学内容

**知识点：**

1. 对流传质、双膜模型要点
2. 总传质速率方程表达式、总传质系数与膜传质系数
3. 传质阻力分析、气膜控制与液膜控制

**重点：**

1. 总传质系数与膜传质系数
2. 气膜控制与液膜控制

**难点：**

1、双膜模型

### 7.32.3教学过程

1、回顾上次课内容

2、对流传质

定义：湍流主体与相界面之间的分子扩散和涡流扩散两种传质作用之和。

3、吸收过程的机理

吸收过程包括步骤：气体内单相对流传质——相界面的溶解——液相内的单相传质。一般认为：溶解阻力可略，界面气液处于相平衡状态（并由气相转入液相）；单相对流传质——溶质自气液界面转移(扩散)至液相主体（液相一侧）。

4、双膜理论（双阻力理论）

1．气液两相间存在稳定的相界面，界面两侧各有一个很薄的停滞膜，溶质以分子扩散的方式通过此二膜层由气相主体进入液相主体。

2．在相界面处，气液两相达到平衡。

3．在气液两相主体中，溶质浓度均匀。

5、吸收速率方程

吸收速率：单位相际传质面积上单位时间内吸收溶质的量（NA：kmol/m2.s)，是吸收计算的重要参数。吸收速率=推动力（浓度差）/阻力=吸收系数×推动力，吸收系数=1/阻力。

1)用气膜或液膜表示的分吸收速率方程



2)总吸收速率方程:



对于易溶气体，H值很大，传质阻力大都存在于气膜之中，液膜阻力可以忽略，称为“气膜控制”。 此时, KG ≈ kG

对于难溶气体，H值很小，此时传质阻力大都存在于液膜之中，气膜阻力可以忽略，称为“液膜控制”。 KL ≈ kL

6、吸收塔简介

### 7.32.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.32.6作业安排及课后反思

课后作业：复习

### 7.32.6教学单元的参考资料

本课程使用教材：吸收部分

## 7.33教学单元三十三

### 7.33.1 教学日期

课次/学时：33/65~66

### 7.33.2教学目标

1、掌握气体在液体中的溶解度、亨利定律表达式及相互关系

2、相平衡与吸收、解吸的关系

### 7.33.3教学内容

**知识点：**

1. 吸收过程的相平衡关系（溶解度曲线，亨利定律）
2. 影响平衡的主要因素

**重点：**

1. 亨利定律表达式及相互关系

**难点：**

1、吸收剂用量确定

### 7.33.4教学过程

1、回顾上次课内容（提问、总结）

2、① 亨利定律

亨利定律表达了当总压不很高(通常不超过500kPa)时，在恒定的温度下，稀溶液上方的气体溶质平衡分压与该溶质在液相中的组成间的关系。

② 过程方向判断与过程的推动力

过程方向:

a) *ya =mx1* ，V-L平衡，

b) y1> mx1 ，y1 >y1\*，吸收

c) yc< mx1 ，y1 <y1\*，解吸

推动力:

(y1 - y1\*）——气相组成浓度差表示的吸收推动力

(x1\*-x1)——液相组成浓度差表示的吸收推动力

两者△越大，过程速率也就越快

③ 吸收剂的选择

### 7.33.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.33.6作业安排及课后反思

课后作业：p173第8题

### 7.33.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：吸收

## 7.34教学单元三十四

### 7.34.1 教学日期

课次/学时：34/67~68

### 7.34.2教学目标

1、掌握相际间传质速率式，传质阻力

2、气膜控制、液膜控制

### 7.34.3教学内容

**知识点：**

1. 相际传质速率式
2. 传质阻力
3. 气膜控制、液膜控制

**重点：**

1. 相际传质速率式，传质阻力

**难点：**

1. 传质系数间的关系
2. 传质推动力表达式

### 7.34.4教学过程

1、回顾上次课内容（提问、总结）

2、膜吸收速率方程

1）气膜吸收速率方程

2）液膜吸收速率方程

3）界面组成的确定

3、总吸收速率方程

1）以 p-p\*表示总推动力的总传质速率方程

2）以(c\*- c)表示的总吸收速率方程

3）以(y- y\*)表示的总吸收速率方程

4）以(x\*- x)表示的总吸收速率方程

5）以(Y- Y\*)表示的总吸收速率方程

6）以(X\*- X)表示的总吸收速率方程

7）总传质系数与单相传质系数之间的关系

### 7.34.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.34.6 作业安排及课后反思

课后作业：P172第4题

### 7.34.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：吸收部分

## 7.35教学单元三十五

### 7.35.1 教学日期

课次/学时：35/69~70

### 7.35.2教学目标

1、掌握吸收剂用量的确定

### 7.35.3教学内容

**知识点：**

1. 吸收过程的物料衡算，操作线方程
2. 吸收剂的选择及用量的确定
3. 最小溶剂用量的概念

**重点：**

1、最小液气比的计算

**难点：**

1、并流操作时最小液气比的计算

### 7.35.4教学过程

1、回顾上次课内容

2、化工单元设备的计算；设计型；操作型

3、填料层有两个特点

4、设计步骤

5、全塔物料衡算

6、操作线方程与操作线

7、吸收塔内流向的选择

8、吸收剂用量的确定

9、液气比L/V 的确定方法

10、最小液气比，(L/V)min

11、适宜的液气比

### 7.35.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.35.6 作业安排及课后反思

课后作业：P173 第10题

### 7.35.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：吸收部分

## 7.36教学单元三十六

### 7.36.1 教学日期

课次/学时：36/71~72

### 7.36.2教学目标

1、掌握低浓度吸收中填料层高度的计算

### 7.36.3教学内容

**知识点：**

1. 传质单元数及传质单元高度的概念
2. 吸收因子（解吸因子）的概念
3. 低浓吸收填料层高度的计算（平衡线为直线及曲线两种情况）

**重点：**

1、填料层高度计算式

**难点：**

1、填料层高度计算式的多样性及选择

### 7.36.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、由吸收速率方程式引出填料层高度计算通式，分析、讨论如何选择速率方程得出相应计算式；

3、低浓度气体吸收填料层高度的计算

4、分析、讨论传质单元数、传质单元高度工程意义和影响因素。

### 7.36.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.36.6 作业安排及课后反思

课后作业：P173 第11题。

### 7.36.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：吸收部分

## 7.37教学单元三十七

### 7.37.1 教学日期

课次/学时：37/73~84

### 7.37.2教学目标

1、理解理论板概念、理论板数求取方法

2、掌握传质系数的计算与测定。

### 7.37.3教学内容

**知识点：**

1. 理解理论板概念、理论板数求取方法
2. 传质系数的准数关联式
3. 如何组织实施实验测定传质系数
4. 不同研究方法的比较

**重点：**

1. 理论板的概念
2. 理论板数求取

**难点：**

1、理论板数与传质单元数的区别与联系

### 7.37.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、给出理论板概念，比较Z的不同处理方法的特点；

3、推导板式塔操作线，解释其物理意义；

4、逐板计算法、图解法、解析法计算理论板数；

5、布置自学传质系数的计算，引导开展工程实验组织实施的思路

### 7.37.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.37.6作业安排及课后反思

课后作业：P173 第12、13题。

### 7.37.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：吸收部分

## 7.38教学单元三十八

### 7.38.1 教学日期

课次/学时：38/75~76

### 7.38.2教学目标

1、理解高浓度吸收、多组分吸收、化学吸收非等温吸收

2、理解解吸

### 7.38.3教学内容

**知识点：**

1、高浓吸收特点及计算

2、解吸计算

**重点：**

1、解吸计算

**难点：**

1、非等温平衡关系求取

### 7.38.4教学过程

1、回顾总结上一次课的主要内容

2、非等温吸收特点，随温度变化平衡关系的求取；

3、解吸计算。列举法，强调吸收与解吸是完整过程，解吸效果成本决定吸收的效果

### 7.38.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.38.6作业安排及课后反思

课后作业：复习所学内容。

### 7.38.7教学单元的参考资料

本课程使用教材：吸收部分

## 7.39教学单元三十九

### 7.39.1 教学日期

课次/学时：39/77~78

### 7.39.2教学目标

习题讲解、总复习

### 7.39.3教学内容

**知识点：**

习题讲解、总复习

**重点：**

无

**难点：**

无

### 7.39.4教学过程

1、复习上册内容

2、举例题讲解

### 7.39.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.39.6作业安排及课后反思

课后作业：复习思考

### 7.39.7教学单元的参考资料

## 7.40教学单元四十

### 7.40.1 教学日期

课次/学时：40/79~80

### 7.40.2教学目标

习题讲解、总复习

### 7.40.3教学内容

**知识点：**

习题讲解、总复习

**重点：**

无

**难点：**

无

### 7.40.4教学过程

1、复习下册内容

2、举例题讲解

### 7.40.5 教学方法

本节主要采用讲授法、图例讲授法、案例分析法、提问法。

### 7.40.6作业安排及课后反思

课后作业：复习思考

### 7.40.7教学单元的参考资料

# 8．课程要求

## 8.1学生自学要求

课前应预习相应内容，对涉及的基本概念、基本公式及其应用有基本了解；课后认真复习教材及教参相关内容；对教师布置的自学任务应认真完成。

## 8.2课外阅读要求

根据自己学习情况或兴趣点阅读教辅资料或相关文献。

## 8.3课堂讨论要求

每节课均有相关知识巩固、内容延展及扩展思维相关问题。学生应积极参与课堂提问及课堂讨论，这是对所学知识加深理解的重要途径。

## 8.4课后复习要求

遗忘在学习之后立即开始，而且遗忘的进程并不是均匀的。最初遗忘速度很快，以后逐渐缓慢。可见若不及时巩固，在学习后1小时遗忘率可高达55.8%，因此课后及时复习是很有必要的，这不仅可以巩固所学知识，还可以加深对所学知识的理解以及很好的锻炼自己对知识的概括和总结能力。

# 9．课程考核

## 9.1出勤（迟到、早退等）作业、报告等的要求

### 9.1.1 出勤

本课程的学习中，选课同学应该主动遵守学校学生管理条例中关于出勤的相关政策规定。对无故缺席的同学，每缺席 1 次平时考勤成绩扣 5 分，直至扣完。

### 9.1.2 迟到与早退

上课铃后进入教室的同学算迟到，下课铃前擅自离开教室的同学按早退处理。5次无故迟到10分钟及10分钟以内的同学算缺席1次，1次无故迟到10分钟及10分钟以上的同学计缺席1次；1次无故早退的同学算缺席1次。

平时成绩按100分计算时，【平时作业占80%，出勤考察占20%】，考勤总分100计，迟到或早退一次扣2分；缺席一次扣5分；作业按5级制，即A、B、C、D、E计算，其中A+=100，A=95，A-=90，B+=88，B=85，B-=80，C+=78，C=75，C-=70，D+=68，D=65，D-=60，E=50。平时作业成绩取应交作业的平均值，不交作业，则该次作业的成绩为0。半期测试按照一次作业算，成绩按100分计半期测试总分。

## 9.2成绩的构成与评分规则说明

课程成绩由平时成绩与考试成绩两部分构成，其比例按学校相关规定执行。

平时成绩由考勤、作业构成。等级分数与百分制分数换算如9.1所示。课堂提问成绩属奖励性质，积极主动回答问题者可获平时成绩奖励，被动抽问作答者按考勤处理。

## 9.3考试形式及说明

考试形式由教研室统一规定。相同性质班级原则统考、流水阅卷，教考分离。

# 10．学术诚信

## 10.1考试违规与作弊处理

考试违规与作弊处理依据《四川理工学院学生考试违纪和作弊处理办法》执行

## 10.2杜撰数据、信息处理等

作业抄袭按最低等级记载。

## 10.3学术剽窃处理等

按学校相关规定处理。

# 11．课堂规范

## 11.1课堂纪律

1、上课期间请关闭手机，或将手机调至振动模式。不要玩手机；

2、上课期间请不要说话或大声喧哗，干扰其他同学听课与思考；

3、迟到的同学请安静地找座位坐下，并认真听讲；

4、若在课堂期间有私事需要处理，请安静离开，到教室外解决后安静地回到座位上；

5、课堂讲授过程中若需表达自己的观点前，请举手示意，得到允许后发言；

6、课堂提问过程中请不要随意提醒或帮答，若想阐述自己的观点，需在答题同学言毕后，举手示意，得到允许后发言；

7、上课期间不得随意进出教室。

## 11.2课堂礼仪

1、进入课堂，不得穿拖鞋、背心；

2、教室内不得吸烟；

3、不在教室吃东西；

4、爱护公物，不得随意在课桌椅、墙壁上乱写乱画；

4、离开教室时随手带走自己的垃圾。

5、课堂讨论过程中请注意聆听别人的观点，发表自己观点时不许涉及人身攻击。

# 12．课程资源

## 12.1教材与参考书

[1] 陈敏恒, 丛德滋, 方图南. 化工原理[M]. 北京, 化学工业出版社, 2006

[2] 谭天恩. 化工原理[M]. 北京, 化学工业出版社, 2010，

[3] 柴成敬, 王军, 陈常贵, 等. 化工原理课程学习指导[M]. 天津: 天津大学出版社, 2003

[4] 何潮洪, 窦梅, 钱栋英. 化工原理操作型问题的分析[M]. 北京, 化学工业出版社, 1998

[5] 马江权, 冷一欣, 韶晖, 等. 化工原理学习指导（第二版）[M]. 上海, 华东理工大学出版社, 2012.

## 12.2专业学术著作

[1] 戴干策, 陈敏恒. 化工流体力学[M]. 北京, 化学工业出版社, 1988

[2] 《化工设备设计全书》编写委员会.化工设备设计全书[M]. 北京, 化学工业出版社, 2004

## 12.3专业刊物

各类期刊均可。

## 12.4网络课程资源

1、各高校网页精品课程

2、学校图书馆的超星数字图书

3、各种网络资源

# 13．教学合约

## 13.1教师作出师德师风承诺

1、以学生为中心，公平对待每一位学生。在教学过程中，本人将对不同出身、性别、智力、相貌、年龄、个性以及关系密切程度不同的学生尽量做到一视同仁，同等对待，对每一位学生都关心、爱护、无偏袒、不以个人的私利和好恶作标准；

2、在教学过程中，尽量多举与实际生活息息相关的例子，用最浅显易懂、幽默的语言表达课程中比较复杂抽象的概念；

3、积极引导学生的自主学习。通过案例分析、知识点对比、归纳等多种讲授方式引导学生积极主动的学习，使学生深刻体会所学知识、研究方法和思维方式对工程实际、科研道路或职场工作的价值。

## 13.2阅读课程实施大纲，理解其内容

1、我已经认真阅读了 《化工原理》 课程实施大纲， 并清楚理解其中所陈述的内容；

2、任课教师已预备足够的时间让我咨询课程实施大纲的相关内容；

## 13.2同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望

1、我认同任课教师针对课程实施所提的课程标准；

2、我同意遵守本课程实施大纲中所阐述的课程考核方式、学术诚信规定、课堂规范等规定。

# 14．其他说明

如果同学们对本课程实施有意见和建议，欢迎大家提出，我会在今后的教学过程中不断的完善课程实施大纲，以便更进一步的提高教育质量。