

全国重点名校系列

新版

全国硕士研究生招生考试 考研专业课精品资料

【电子书】2024年中国矿业大学

(北京) 856化工原理考研精品资料

策划：辅导资料编写组

真题汇编 直击考点
考研笔记 突破难点
核心题库 强化训练
模拟试题 查漏补缺

高分子长学姐推荐



【初试】2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清 PDF 电子版支持打印，考研首选资料。

一、中国矿业大学（北京）856 化工原理考研真题汇编及考研大纲

0. 中国矿业大学（北京）856 化工原理 1999-2000、2003-2008、2010-2012、2021 年考研真题，暂无答案。

说明：分析历年考研真题可以把握出题脉络，了解考题难度、风格，侧重点等，为考研复习指明方向。

1. 中国矿业大学（北京）856 化工原理考研大纲

①2023 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研大纲。

说明：考研大纲给出了考试范围及考试内容，是考研出题的重要依据，同时也是分清重难点进行针对性复习的推荐资料，本项为免费提供。

二、2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研资料

2. 《化工原理》考研相关资料

(1) 《化工原理》[笔记+课件+提纲]

①中国矿业大学（北京）856 化工原理之《化工原理》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段首选资料。

②中国矿业大学（北京）856 化工原理之《化工原理》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③中国矿业大学（北京）856 化工原理之《化工原理》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

(2) 《化工原理》考研核心题库（含答案）

①中国矿业大学（北京）856 化工原理考研核心题库之选择题精编。

②中国矿业大学（北京）856 化工原理考研核心题库之填空题精编。

③中国矿业大学（北京）856 化工原理考研核心题库之简答题精编。

④中国矿业大学（北京）856 化工原理考研核心题库之计算题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习首选资料。

(3) 《化工原理》考研模拟题[仿真+强化+冲刺]

①2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习首选。

③2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺首选资料。

三、电子版资料全国统一零售价

3. 本套考研资料包含以上一、二部分（高清 PDF 电子版，不含教材），全国统一零售价：[¥]

特别说明：

- ①本套资料由本机构编写组按照考试大纲、真题、指定参考书等公开信息整理收集编写，仅供考研复习参考，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权、请联系我们将立即处理。
- ②资料中若有真题及课件为免费赠送，仅供参考，版权归属学校及制作老师，在此对版权所有者表示感谢，如有异议及不妥，请联系我们，我们将无条件立即处理！

四、2024 年研究生入学考试指定/推荐参考书目（资料不包括教材）

4. 中国矿业大学（北京）856 化工原理考研初试参考书

《化工原理》（修订版），夏清编，天津大学出版社，2010 年。

五、本套考研资料适用学院和专业及考试题型

化学与环境工程学院：化学工程与技术/新能源科学与工程/碳中和科学与工程/化学工程

择题、填空题、简答题、计算题

版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何异议请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

目录

封面.....	1
目录.....	4
2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理备考信息.....	7
中国矿业大学（北京）856 化工原理考研初试参考书目.....	7
中国矿业大学（北京）856 化工原理考研招生适用院系及考试题型.....	7
中国矿业大学（北京）856 化工原理历年真题汇编.....	8
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2021 年考研真题（暂无答案）.....	8
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2012 年考研真题（暂无答案）.....	11
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2011 年考研真题（暂无答案）.....	14
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2010 年考研真题（暂无答案）.....	18
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2008 年考研真题（暂无答案）.....	21
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2007 年考研真题（暂无答案）.....	23
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2006 年考研真题（暂无答案）.....	25
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2005 年考研真题（暂无答案）.....	27
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2004 年考研真题（暂无答案）.....	30
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2003 年考研真题（暂无答案）.....	33
中国矿业大学（北京）856 化工原理 2000 年考研真题（暂无答案）.....	37
中国矿业大学（北京）856 化工原理 1999 年考研真题（暂无答案）.....	40
中国矿业大学（北京）856 化工原理考研大纲.....	44
2023 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研大纲.....	44
2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研核心笔记.....	46
《化工原理》考研核心笔记.....	46
第 1 章 流体流动.....	46
考研提纲及考试要求.....	46
考研核心笔记.....	46
第 2 章 流体输送机械.....	60
考研提纲及考试要求.....	60
考研核心笔记.....	60
第 3 章 非均相物系的分离和固体流态化.....	70
考研提纲及考试要求.....	70
考研核心笔记.....	70
第 4 章 传热.....	84
考研提纲及考试要求.....	84
考研核心笔记.....	84

第 5 章 蒸发.....	92
考研提纲及考试要求.....	92
考研核心笔记.....	92
第 6 章 蒸馏.....	96
考研提纲及考试要求.....	96
考研核心笔记.....	96
第 7 章 吸收.....	103
考研提纲及考试要求.....	103
考研核心笔记.....	103
第 8 章 蒸馏和吸收塔设备.....	116
考研提纲及考试要求.....	116
考研核心笔记.....	116
第 9 章 液—液萃取.....	119
考研提纲及考试要求.....	119
考研核心笔记.....	119
第 10 章 干燥.....	130
考研提纲及考试要求.....	130
考研核心笔记.....	130
第 11 章 结晶和膜分离.....	137
考研提纲及考试要求.....	137
考研核心笔记.....	137
2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研辅导课件.....	140
《化工原理》考研辅导课件.....	140
2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研复习提纲.....	232
《化工原理》考研复习提纲.....	232
2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研核心题库.....	236
《化工原理》考研核心题库之选择题精编.....	236
《化工原理》考研核心题库之填空题精编.....	254
《化工原理》考研核心题库之简答题精编.....	262
《化工原理》考研核心题库之计算题精编.....	271
2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理之《化工原理》考研仿真五套模拟题.....	325
2024 年《化工原理》考研五套仿真模拟题及详细答案解析（一）.....	325
2024 年《化工原理》考研五套仿真模拟题及详细答案解析（二）.....	329
2024 年《化工原理》考研五套仿真模拟题及详细答案解析（三）.....	334
2024 年《化工原理》考研五套仿真模拟题及详细答案解析（四）.....	339
2024 年《化工原理》考研五套仿真模拟题及详细答案解析（五）.....	344
2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理之《化工原理》考研强化五套模拟题.....	349
2024 年《化工原理》考研强化五套模拟题及详细答案解析（一）.....	349

2024 年《化工原理》考研强化五套模拟题及详细答案解析（二）	354
2024 年《化工原理》考研强化五套模拟题及详细答案解析（三）	359
2024 年《化工原理》考研强化五套模拟题及详细答案解析（四）	365
2024 年《化工原理》考研强化五套模拟题及详细答案解析（五）	371
2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理之《化工原理》考研冲刺五套模拟题	377
2024 年《化工原理》考研冲刺五套模拟题及详细答案解析（一）	377
2024 年《化工原理》考研冲刺五套模拟题及详细答案解析（二）	383
2024 年《化工原理》考研冲刺五套模拟题及详细答案解析（三）	388
2024 年《化工原理》考研冲刺五套模拟题及详细答案解析（四）	393
2024 年《化工原理》考研冲刺五套模拟题及详细答案解析（五）	397

2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理备考信息

中国矿业大学（北京）856 化工原理考研初试参考书目

《化工原理》（修订版），夏清编，天津大学出版社，2010 年。

中国矿业大学（北京）856 化工原理考研招生适用院系及考试题型

化学与环境工程学院：化学工程与技术/新能源科学与工程/碳中和科学与工程/化学工程

择题、填空题、简答题、计算题

中国矿业大学（北京）856 化工原理历年真题汇编

中国矿业大学（北京）856 化工原理 2021 年考研真题（暂无答案）

中国矿业大学（北京）

二〇二一年硕士研究生入学考试试题

科目名称：化工原理

共 3 页 第 1 页

一、选择题（每题 2 分，共 20 分）

1. 不可压缩流体在水平等径直管中作等温定态流动时，摩擦阻力损失 h_f 所损失的是机械能中的()。
 - A、动能 B、静压能 C、位能 D、动能、静压能和位能
2. 离心泵的工作点()。
 - A、由泵铭牌上的流量和扬程所决定
 - B、泵的最大效率所对应的点
 - C、由泵的特性曲线所决定
 - D、是泵的特性曲线与管路特性曲线的交点
3. 流体在长为 3m、高为 2m 的矩形管道内流动，则该矩形管道的当量直径为 ()。
 - A、1.2m B、0.6m C、2.4m D、4.8m
4. 造成离心泵气缚的原因是()。
 - A、安装高度太高 B、泵内流体平均密度太小
 - C、入口管路阻力太大 D、泵不能抽水
5. 在重力场中，微小颗粒的沉降速度与下列因素无关()。
 - A、粒子几何形状 B、粒子几何尺寸
 - C、流体与粒子的密度 D、流体的流速
6. 换热器中冷热流体一般为逆流流动，这主要是为了()。
 - A、提高传热系数 B、减少冷却剂用量
 - C、提高对数平均温度差 D、减小流动阻力
7. 为蒸发某种黏度随浓度和温度变化较大的溶液，应采用()流程。
 - A、并流加料 B、逆流加料
 - C、平流加料 D、自然双效三体并流加料
8. 低浓度逆流吸收塔设计中，若气体流量、进出口组成及液体进口组成一定，减少吸收剂用量，传质推动力将()。
 - A、增大 B、减小 C、不变 D、不能判断
9. 填料塔的吸收面积等于()。
 - A、塔内填料总表面积
 - B、塔的截面积
 - C、塔内润湿的填料表面积
10. 干燥热敏性的湿物料时，可选用()干燥器较适合。
 - A、气流 B、厢式 C、转筒 D、喷雾

（所有答案必须写在答题纸上，试题和答卷一起交回）

命题时间：2020 年 10 月 28 日

中国矿业大学（北京）
二〇二一年硕士研究生入学考试试题

科目名称：化工原理

共 3 页 第 2 页

二、填空题（每空 1 分，共 25 分）

1. 调节离心泵流量常用的方法有_____，_____和_____。
2. 在旋风分离器中，某球形颗粒的旋转半径为 0.4 m，切向速度为 15 m/s。当颗粒与流体的相对运动属层流时，其分离因数为_____。（重力加速度取 9.81m/s^2 ）
3. 含尘气体中尘粒直径在 $75\ \mu\text{m}$ 以上的，一般应选用_____除尘；若尘粒直径在 $5\sim 75\ \mu\text{m}$ 之间，可选用_____。
4. 间壁换热器中总传热系数 K 的数值接近于热阻_____的一侧的值，管壁温度 t_w 接近于 α 值_____的一侧的流体温度（大/小）。
5. 黑体是指_____的物体。
6. 蒸发操作中，引起温度差损失的原因有_____、_____以及_____。
7. 对精馏操作在其他条件不变的情况下，增大回流比 R ，则精馏段的操作线斜率将_____，提馏段的操作线斜率将_____，完成同样的分离任务所需的全塔理论板数将_____，与此同时，塔釜再沸器的加热速率将_____。
8. 溶液结晶要经历_____和_____两个阶段。形成溶液过饱和状态的两种基本方法是_____和浓缩溶液。
9. 萃取单元中的分配系数是指一定温度下，_____之比，数学表达式为_____，而选择性系数表示_____， $k_A < 1$ 意味着_____。
10. 已知在 $t=50^\circ\text{C}$ 、 $p=1\text{atm}$ 时空气中水蒸气分压 $p_v=55.3\text{mmHg}$ ，则该空气的湿含量 $H=_____$ ；相对湿度 $\varphi=_____$ 。（ 50°C 时水的饱和蒸气压为 92.51mmHg ）

三、简答题（每题 8 分，共 40 分）

1. 比较以下术语的区别和联系：（1）压头和升扬高度；（2）气缚与气蚀；（3）允许吸上真空度和汽蚀余量。
2. 因某种原因使进入降尘室的含尘气体温度升高，若气体质量、压力及含尘情况不变，这种情况下降尘室出口气体的含尘量将有何变化？结合除尘室基本原理和公式进行说明。已知层流时的重力沉降公式 $u_t = d_p^2(\rho_s - \rho)g / (18\mu)$
3. 试结合所学传热原理解释生活中的传热现象：（1）盆中的鸡汤上飘着一层油的时候，比没有油的鸡汤，冷却速度明显变慢；（2）冬天为保温，北方的窗户一般都用双层玻璃。
4. 写出气、液并流的吸收塔操作线方程，并在 X-Y 图上示意画出相应的操作线。
5. 对于一种液体混合物，根据哪些因素决定是采用蒸馏方法还是采用萃取方法进行分离？

（所有答案必须写在答题纸上，试题和答卷一起交回）

命题时间：2020 年 10 月 28 日

中国矿业大学（北京）
二〇二一年硕士研究生入学考试试题

科目名称：化工原理

共 3 页 第 3 页

四、计算题（共 65 分）

- （15 分）采用内径为 500 mm 的水平圆管从油库向外输送原油，测得离心泵入口处压力 $p_1 = 80$ kPa（真空度），泵出口处的压力 $p_2 = 300$ kPa（表压）。求：（1）泵的有效功率、轴功率；（2）不考虑局部阻力，求泵出口下游管道 1000 m 处的压力 p_3 （表压）。已知泵的效率为 70%，原油的流量为 $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ ，密度为 $890 \text{ kg}/\text{m}^3$ ，粘度为 $0.4 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ，摩擦系数 $\lambda=0.01$ 。
- （10 分）用降尘室除去含尘气体中的固体颗粒，已知降尘室长 5 m、宽 4 m、高 6 m，共 20 层隔板，粉尘按球形颗粒处理，密度为 $3500 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。气体的处理量为 $4500 \text{ m}^3/\text{h}$ 。求理论上能完全除去的最小颗粒直径（ μm ）。已知操作条件下，气体的密度为 $1.2 \text{ kg}/\text{m}^3$ ，粘度为 $1.8 \times 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。
- （10 分）有一套管式换热器，内管为 $\Phi 180 \times 10 \text{ mm}$ 的钢管，内管中有质量流量为 $3000 \text{ kg}/\text{h}$ 的热水，从 90°C 冷却到 60°C 。环隙中冷却水从 20°C 升到 50°C 。总传热系数 $K=1500 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ 。试求：（1）冷却水用量；（2）并流流动时的平均温度差及所需传热面积；（3）逆流流动时的平均温度差及所需传热面积。水的比热按 $4.18 \text{ kJ}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ 计算。
- （15 分）在连续精馏塔中分离由苯和甲苯组成的混合液，泡点进料、泡点回流，已知原料液流量为 $100 \text{ kmol}/\text{h}$ ，苯含量为 38%（摩尔分数，下同）。若要求釜液中苯含量不高于 2%，馏出液的回收率为 97%。试求：
 - 馏出液的流量和组成；
 - 已知苯-甲苯物系的相对挥发度为 2.46，则最小回流比为多少？
 - 如果回流比是最小回流比的 1.8 倍，求进料板位置？
- （15 分）在一逆流操作的填料吸收塔中，用清水吸收混合气体中的溶质组分。进塔气体中溶质组成为 0.04（摩尔比，下同），吸收率为 99%。出塔液相中溶质组成为 0.015。操作压力为 101.3 kPa ，温度 25°C ，该条件下的气液平衡关系为 $Y=2X$ （ Y, X 为摩尔比）。若已知单位塔截面上惰性气体流量为 $0.015 \text{ kmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，气相体积吸收总系数 K_{Ga} 为 $3.95 \times 10^{-4} \text{ kmol}/(\text{m}^3\cdot\text{s}\cdot\text{kPa})$ ，求：所需的填料层高度？

（所有答案必须写在答题纸上，试题和答卷一起交回）

命题时间：2020 年 10 月 28 日

中国矿业大学（北京）856 化工原理 2012 年考研真题（暂无答案）

中国矿业大学 2012 年硕士研究生入学考试初试试题

科目代码：818 科目名称：化工原理 满分：150 分

注意：①认真阅读答题纸上的注意事项；②所有答案必须写在答题纸上，写在本试题纸或草稿纸上均无效；③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回！

一、实验题（15 分）

现拟用套管换热器做传热实验，用饱和水蒸汽加热空气，冷凝水在饱和蒸汽温度下排出，以测定圆管内强制对流情况下空气的传热系数准数关联式。由因次分析法推导得出

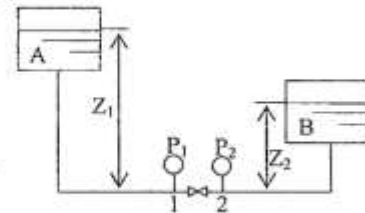
$$Nu = f(Re, Pr), \text{ 其中 } Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}, Re = \frac{du\rho}{\mu}, Pr = \frac{c_p \mu}{\lambda};$$

d 为内管内径， u 为内管流速， α 为传热系数， λ 为导热系数， c_p 为比热， ρ 为密度。试问：

- (1) 实验中如何安排管程和壳程流体；
- (2) 如用幂函数描述准数之间的关系，且忽略两流体物性的变化。写出实验原理及有关表达式，指出应测定哪些参数和如何进行数据处理。

二、简答题：（每小题 7 分，共 35 分）

1. 如右图所示，槽 A 和 B 之间经过一等径管相连，在管线上装有一阀门，阀前后分别安装有压力表（1, 2 处）。假定槽 A 和 B 液面恒定，阀前后管长分别为 L_1 和 L_2 。试分析：



- (1) 若关闭阀门，两压力表指示值分别为多少（以计算式表示）；
 - (2) 若将阀门由大关小，试分析管内流量如何变化？1, 2 处压力表读数如何变化？
2. 根据自由沉降原理，提出一种测量某液体（如某型号的机油）粘度的简易方法并叙述其原理。

（参考计算式：颗粒自由沉降速率 $u_t = \sqrt{\frac{4gd(\rho_s - \rho)}{3\xi\rho}}$ ；阻力系数分别为层流区 $\xi = \frac{24}{Re}$ ，过渡流区 $\xi = \frac{18.5}{Re^{0.6}}$ ，湍流区 $\xi = 0.44$ 。其中， d 表示球形直径； ρ_s 表示固体密度； ρ 表示液体密度）。

科目代码：818

科目名称：化工原理

第 1 页 共 3 页

中国矿业大学（北京）856 化工原理考研大纲

2023 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研大纲

《化工原理》考试大纲

学院（盖章）：

负责人（签字）：

专业代码：081701、081702、081703

专业名称：化学工程、化学工艺、生物化工

考试科目代码：

考试科目名称：化工原理

（一）考试内容

《化工原理》是化学工程、化学工艺及其他相关专业学生必修的一门化学工程基础技术课程，主要研究化工生产过程中各物理单元操作的共性原理、设备的性能和设计计算。要求考生掌握物料衡算，能量衡算，过程速率和平衡关系等研究化工单元操作的方法并能灵活应用，掌握各单元操作过程原理和设备性能，能够进行定量过程计算和基本的工程设计，并具备综合运用所学知识分析和解决问题的能力。本课程试题重点考察以下内容：

一、 流体流动

- （1）流体运动的考察方法、流体受力和能量守恒分析方法；
- （2）流体静力学及压强测定；
- （3）流体流动的连续性方程及其应用；
- （4）机械能守恒及伯努利方程的应用；
- （5）流速分布及流动阻力分析计算；
- （6）管路计算；
- （7）流速和流量的测定、流量计。

二、 流体输送机械

- （1）离心泵的类型、结构、工作原理、性能参数、特性曲线、流量调节、组合操作、安装和汽蚀现象；
- （2）往复泵的类型、工作原理、流量调节和特性曲线。

三、 沉降与过滤

- （1）流体与单个固体颗粒的相对运动、沉降速度；
- （2）降尘室、旋风分离器等主要沉降分离设备及操作原理；
- （3）重力沉降、离心沉降原理与设备；
- （4）过滤原理和分类、过滤速率及其在恒压条件下的应用；
- （5）过滤设备，过滤机的生产能力计算。

三、 传热

- （1） 传导、对流和辐射传热的基本理论；
- （2） 对流传热系数及其主要影响因素
- （3） 两流体间壁传热过程计算
- （4） 列管式换热器的选型及计算；
- （5） 传热过程的强化

四、吸收

- (1) 分子扩散的和费克定律
- (2) 等分子反向扩散和通过静止组分的单向扩散；
- (3) 双膜理论；
- (4) 气液相平衡和亨利定律
- (5) 吸收塔计算，传质单元高度和传质单元数的计算

五、蒸馏

- (1) 双组分混合液的汽液平衡；
- (2) 平衡蒸馏和简单蒸馏；
- (3) 精馏原理；
- (4) 两组分连续精馏的计算，精馏塔的操作和调节。

六、固体干燥

- (1) 湿空气的湿焓图
- (2) 干燥过程的物料衡算、热量衡算及平衡与速率的关系。

(二)、考试的基本要求：

1. 熟练掌握单元操作的基本概念和基本原理；

重点掌握流体流动现象的本质；离心泵和往复泵的工作原理；过滤操作的基本原理；强化和削弱传热过程的原理和方法；亨利定律的多种表达方式，双膜理论的主要观点；精馏原理；湿空气的湿焓图。

2. 掌握单元操作过程的典型设备的特性，并能正确进行选型；

各类化工用泵的特性和选型；常用流量计的正确使用；板式塔和填料塔的特点及性能负荷图。

3. 掌握主要单元操作过程的基本设计计算方法；

流体静力学方程、连续性方程、柏努利方程的实际应用，流动过程中阻力的计算；离心泵安装高度的计算；两流体间壁传热过程计算、列管换热器选型及计算；两组分连续精馏的计算；填料塔的吸收传质计算。

4. 能够灵活运用单元操作的基本原理，分析解决单元操作常见问题。

(三)、考试基本题型

基本题型可能有：选择题、填空题、简答题、计算题等。

2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研核心笔记

《化工原理》考研核心笔记

第 1 章 流体流动

考研提纲及考试要求

- 考点：流体的密度
- 考点：流体静力学基本方程式
- 考点：流体的黏度
- 考点：流量和流速
- 考点：流体静力学基本方程式的应用
- 考点：流动类型和雷诺数
- 考点：文丘里流量计

考研核心笔记

【核心笔记】流体的物理性质

1. 流体的密度

(1) 流体：液体和气体的总称

- ①流动性；
- ②无固定形状，随容器的形状而变化；
- ③在外力作用下流体内部发生相对运动；
- ④抗剪抗张的能力很小。

(2) 流体连续性假设：

设流体是由大量质点组成的彼此间没有空隙，完全充满所占空间的连续介质。流体的物理性质及运动参数在空间作连续分布，可用连续函数加以描述。

定义：单位体积流体具有的质量

$$\rho = \Delta m / \Delta V$$

$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} \text{ 点密度}$$

液体 $\rho = \rho(T)$ 不可压缩流体

气体 $\rho = \rho(p, T)$ 可压缩流体

$$\frac{\rho V}{T} = \frac{\rho' V'}{T'} \xrightarrow{m=\rho V} \rho = \rho' \frac{T' p}{T p'}$$

理想气体的密度

$$\rho = \frac{pM}{RT}$$

$$\rho = \frac{MT_0 p}{22.4 T p_0}$$

混合流体的密度

液体混合物 1kg 混合物为基准，设各组分混合前后体积不变

$$\frac{1}{\rho_m} = \sum \frac{x_i}{\rho_i} \rho_m = \frac{1}{\frac{x_{wA}}{\rho_A} + \frac{x_{wB}}{\rho_B} + \dots + \frac{x_{wn}}{\rho_n}}$$

x_w —组分的质量分数

气体混合物

1m³ 混合气体为基准，设各组分混合前后质量不变

$$\rho_m = \rho_A x_{VA} + \rho_B x_{VB} + \dots + \rho_n x_{Vn}$$

x_v —组分的体积分数

$$\rho_m = \frac{p M_m}{RT} M_m = M_A y_A + M_B y_B + \dots + M_n y_n$$

y —组分的物质的量分数

2. 流体的黏度

(1) 牛顿黏性定律

运动着的流体内部相邻两流体层间的相互作用力就是流体的内摩擦力或剪切力，黏滞力或黏性摩擦力

牛顿型流体：凡符合牛顿黏性定律的流体，所有气体和大多数液体。

非牛顿型流体：凡是剪应力与速度梯度不符合牛顿黏性定律的流体均称为非牛顿型流体。胶体溶液、泥浆、乳浊液、长链聚合物溶液、涂料及混凝土等。

(2) 流体的黏度

$$\mu = \frac{\tau}{\frac{du}{dy}}$$

黏度的物理意义：

促使流体流动产生单位速度梯度的剪应力

液体的粘度随温度的升高而减小；气体的粘度随温度的升高而增大。压力对液体和气体粘度的影响很小。

黏度的单位

$$[\mu] = \left[\frac{\tau}{(du/dy)} \right] = \left(\text{N} \cdot \text{m}^{-2} \right) / \left(\text{m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \right) = \text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2} = \text{Pa} \cdot \text{s}$$

$$P \text{ (泊)} = \text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 100\text{cP} \text{ (厘泊)} = 10^{-1} \text{Pa} \cdot \text{s}$$

【核心笔记】流体静力学基本方程式

压力垂直作用于流体单位面积上的力称为流体的静压强，简称压强，俗称压力，Pa

$$p = \frac{\Delta P}{\Delta A}$$

点压强：

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A}$$

压强的单位

$$1 \text{ atm} = 1.033 \text{ kgf/cm}^2 = 760 \text{ mmHg} = 10.33 \text{ mH}_2\text{O} = 1.0133 \text{ bar} = 1.0133 \times 10^5 \text{ Pa}$$

工程上将 1 kgf/cm^2 近似地作为 1 个大气压，称为 1 工程大气压

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kgf/cm}^2 = 735.6 \text{ mmHg} = 10 \text{ mH}_2\text{O} = 0.9807 \text{ bar} = 9.807 \times 10^4 \text{ Pa}$$

(1) 压强的不同表示法

绝对压强：以绝对零压作为起点计算的压强，是流体的真实压强

表压强：表压强 = 绝对压强 - 大气压强

真空度：真空度 = 大气压强 - 绝对压强

1. 流体静力学基本方程式

$$W = mg = \rho(z_1 - z_2)Ag$$

$$P_2 - P_1 - \rho(z_1 - z_2)Ag = 0$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$p_2 = p_1 + \rho(z_1 - z_2)g$$

$$p_2 = p_1 + \rho g(z_1 - z_2)$$

$$\frac{p_1}{\rho} + gz_1 = \frac{p_2}{\rho} + gz_2$$

当液面上方的压强为 p_0 ，距液面 h 处的压强为 p

$$p = p_0 + \rho gh$$

流体静力学方程的适用条件及意义：

只适用于静止的、连通的同一种连续流体。

在重力场作用下，静止液体内部压强的变化规律

$$p = p_0 + \rho gh$$

(1) 传递定律： p_0 有变化时，流体内部其他各点上的压强也发生变化；

(2) 等压面的概念：在静止的同一连续流体内，处于同一水平面上各点的压强都相等；

(3) 压强可以用一定高度的流体柱来表示。

$$\frac{p - p_0}{\rho g} = h$$

2. 流体静力学基本方程式的应用

测量两截面间的压强差或任意截面上的压强；

测量容器内的液面位置；

计算液封高度。

(1) 测量压强差与压强

① U 形管压差计（液柱压差计）

应用条件

指示液 A 与被测流体 B 不互溶也不起化学反应

$$\rho_A > \rho_B$$

(2) 微差压力计

① U 管内放入两种密度相近且互不相溶的指示液 A 和 C。

② 在 U 管顶部增设两个扩张室。

$$p_2 - p_1 = (\rho_A - \rho_C)Rg + (\rho_C - \rho_B)R'g$$

$$p_2 - p_1 = (\rho_A - \rho_C)Rg$$

生产中配套使用的两种指示液有：石蜡油和乙醇水溶液、苯甲基醇和氯化钙盐水 U 形管的直径 d 与扩张室直径 D 之比： $\leq 1:10$

(3) 计算液封高度

为控制乙炔发生炉内压强不超过 $10.7 \times 10^3 \text{Pa}$ (表压)，需在炉外装有安全液封，其作用是当炉内压强超过规定值时，气体就从液封管排出。求安全液封管应插入槽内水面下的深度。

【核心笔记】流体流动的基本方程

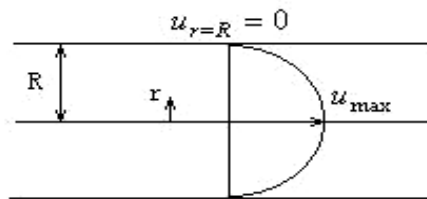
1. 流量和流速

流量: 单位时间流过管道内任一截面流体量

体积流量 $V_s \text{m}^3/\text{s}$

质量流量 $w_s \text{kg}/\text{s}$

流速: 单位时间内流体在流动方向上通过的距离



管中心: $r=0, u_r=u_{\max}$;

管壁处: $r=R, u_r=0$;

在工程计算上为方便起见，流体的流速通常指整个管截面上的平均流速

$$u = \frac{V_s}{A} = \frac{w_s}{\rho A} \quad \text{m/s}$$

质量流速: 单位时间内气体通过管道单位截面的质量

$$G = \frac{w_s}{A} = \frac{V_s \rho}{A} = u \rho \quad \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$$

输送管路的直径

$$u = \frac{V_s}{A} = \frac{V_s}{\pi d^2 / 4} = \frac{4V_s}{\pi d^2} \quad d = \sqrt{\frac{4V_s}{\pi u}}$$

2. 稳态流动和非稳态流动

流体流动时，若任一点处的流速、压力、密度等与流体有关的流动参数都不随时间而变化，稳态流动。只要有一个流动参数随时间变化，非稳态流动。

(3) 错流和折流时的 Δt_m

按逆流计算，加以校正，即

$$\Delta t_m = \varphi_{\Delta t} \Delta t'_m$$

式中 $\Delta t'_m$ ——按逆流计算的对数平均温差，

$\varphi_{\Delta t}$ ——温差校正系数， $\varphi_{\Delta t} = f(P, R)$ ， $P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$ ； $R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1}$

4. 总传热系数

(1) 外表面为基准的总传热系数计算式为：

$$\frac{1}{K_0} = \frac{d_0}{\alpha_i d_i} + \frac{b d_0}{\lambda d_m} + \frac{1}{\alpha_o} + R_{si} \frac{d_0}{d_i} + R_{so}$$

(2) 热面积

传热面积 $S_0 = \pi d_0 L n$

式中： S_0 ——换热器传热的外表面积，

L ——换热器管长，

n ——换热器的管子根数。

【核心笔记】对流传热系数关联式

1. 影响对流传热系数的因数

- (1) 流体物性，主要是比热容、导热系数、密度和黏度；
- (2) 流体的流动状态；
- (3) 流动的原因是强制对流还是流体自然对流；
- (4) 传热面的形状、位置和大小；
- (5) 传热过程中有无相态变化。

2. 无相变时对流传热系数的关联式

由对流传热过程的因次分析知，与对流传热有关的准数有：

努塞尔特准数 $Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$ ；雷诺准数 $Re = \frac{l u \rho}{\mu}$ ；

普兰特准数 $Pr = \frac{c_p \mu}{\lambda}$ ；格拉斯霍夫准数 $Gr = \frac{\beta g \Delta t l^3 \rho^2}{\mu^2}$ 。

对不同的传热情况，需选用不同的对流传热的关联式，注意关联式的使用条件：适用范围、定性温度、特征尺寸。

(1) 流体在管内作强制对流

① 流体在圆管内作强制湍流

a. 低黏度流体 ($\mu < 2\mu_{\text{常温水}}$)

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^n$$

流体被加热时， $n=0.4$ ；流体被冷却时， $n=0.3$ 。

应用范围 $Re > 10000$ ， $0.7 < Pr < 120$

若
$$\frac{L}{d_i} < 60, \alpha = 0.023 \frac{\lambda}{d_i} Re^{0.8} Pr^n \left[1 + \left(\frac{d_i}{L} \right)^{0.7} \right]$$

特征尺寸管内径 d_i 。

定性温度流体进、出口温度的算数平均值。

b. 高黏度流体 ($\mu > 2\mu_{\text{常温水}}$)

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

应用范围 $Re > 10000, 0.7 < Pr < 16700, \frac{L}{d_i} > 60$

特征尺寸管内径 d_i 。

定性温度除 μ_w 取壁温外，均取流体进、出口温度的算数平均值。

令 $\phi_u = \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$ ，为了避免试差， ϕ_u 项可取近似值，液体被加热时取 1.05；液体被冷却时取 0.95；

气体被加热和冷却时均用 1.0。

② 流体在圆形直管内作强制滞流

$$Nu = 1.86 Re^{1/3} Pr^{1/3} \left(\frac{d_i}{L} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

应用范围 $Re < 2300, 0.6 < Pr < 6700, \left(Re Pr \frac{d_i}{L} \right) > 100$ 。

特征尺寸管内径 d_i 。

定性温度除 μ_w 取壁温外，均取流体进、出口温度的算数平均值。

③ 流体在弯管内作强制对流

$$\alpha' = \alpha \left(1 + 1.77 \frac{d}{R} \right)$$

式中 α' ——弯管中的对流传热系数；

α ——直管中的对流传热系数；

d ——管内径；

R ——弯管的弯曲半径。

④ 流体在非圆形管中作强制对流

仍可采用圆形直管内强制对流关联式，管内径改为当量直径：

流体力学当量直径 $d_e = \frac{4 \times \text{流通截面积}}{\text{润湿周边}}$

传热当量直径 $d_e = \frac{4 \times \text{流通截面积}}{\text{传热周边}}$

在传热计算中，采用流体力学当量直径还是传热当量直径，由具体的关联式决定。2. 流体在管外作强制对流

列管式换热器壳方流体在管间流动时，对流传热系数：

当列管式换热器装有圆缺型挡板时（缺口面积为 25% 的桥题解面积）

$$\alpha = 0.36 \left(\frac{\lambda}{d_e} \right) \left(\frac{d_e u_0 \rho}{\mu} \right)^{0.55} Pr^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

应用范围 $Re=2 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$

特征尺寸管内径 d_e 。

定性温度除 μ_w 取壁温外，均取流体进、出口温度的算数平均值。

当量直径的计算

管子为正方形排列

$$d_e = \frac{4(t^2 - \frac{\pi}{4}d_0^2)}{\pi d_0}$$

管子为正三角形排列

$$d_e = \frac{4(\frac{\sqrt{3}}{2}t^2 - \frac{\pi}{4}d_0^2)}{\pi d_0}$$

式中 t ——相邻两管之中心距；

d_0 ——管外径。

雷诺准数中的速度需根据流过管间的最大截面积 A 计算，即

$$A = hD(1 - \frac{d_0}{t})$$

式中 h ——两挡板间的距离；

D ——换热器外壳直径。

3. 流体有相变时对流传热系数

(1) 蒸气在管外膜状冷凝的传热系数

①饱和蒸气在垂直管或垂直板上膜状冷凝

$$Re < 1800 \quad \alpha = 1.13 \left(\frac{r \rho^2 g \lambda^3}{\mu L \Delta t} \right)^{1/4}$$

$$Re > 1800 \quad \alpha = 0.0077 \left(\frac{\rho^2 g \lambda^3}{\mu^2} \right)^{1/3} Re^{0.4}$$

特征尺寸取垂直管长或板的高度

定性温度蒸气冷凝潜热 r 取饱和温度 t_s 下的值，其余物性取液膜平均温度 $t_m = (t_w + t_s)/2$ 下的值。

②蒸气在水平管外冷凝

【核心笔记】辐射传热

1. 黑体、镜体、透热体和灰体的概念

- (1) 黑体：能全部吸收辐射能的物体，其吸收率 $A = 1$ 。黑体又称为绝对黑体。
- (2) 镜体：又称绝对白体，是指能全部反射辐射能，即反射率 $R = 1$ 的物体。
- (3) 透热体：能透过全部辐射能，即透过全部辐射能，即透过率 $D = 1$ 的物体。
- (4) 灰体：能以相同的吸收率且部分地吸收由零到 ∞ 所有波长范围的辐射能物体。

2. 斯蒂芬—波尔茨曼定律

- (1) 物体的辐射能力指物体在一定温度下，单位时间内所发射的全部波长的总能量 E (W/m^2)。
- (2) 黑体的辐射能力的表达式—斯蒂芬—波尔茨曼定律：

$$E_b = \sigma_0 T^4 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

3. 灰体的辐射能力及黑度

- (1) 黑度： ε 灰体的辐射能力 E 与同温度下黑体辐射能力之比。即

$$\varepsilon = \frac{E}{E_b}$$

- (2) 灰体的辐射能力 E 可由下式表达

$$E = \varepsilon E_b = \varepsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

【核心笔记】换热器

1. 各种类型的换热器的结构及特点

- (1) 套管式换热器

套管式换热器是由两种大小不同的标准管连接或焊接而成的同心圆套筒，根据换热要求，可将几段套筒连接起来组成换热器。

- (2) 夹套式换热器

夹套式换热器主要用于反应器的加热或冷却。夹套安装在容器外部，通常用钢或铸铁制成，可以焊在器壁上或者用螺钉固定在反应器的法兰盘或者器盖上。在用蒸气进行加热时，蒸气由上部连接管进入夹壁，冷凝水由下部连接管流出。在进行冷却时，则冷却水由下部进入，而由上部流出。

- (3) 板式换热器

主要由一组长方形的薄金属板平行排列、夹紧组装于支架上而构成。两相邻板片的边缘衬有垫片，压紧后可达到密封的目的，且可用垫片的厚度调节两板间流体通道的大小。每块板的四个角上，各开一个圆孔，其中有两个圆孔和板面上的流道相通，另外两个圆孔则不相通，它们的位置在相邻板上是错开的，以分别形成两流体的通道。冷、热流体交替地在板片两侧流过，通过金属板片进行换热。

- (4) 翅片式换热器

翅片换热器的构造特点是在管子表面上有径向或轴向翅片。管外装置翅片，既可扩大传热面积，又可增加流体的湍动，从而提高换热器的传热效果。

- (5) 板翅式换热器

板翅式换热器的结构型式很多，但其基本结构元件相同，即在两块平行的薄金属板(平隔板)间，夹入波纹状的金属翅片，两边以侧条密封，组成一个单元体。将各单元体进行不同的叠积和适当地排列，再用钎焊给予固定，即可得到常用的逆、并流和错流的板翅式换热器

板翅式换热器的主要优点有：

- ①总传热系数高，传热效果好。(2) 结构紧凑、轻巧牢固。(3) 适应性强、操作范围广。

板翅式换热器的缺点有：

- a. 设备流道小，易堵塞，压力降大；清洗和检修很困难。
- b. 隔板和翅片由薄铝片制成，故要求介质对铝不发生腐蚀。

2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研辅导课件

《化工原理》考研辅导课件

<h2 style="text-align: center;">绪 论</h2> <h3>0.1 课程名称和性质</h3> <p>名称：化工原理、单元操作、化工过程与设备 性质：研究化工生产中公有物理过程的原理及设备。是一门工程性，实现性很强的课程。化工原理是基础课与专业课之间的桥梁，工程训练是其主要目标。</p>	<h3>0.2 学习的意义</h3> <ul style="list-style-type: none"> 1、生物、化工、制药已经密不可分，招聘会上也经常把他们放在一起。福瑞达是一制药企业也有了生物化工部，使生物与化工二者结合 A、化工产品直接的被用作药品（典型的福瑞达的透明质酸）和食品中（食品添加剂） B、所有的我们所生产的生物制品，食品也好，药品也好都离不开化工操作，可以说，它们都是化工操作的产物。
<ul style="list-style-type: none"> 2、化工也是我们的基础课，为以后的课程打下基础 生物技术：《蒸馏酒》、《生化工程设备》 生物制药：《制剂与设备》 3、专升本、考研、考博的考试科目 	<h3>0.3 化工原理课程的研究对象（内容）</h3> <p style="text-align: center;"> 化工生产过程 $\left\{ \begin{array}{l} \text{化学反应} \longrightarrow \text{反应工程} \\ \text{单元操作} \longrightarrow \text{化工原理} \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{三} \\ \text{传} \\ \text{一} \\ \text{反} \end{array}$ </p>
<p style="text-align: center;">聚丙烯腈（悬浮法）生产工艺流程图（二）</p>	<p style="text-align: center;">聚丙烯腈（乙炔法）生产工艺流程图（一）</p>
<h3>1、单元操作的概念</h3> <ul style="list-style-type: none"> 化工生产中除化学反应单元以外的所有共有的物理操作。 <p style="text-align: center;"> 化工生产过程 $\left\{ \begin{array}{l} \text{原料的预处理} \\ \text{化学反应} \\ \text{反应产物的分离与提纯} \end{array} \right.$ </p> <p>一个完整的化工生产过程由化学反应和若干个单元操作串联而成。</p>	<h3>2、单元操作的特点</h3> <ul style="list-style-type: none"> 所有单元操作都是物理操作，只改变物料的状态或物料性质，并不改变化学性质。 单元操作都是化工生产过程中共有的操作，只是不同的化工生产中所包含的单元操作数目、名称和排列不同。 单元操作作用于不同的化工过程时，基本原理相同，所用的设备也是通用的。

- 化工原理是一门实践性很强的工程学科。单元操作的研究内容包括“过程”和“设备”两个方面。
- 所有的单元操作都可分解为动量传递、热量传递、质量传递这三种传递过程和它们的结合。三种传递过程现象中存在着类似的规律和内在的联系。传递过程是联系各单元操作的一条主线。

3、单元操作的分类

- 1、流体动力过程：流体输送、沉降、过滤、搅拌
- 2、传热过程： 换热、蒸发
- 3、传质过程：蒸馏、吸收、萃取、吸附、浸取、吸附、离子交换、膜分离
- 4、热质同时传递过程：增减湿、结晶、干燥

- 流体输送：将流体以一定的流量从一个设备送到另一个设备
- 沉降或过滤：从气体或液体中分离出悬浮的固体颗粒
- 蒸馏：利用组分挥发性的不同，通过汽化、冷凝分离出液体混合物。
- 吸收：用液体吸收剂分离气体混合物。

0.4 单元操作中的基本概念

在以后的讲述中都有体现，侧重点不一样而已

- 1、物料衡算
- 2、能量衡算
- 3、物系的平衡关系
- 4、传递速率
- 5、经济核算

衡算：主要是通过质量、能量守恒定律进行计算，好处是，通过它，可以了解到设备的生产能力、产品质量、能量的消耗以及设备的性能与效率，还可以建立理论方程。

1、物料衡算

根据质量守恒定律，任何一个化工生产过程

$$\Sigma F = \Sigma d + A$$

ΣF —输入物料质量的总和，kg

Σd —输出物料质量的总和，kg

A—积累在过程中的物料质量，kg

此式是物料衡算的通式，可对总物料或其中某一组列出物料衡算式，也就是说对一个范围来进行求解。

注意事项：确定衡算范围，明确衡算对象，统一计算单位，选定计算标准。

例题：见课本例0-3、0-4

2、能量衡算

根据能量守恒定律，在任何化工生产过程中，凡向该过程输入的能量必等于该过程输出的能量。

$$\Sigma Q_F = \Sigma Q_D + q$$

ΣQ_F —输入该过程各物料带入的总热量，J

ΣQ_D —输出该过程各物料带出的总热量，J

q—该过程与环境交换的总热量，常为热损，J

通过热量衡算，可以了解在生产操作中热量的利用和损失情况，而在生产过程与设备设计时，利用热量衡算可以确定是需要从外界引入热量或向外界输出热量的问题。

注意：衡算对象只能是物料的总而而不能是组分。

3、平衡关系

物系在自然界发生变化时，其变化必趋于一定方向，如果任其发展，结果必达到平衡关系为止。

平衡状态表示的就是各种自然发生的过程可能达到的极限程度，除非影响物系的情况有变化，否则其变化的极限是不会改变的。一般平衡关系则为各种定律所表明，如热力学第二定律（热不能自动的从低温流向高温）。

在化工生产过程中，可以从物系平衡关系来推知其能否进行以及进行到何种程度。平衡关系也为设备尺寸的设计提供了理论依据。

4、过程速率：

任何一个不处于平衡状态的物系，必然发生使物系趋向平衡的过程，但过程以什么速率趋向平衡，这不决定于平衡关系，而是由多方面的因素影响的，由于对这些因素有些还不清楚，目前过程速率是近似的采用过程的推动力除以阻力表示。

$$\text{过程速率} = \frac{\text{过程推动力}}{\text{过程阻力}}$$

这里的过程推动力，可依据具体过程而有不同的理解，但必要的条件是物系在平衡状态时推动力必须等于零。

至于过程的阻力则较为复杂，要具体情况具体分析。

过程速率是计算设备尺寸的基本工具。

5、经济核算

- 最小的成本达到最大的经济效益，尤其在设计时，要考虑设备费用以及操作费用的问题，使二者的和达到最小。



0.5 单位制和单位换算

- 1、单位制度
 - 任何物理量都是用数字和单位联合表达的。
 - 基本单位：一般先选几个独立的物理量，以使用方便为原则规定出它们的单位。
 - 导出单位：根据其本身的物理意义，由有关基本单位组合构成的
 - 基本单位和导出单位构成一个完整的体系，称为单位制，有国际单位制（SI），物理单位制，工程单位制等。

(1) 国际单位的基本单位

长度(L): m
 质量(M): kg
 时间(T): s
 物质的量(N): mol
 热力学温度(θ): K
 电流(I) A 发光强度(J) cd 坎德拉

(2) 导出单位 - 具有专门名称

如 Pa、N、J、W.....记住怎么推倒过来的，物理方程的一致性问题

(3) 词头

M(兆)、K(千)、m(毫)、n(纳)

(4) 其它单位

cgs制——厘米、克、秒。
 工程单位制——米、公斤（重量）、秒。
 英制

2、单位换算

- 物理量的单位换算
- 密度单位:
 - $g/cm^3 = 10^3 kg/10^6 m^3 = 10^3 kg/m^3$
- 流量单位:
 - $150L/min = 150 \times 10^{-3} m^3 / 60s = 0.0025 m^3/s$
- 压强单位:
 - $1atm = 1.033 kgf/cm^2 = 1.033 \times 10^4 m$
 $= 1.013 \times 10^5 N/m^2 = 760 mmHg = 10.33 mmHg_2O$
- 经验公式的换算:
 - 理论公式将任一单位制的数据代入这一类公式中，解出的结果总是属于同一单位制。
 - 经验公式必须按公式要求换成适当单位。



0.5 混合物浓度的表示方法

1、质量浓度和摩尔浓度

定义: $\rho_i = \frac{m_i}{V}$

$$c_i = \frac{n_i}{V}$$

关系:

$$\rho_i = \frac{m_i}{V} = \frac{n_i M_i}{V} = c_i M_i$$

2、质量分数 w 和摩尔分数 x

定义：混合物中组分A的质量（摩尔）混合物的总质量（总的摩尔数）比。

$$w_A = \frac{m_A}{m} \quad x_A = \frac{n_A}{n}$$

$$w_A = \frac{M_A x_A}{M_A x_A + M_B x_B}$$

$$x_A = \frac{\frac{w_A}{M_A}}{\frac{w_A}{M_A} + \frac{w_B}{M_B}}$$

3、质量比和摩尔比

- 定义：混合物中某两个组分的质量比、摩尔比。
- 换算关系

$$X' = \frac{m_A}{m_B} \quad X = \frac{n_A}{n_B}$$

$$X' = \frac{w}{1-w} \quad x = \frac{X}{1+X}$$

$$W = X \frac{M_A}{M_B}$$

4、气体混合物

摩尔分数，浓度，摩尔比表示方法，还要记住道尔顿定律、阿马格定律、理想气体状态方程

$$y_A = n_A / n = \frac{P_A}{P}$$

$$c_A = \frac{n_A}{V} = \frac{P_A}{RT}$$

$$Y = \frac{n_A}{n_B} = \frac{P_A}{P_B}$$

思考题：

1. 本课程的研究对象是什么？
2. 什么是单元操作？
3. “三传一反”指的是什么？
4. 试写出几种典型的单元操作过程。
5. 物料衡算和能量衡算的基本原理是什么？
6. 什么是单位制？目前最常用的是什么单位制？

第一章 流体流动

- 第一节 流体静力学
- 第二节 流体流动的基本方程式
- 第三节 管内流体流动现象
- 第四节 流动阻力损失
- 第五节 管路计算
- 第六节 流量的测定

第一章 流体流动

第一节 流体静力学

- 一、流体的压力
- 二、流体的密度与比体积
- 三、流体静力学基本方程式
- 四、流体静力学基本方程式应用

一、流体的压力

1.1 压强（流体压力）：流体垂直作用于单位面积上的力（N/M²）称为帕斯卡，以Pa表示。

1.2 压强单位 1atm（标准大气压）
=101300Pa=101.3kPa=760mmHg=10.33mH₂O
=10330kg(f)/m²=1.033kg(f)/cm²=1.033个工程大气压

一、流体的压力

1.3 表压 P_表 以外界大气压为基准测得的压力
负压表称为真空度

绝压 P_绝 以绝对真空（压力等于0）为基准测得的压力

表压=绝对压力-大气压力

真空度=大气压力-绝对压力

二、流体的密度与比体积

2.1 密度 $\rho = \frac{m}{V}$ 单位kg/m³

理想气体密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$

混合气体密度 $\rho_m = \sum_{i=1}^n (\rho_i y_i)$

混合液体密度 $\frac{1}{\rho_m} = \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{\rho_i}$

二、流体的密度与比体积

2.2 比体积 单位质量流体具有的体积

$v = \frac{V}{m}$ 单位是：m³/kg

2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研复习提纲

《化工原理》考研复习提纲

《化工原理》（上）复习提纲

复习目的

化工原理 A 是化学工程与工艺、应用化学、工业催化、高分子化工、环境与生物工程、过程装备与控制等专业大类主干专业基础课程。本课程应用传递过程基础理论研究化工单元操作基本原理。该课程以过程工程为教学背景，使学生在理论和实践上掌握单元操作的过程与设备原理，进而完成相应的设计型和操作型过程与设备计算，提高分析问题和解决问题的能力。另外，该课程介绍过程工程研究领域的最新进展能够激励学生的创新精神。

复习要求

- 1、了解沉降、过滤、搅拌、离心分离和流化床等，理解并掌握动量传递的基本原理和基本规律以及受这些规律支配的单元操作，其中重点掌握流体流动与输送。
- 2、理解并掌握热量传递的基本原理和基本规律以及受这些规律支配的单元操作，其中重点掌握加热、冷却和冷凝，了解蒸发等。
- 3、重点掌握典型单元操作设备设计计算的方法及设备选型的一般步骤。
- 4、熟悉化学工程的一般研究方法和实验方法。
- 5、了解本学科的新技术和发展动向。

复习内容

（一）绪论

- 1、了解化工原理课程的形成、发展及其在化学工程学科中的地位。
- 2、掌握化工单元操作与传递过程的概念、化工原理课程内容与性质。

（二）流体流动

- 1、了解流体的特征；流体流动考察方法；流体的作用力和机械能。
 - 2、掌握流体静力学；静止流体受力平衡的研究方法；压强和势能的分布；压强的表示方法和单位换算；静力学原理的工程应用。
 - 3、掌握流体动力学；流量与流速；稳态和非稳态的概念；基于质量守恒的连续性方程；流动流体的机械能守恒（Bernoulli 方程）；压头；机械能守恒原理的应用；动量守恒原理及其应用。
 - 4、掌握流体流动阻力；Newton 粘性定律；流体流动的内部结构 层流和湍流的基本特征；湍流强度和尺度的概念；流动边界层及边界层分离现象；管流数学描述的基本方法；剪应力分布；流体流动的机械能损失；沿程阻力损失计算（Fanning 公式、Hagen-Poiseuille 公式）；局部阻力损失计算（当量长度法、局部阻力系数法）。
- 5、了解非 Newton 流体的流动基本特性。
 - 6、掌握管路计算；管路设计型计算的特点、计算方法；管路操作型计算的特点、计算方法；阻力损失对流动的影响；简单管路和复杂管路的计算方法。
 - 7、了解可压缩流体管路阻力的计算方法。
 - 8、掌握流速和流量的测量；Pitot 管、孔板流量计、Venturi 流量计、转子流量计的原理和计算方法。

（三）流体输送设备

- 1、掌握离心泵基本结构、工作原理和性能参数；离心泵基本方程；影响离心泵理论压头的主要因素；离心泵的功率、效率和实际压头。
 - 2、掌握离心泵特性曲线；管路特性方程；离心泵的工作点和流量调节方法；离心泵的并联和串联；理性泵组合运转工况分析；离心泵的安装高度；汽蚀余量；离心泵的选用。

3、了解容积式泵的工作原理、特点和流量调节方法（以往复泵为主）。

4、了解气体输送的特点及全风压的概念；气体输送机械的主要特性；不同风机终压或压缩比范围；压缩机和真空泵的工作原理；获得压缩空气和真空的方法。

（四）流体通过颗粒(床层)的流动及机械分离

1、掌握颗粒与颗粒床层的特性；流体与颗粒间的相对运动；表面曳力和形体曳力；球形颗粒的曳力系数及 Stokes 定律；重力沉降；沉降速度及其计算；降尘室的流量、沉降面积和粒径的关系；颗粒分级概念；旋风分离器工作原理；影响旋风分离器性能因素；粒级效率的概念。

2、掌握流体通过颗粒床层的流动；影响固定床压降的主要因素；过滤方法及常用过滤机的构造；过滤过程数学描述（物料衡算和过滤速率方程）；过滤速率、推动力和阻力的概念；过滤速率方程应用（恒压过滤、恒速过滤）；洗涤时间；过滤机的生产能力；加快过滤速率的途径。

3、了解流态化；流化床的工业应用和典型结构；流化床的主要特性；流化床的操作范围(临界流化速度和颗粒带出速度)；气力输送的实际应用。

（五）传热

1、了解工业生产过程中的传热过程；加热和冷却方法；传热速率概念。

2、掌握热传导的概念；Fourier 定律；常用工程材料的导热率；一维导热的计算。

3、掌握对流传热的概念；热边界层；Newton 冷却定律；表面传热系数。

4、掌握流体无相变化时对流传热系数的经验关联；了解流体无相变化时对流传热系数的经验关联（蒸汽冷凝与液体沸腾）。

5、了解辐射传热的基本概念、Stefan Boltzmann 定律、Kirchhoff 定律和辐射传热计算方法。

6、掌握传热过程的计算；换热过程的数学描述方法；传热平均温度差；热阻和传热系数；传热设计型问题的参数选择和计算方法；传热操作型问题的分析讨论和计算方法。

7、掌握列管式换热器的设计与选型；了解常用换热器结构；换热设备的强化和其它类型。

（六）蒸发

1、了解工业蒸发实例；蒸发过程的目的、方法及特点；常用蒸发器的结构。

2、掌握管内气液两相流动型式；二次蒸汽和加热蒸汽的能位差别；沸点升高和传热温度差损失；加热蒸汽的经济性；蒸发设备的生产强度。

3、掌握单效蒸发过程计算；物料衡算、热量衡算和传热速率方程。

4、了解多效蒸发；提高加热蒸汽经济性措施；蒸发设备。

《化工原理》(下) 复习提纲

复习目的

化工原理 B 是化学工程与工艺、电化学、应用化学、工业催化、高分子化工、环境与生物工程、过程装备与控制等专业大类主干专业基础课程。本课程应用传递过程基础理论研究化工单元操作基本原理。该课程以过程工程为教学背景,使学生在理论和实践上掌握单元操作的过程与设备原理,进而完成相应的设计型和操作型过程与设备计算,提高分析问题和解决问题的能力。另外,该课程介绍过程工程研究领域的最新进展能够激励学生的创新精神。

复习要求

- 1、理解并掌握质量传递的基本原理和基本规律以及受这些规律支配的单元操作,其中重点掌握液体 的蒸馏和气体的吸收,熟悉干燥,了解液液萃取。
- 2、重点掌握典型单元操作设备设计计算的方法及设备选型的一般步骤。
- 3、熟悉化学工程的一般研究方法和实验方法。。
- 4、了解本学科的新技术和发展动向。

复习内容

(一) 蒸馏

- 1、了解工业生产过程中的精馏操作;蒸馏操作目的、原理及实施方法;蒸馏操作经济性。
- 2、掌握双组分溶液的汽液相平衡;相律应用和自由度分析;理想溶液的汽液相平衡;Raoult 定律;泡点、露点计算;相对挥发度;了解非理想物系的活度系数计算。
- 3、了解简单蒸馏和平衡蒸馏。
- 4、掌握精馏过程原理;汽液传质设备;理论板和板效率;精馏过程数学描述;物料衡算与热量衡算;加料热状态;恒摩尔流简化假设;精馏过程计算方法。
- 5、掌握双组分精馏的设计型计算;精馏设计型计算的命题;操作线方程;进料热状态对精馏操作的影响;理论板数的逐板算法;理论板数的简捷算法;用图解法分析精馏过程;全回流和最少理论板数;最小回流比;进料位置和回流比的选择。
- 6、掌握双组分精馏的操作型问题讨论;精馏操作型问题的命题;分离能力和物料衡算对精馏操作的制约和调节。
- 7、了解间歇精馏过程的特点及应用场合;掌握恒沸精馏和萃取精馏的基本概念;了解特殊精馏过程的特点及应用场合;掌握多组分精馏轻、重关键组分和清晰、非清晰分割等基本概念。
- 8、掌握板式塔的结构性能和设计计算。

(二) 吸收

- 1、了解工业生产过程中的吸收过程;气体吸收的目的、原理及实施方法;吸收过程的经济性与吸收剂的选择原则。
- 2、掌握传质基本机理;扩散与单相传质;分子扩散与 Fick 定律;扩散系数;等分子反向扩散、单向扩散概念;对流传质与传质分系数。
- 3、掌握相际传质速率方程;传质分系数和总系数的关系;传质推动力与传质系数的关系;溶解度对两相传质阻力分配的影响;相际传质双膜模型。
- 4、掌握气液相平衡;Henry 定律;温度、总压对平衡的影响;相平衡与吸收过程的关系。
- 5、掌握低浓度气体的吸收与计算;吸收过程数学描述;低浓度气体吸收的假定;物料衡算及操作线方程的含义;传质单元高度 HOG;传质单元数 NOG;对数平均推动力法和吸收因数法。

- 6、掌握吸收过程设计；吸收过程设计中参数的选择；指定分离要求下的最小液气比；返混对过程的影响。
- 7、掌握吸收操作 操作型问题的命题和解法；影响吸收结果的操作因素分析。
- 8、了解低浓度气体的吸收与计算、化学吸收与计算；多组分吸收过程；解吸操作。
- 9、掌握填料塔的结构性能和设计计算。

（三）萃取

- 1、了解液液萃取的工业实例；萃取的目的、原理和实施方法。
 - 2、掌握液—液平衡关系；三角形相图；物料衡算与杠杆定律；部分互溶物系的相平衡；分配系数与选择性系数。
 - 3、掌握萃取过程的计算；单级萃取；多级错流萃取；多级逆流萃取的解析计算方法；部分互溶物系的萃取计算；完全不互溶物系的萃取计算；溶剂的选择。
- 4、了解其它萃取方法及萃取设备的工作原理；超临界萃取的原理、实施方法及工业实例。

（四）干燥

- 1、了解化工产品干燥实例；固体干燥的目的、原理及实施方法。
 - 2、掌握湿空气的状态参数及其计算；湿度图及其应用；水分在气固两相间的平衡；恒定气流条件下物料的干燥速率及临界含水量。
 - 3、掌握干燥过程计算；间歇干燥过程的干燥时间；连续干燥过程的特点；物料衡算、热量衡算及热效率；干燥速率和干燥时间。
- 4、了解常用干燥器的类型、性能、结构。

2024 年中国矿业大学（北京）856 化工原理考研核心题库

《化工原理》考研核心题库之选择题精编

1. 空气的饱和湿度是湿空气哪些参数的函数_____。

A.总压及干球温度
 B.总压及湿球温度
 C.总压及露点
 D.湿球温度及焓

【答案】B
2. 若保持进料量 F 、进料组成 x_1 、进料热状态参数 q 、回流比 R 、塔顶馏出液量 D 及馏出液浓度 x_D 均不变，则提馏段操作线斜率_____，釜液浓度_____。

A.增加
 B.减少
 C.不变
 D.不定

【答案】CA
3. 当颗粒与流体的相对运动属于滞流时，且旋转半径为 1m ，切线速度为 20 m/s ，同一颗粒在上述条件下的离心沉降速度等于重力沉降速度的_____。

A.2 倍
 B.10 倍
 C.40.8 倍
 D.0.5 倍

【答案】C
4. 当干燥液状和浆状物料时，可选用的干燥器是_____。

A.喷雾
 B.气流
 C.转筒
 D.流化床

【答案】A
5. 某二元混合物要求用精馏方法分离，规定产品浓度为 x_D 、 x_W 。如进料为 x_{F1} 时，则相应的回流比为 R_{m1} ；若进料为 x_{F2} 相应回流比为 R_{m2} ，现 $x_{F1} < x_{F2}$ ，则_____。

A. $R_{m1} < R_{m2}$
 B. $R_{m1} = R_{m2}$
 C. $R_{m1} > R_{m2}$
 D.无法确定 R_m 大小

【答案】C
6. 过滤操作中，滤液流动遇到的阻力是_____。

A.介质阻力
 B.空气阻力
 C.滤渣阻力

D. 介质和滤渣阻力之和 (豆丁华研电子书)

【答案】D

7. 在一定空气状态下, 用对流干燥方法干燥湿物料时, 能除去的水分为_____。

- A. 结合水分
- B. 非结合水分
- C. 平衡水分
- D. 自由水分

【答案】D

8. 有一高温含尘气流, 尘粒的平均直径在 $2 \sim 3 \mu\text{m}$, 现要达到较好的除尘效果, 可采_____作为除尘设备。

- A. 降尘室
- B. 旋风分离器
- C. 管式离心机
- D. 袋滤器

【答案】C

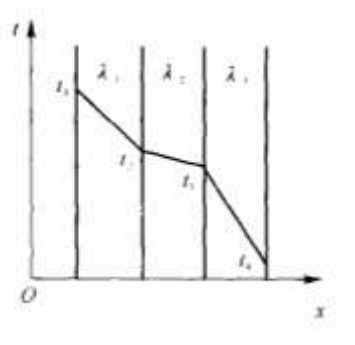
9. 在稳定变温传热中, 流体的流向选择_____时传热平均温度差最大。

- A. 并流
- B. 逆流
- C. 错流
- D. 折流

【答案】B

10. 厚度相同的三层平壁进行热传导, 其温度分布如图所示, 则各层 λ 的大小关系为_____。

- A. $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$
- B. $\lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_1$
- C. $\lambda_2 > \lambda_1 > \lambda_3$
- D. $\lambda_2 > \lambda_1 > \lambda_2$



图

【答案】D

11. 双组分液体混合物进行闪蒸时, 须将混合物的温度升至_____; 若进行简单蒸馏, 则须将混合物的温度升至_____。

- A. 露点
- B. 泡点
- C. 两相区

D.任意温度

【答案】B

12. 孔板流量计的流量系数 C_0 随 Re 增大时, 其值_____。

A.总在增大

B.先减小, 当 Re 增大到一定值时, C_0 保持为某定值

C.总是减小

D.不确定

【答案】B

13. 若小雨滴在下降过程中与其他雨滴发生合并, 雨滴直径增大了 30%, 则雨滴合并前后的自由沉降速度比为_____ (设雨滴在下降过程中始终处于层流区)。

A.1.69

B.1.3

C.1.0

【答案】A

14. 并联管路由 2 个支管组成, 支管内流体层流流动。若 $d_1 = 2d_2$, $l_1 = 2l_2$, 则 $v_1:v_2$ 为_____。

A.1/2

B.2

C.4

D.1

【答案】B

15. 用两台相同的列管式换热器加热冷流体, 加热剂为饱和水蒸气。在蒸汽压力, 液体流量及进口温度一定时, 为使液体温度升高应采用的流程为_____

A.液体走管外, 液体并联逆流操作

B.液体走管内, 液体并联并流操作

C.液体走管内, 液体串联并流操作

D.液体走管外, 蒸汽串联逆流操作

【答案】C

16. 分离某二元混合液, 进料量为 10mol/h, 组成 x_F 为 0.6, 若要求馏出液组成 x_D 不小于 0.9, 则最大馏出液量为_____。

A.6.67mol/h

B.6mol/h

C.9mol/h

D.不定

【答案】A

17. 下列用于真空精馏的高效低压降塔板是_____。

A.浮阀塔板

B.舌形筛板

C.泡罩塔板

D.林德筛板

【答案】D

18. 在萃取操作中, 溶质 A 的分配系数为 $k_A = y_A/x_A$; 若 $k_A = 1$, 则说明该溶液_____用萃取方法分离。

- A.不能
- B.可以
- C.不确定能否

【答案】C

19. 罗茨鼓风机的流量调节可用_____。

- A.进口阀
- B.出口阀
- C.旁路阀
- D.止逆阀

【答案】C

20. 根据双膜理论, 在气液接触的相界面处_____

- A.气相组成大于液相组成
- B.气相组成小于液相组成
- C.气相组成等于液相组成
- D.气相组成与液相组成大小不定

【答案】D

21. 旋风分离器的分离能力取决于_____。

- A.气体流速和分离器的直径
- B.气体流速和分离器的高度
- C.气体流速和颗粒密度
- D.气体流速、颗粒密度、分离器直径和分离器高度

【答案】D

22. 当管路的特性曲线写为 $H = A + BQ^2$ 时, _____。

- A.A 只包括单位重量流体增加的位能
- B.A 只包括单位重量流体增加的位能与静压能之和
- C. BQ^2 代表管路系统的阻力损失
- D. BQ^2 代表单位重量流体增加的动能 (豆丁华研 * 电子书)

【答案】B

23. 连续精馏塔设计时, 当采用塔顶全凝器, 泡点回流方案时, 为完成分离任务精馏塔所需理论板数为 N_n 。若采用塔顶分凝器, 而回流比和前方案相同时, 则完成同样分离任务精馏塔所需理论板数为 N_{T2} 。试比较:

- A. $N_{T2} > N_n$
- B. $N_{T2} = N_n$ (豆丁华研 * 电子书)
- C. $N_{T2} < N_n$
- D.判断依据不足

【答案】C

以上为本书摘选部分页面仅供预览，如需购买全文请联系卖家。

全国统一零售价： **¥268.00元**

卖家联系方式：

微信扫码加卖家好友：

