

中国海洋大学 2020 年硕士研究生招生考试试题

科目代码： 971

科目名称： 化工原理

一、填空题（每空 1 分，共 40 分）

1. 流体在圆直管内流动，当 $Re \geq 4000$ 时的流型称为_____，其平均速度与最大流速的关系为_____；而 $Re \leq 2000$ 的流型称为_____，其平均速度与最大流速的关系为_____。
2. 流体在圆形管道中作层流流动，如果只将流速增加一倍，则阻力损失为原来的_____倍；如果只将管径增加一倍，流速不变，则阻力损失为原来的_____倍。
3. 离心泵的主要参数有：_____，_____，_____，_____。
4. 离心泵的流量调节阀安装在离心泵_____管路上，关小出口阀门后，真空表的读数_____，压力表的读数_____。
5. 板框式压滤机的一个操作循环由_____，_____，_____，_____，_____五个阶段组成。
6. 列管换热器中，用饱和水蒸汽加热空气。空气走管内，蒸汽走管间，则管壁温度接近_____的温度，总传热系数接近_____的对流传热系数。
7. 某泡点进料的连续精馏塔，已知其精馏段操作线方程为 $y=0.80x+0.172$ ，提馏段操作线方程为 $y=1.3x-0.018$ ，则回流比 $R=_____$ ，馏出液组成 $x_D=_____$ ，釜液组成 $x_W=_____$ 。
8. 蒸馏操作的分离依据是_____。实现精馏操作的必要条件包括_____和_____。
9. 用相平衡常数 m 表达的亨利定律表达式为_____。在常压下， 20°C 时，氨在空气中的分压为 114mmHg ，与之平衡的氨水浓度为 $15\text{kgNH}_3/100\text{kgH}_2\text{O}$ ，此时 $m=_____$ 。
10. 对于难溶气体的吸收过程，其主要阻力在_____，其吸收速率由_____控制。
11. 若维持不饱和空气的湿度 H 不变，提高空气的干球温度，则空气的湿球温度_____，露点_____，相对湿度_____（变大, 变小, 不变, 不确定）。
12. 在一定空气状态下干燥某物料，能用干燥方法除去的水分为_____；首先除去的水分为_____；不能用干燥方法除的水分为_____。
13. 膜分离过程的主要传递机理模型有：_____，_____，_____，_____。

二、简答分析题（第 1、2 题各 8 分，第 3、4 题各 7 分，共 30 分）

1. (8 分) 在摩擦系数图中 $\lambda \sim Re$ 曲线可分为几个区域？在每个区域 λ 值的大小与哪些因素有关？在各区域中，能量损失与流速 u 的关系是什么？
2. (8 分) 试设计一套实验流程，测定套管换热器中以饱和水蒸汽冷凝加热空气的总传热系数 K 及空气的对流传热系数 α 。要求：
(1) 画出实验流程示意图

特别提醒：答案必须写在答题纸上，若写在试卷或草稿纸上无效。

(2) 写出实验过程中需测定的实验数据

(3) 写出主要仪器仪表名称

3. (7分) 简述双膜理论的基本要点, 并阐述其局限性。

4. (7分) 简述恒摩尔流假定, 并说明满足恒摩尔流假定的条件。

三、计算题 (共 80 分)

1. (20分) 现有一台两管程列管换热器, 其规格为: 列管尺寸 $\phi 25 \times 2\text{mm}$, 长度 3m, 总管数 72 根。用该换热器将流量为 $30\text{m}^3/\text{h}$ 、浓度为 10% (质量百分数) 的 NaOH 水溶液由 20°C 预热至 60°C , 溶液走管程。加热介质为 127°C 的饱和蒸汽。操作条件下, NaOH 水溶液的物性常数为: 密度 $\rho=1100\text{kg}/\text{m}^3$, 导热系数 $\lambda=0.58\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$, 比热 $C_p=3.77\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$, 黏度 $\mu=1.5\text{cP}$ 。蒸汽冷凝对流传热系数为 $1 \times 10^4\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$, 该侧污垢热阻为 $0.0003\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{W}$, 忽略管内污垢热阻、管壁热阻和热损失。

试求: ①管内溶液的对流传热系数 α_i , $\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$;

②以管外表面积为基准的总传热系数 K_o , $\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$;

③校核该换热器能否满足传热任务。

2. (10分) 某厂拟用长 $650\text{mm} \times$ 宽 650mm 的板框过滤机在 0.1MPa 、 20°C 下分离某水悬浮液, 要求最大生产能力达到 $10\text{m}^3/\text{h}$ 。已知该悬浮液中含固相 3% (质量分率), 固相密度为 $2930\text{kg}/\text{m}^3$, 每 m^3 滤饼中含固相 1503kg 。小型实验测得过滤常数 $K=0.6\text{m}^2/\text{h}$, 过滤介质阻力可忽略不计。过滤终了用 20°C 清水进行横穿洗涤, 洗涤水量为滤液量的 10%。卸渣、整理、重装等辅助时间为 30min 。

试求: ①达到最大生产能力时的滤液体积 V , m^3 ;

②完成生产任务至少要配置滤框的数目。

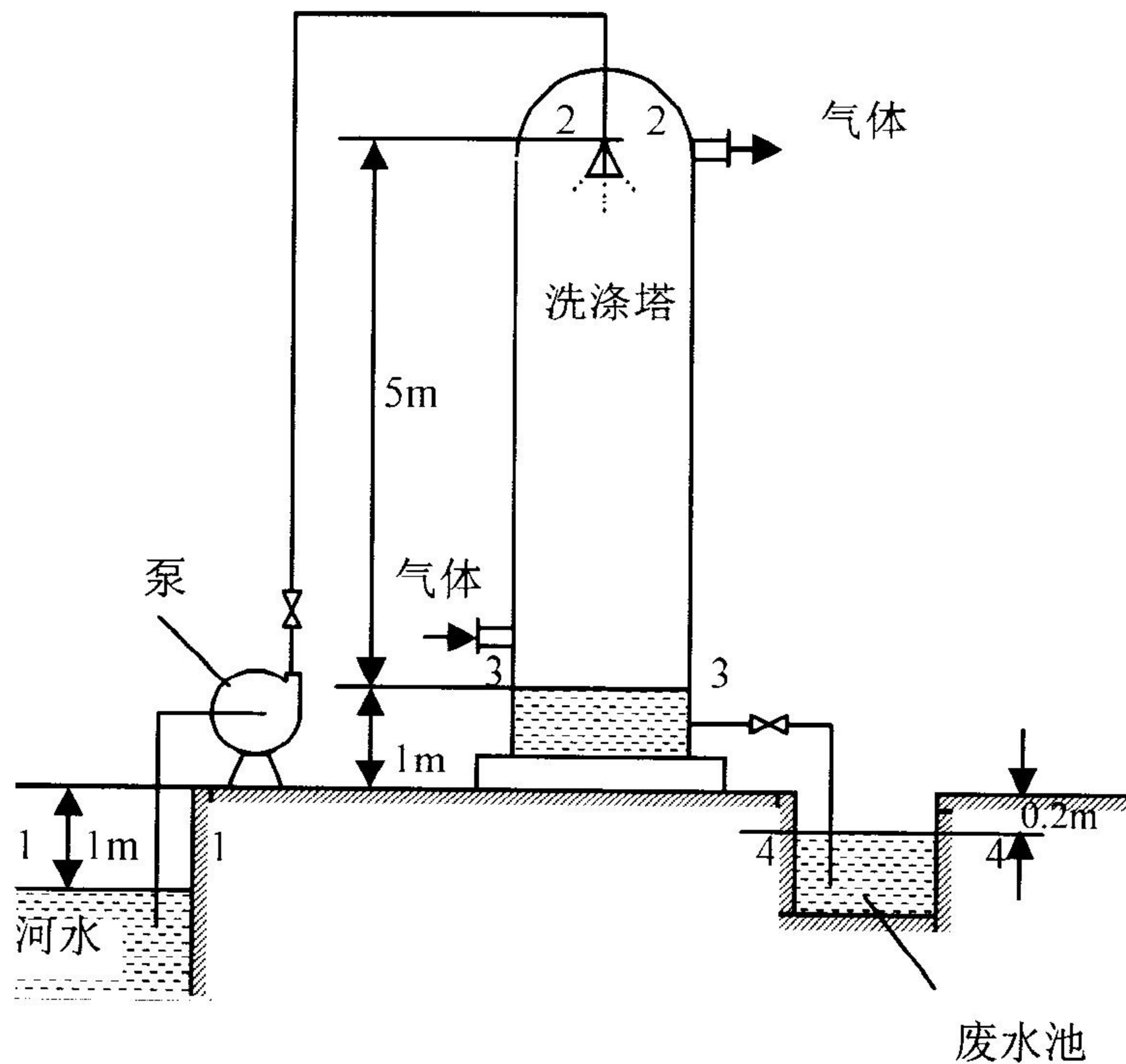
3. (15分) 有一填料吸收塔, 在 28°C 及 101.3kPa 条件下, 用清水吸收 $200\text{m}^3/\text{h}$ 氨-空气混合气中的氨, 使其含量由 5% 降低到 0.04% (均为摩尔%)。填料塔直径为 0.8m , 填料层体积为 3m^3 , 平衡关系为 $Y=1.4X$, 已知 $K_y a=38.5\text{kmol}/\text{h}$ 。

(1) 出塔氨水浓度为出口最大浓度的 80% 时, 该塔能否使用?

(2) 若在上述操作条件下, 将吸收剂用量增大 10%, 该塔能否使用? (注: 在此条件下不会发生液泛)

特别提醒: 答案必须写在答题纸上, 若写在试卷或草稿纸上无效。

4. (15 分) 如图所示, 用泵将河水打入洗涤塔中经喷嘴喷出, 喷淋下来后流入废水池。已知管道尺寸为 $\phi 114 \times 4 \text{mm}$, 流量为 $85 \text{m}^3/\text{h}$, 水在管路中流动时的总摩擦损失为 10J/kg (不包括出口阻力损失), 喷头处压力较塔内压力高 20kPa , 水从塔中流入下水道的摩擦损失可忽略不计。求泵的有效轴功率。



5. (20 分) 在连续精馏塔内分离某二元理想溶液, 已知进料组成为 0.5 (易挥发组分摩尔分数, 下同), 泡点进料, 进料量为 100kmol/h 。塔顶蒸汽依次通过塔顶分凝器和全凝器。塔顶蒸汽经分凝器部分冷凝后, 液相作为塔顶回流液, 其组成为 0.9; 气相再经全凝器冷凝作为塔顶产品, 其组成为 0.95。易挥发组分在塔顶的回收率为 96%, 离开塔顶第一层理论板的液相组成为 0.84。恒摩尔流假定成立。试求:

- (1) 相对挥发度 α ;
- (2) 回流比 R 及精馏段操作线方程;
- (3) 最小回流比 R_{min} ;
- (4) 塔釜液组成 x_W ;
- (5) 现测得塔内精馏段第 n 板默弗里单板效率 $E_{m.v.,n} = 0.5$, 从下一层板进入该板的气相组成为 $y_{n+1} = 0.79$, 求离开第 n 板的实际气、液相组成。

特别提醒: 答案必须写在答题纸上, 若写在试卷或草稿纸上无效。