

## 青 岛 科 技 大 学

### 二 〇 一 一 年 硕 士 研 究 生 入 学 考 试 试 题

#### 考 试 科 目：化 工 原 理

注意事项：1. 本试卷共 7 道大题（共计 7 个小题），满分 150 分；

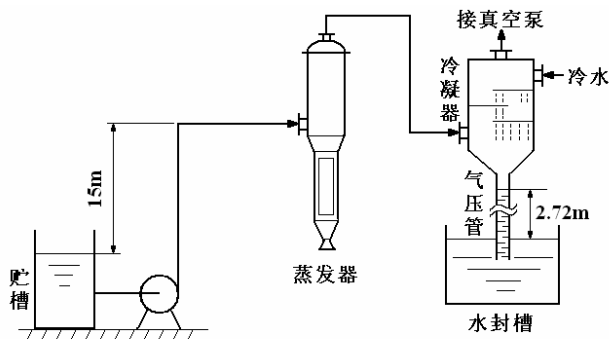
2. 本卷属试题卷，答题另有答题卷，答案一律写在答题卷上，写在该试题卷上或草纸上均无效。要注意试卷清洁，不要在试卷上涂划；

3. 必须用蓝、黑钢笔或签字笔答题，其它均无效。

\*\*\*\*\*

一、(20 分) 如附图所示，用泵将敞口贮槽中的溶液送到蒸发器内，贮槽内液面维持恒定。溶液的密度为  $1200\text{kg/m}^3$ ，饱和蒸气压为  $4.247\text{kPa}$ （绝压）。蒸发器产生的水蒸气送入真空操作的冷凝器中冷凝，蒸发器的操作压力与冷凝器内的操作压力相同。冷凝器下部气压管中水上升的高度为  $2.72\text{m}$ ，水的密度为  $1000\text{kg/m}^3$ 。蒸发器进料口高于贮槽液面  $15\text{m}$ ，进料量为  $20\text{m}^3/\text{h}$ 。泵吸入管路总长为  $86\text{m}$ ，压出管路总长为  $100\text{m}$ （均包括所有局部阻力的当量长度），管路摩擦系数取为  $0.02$ ，管路内径为  $60\text{mm}$ 。

试求：（1）蒸发器的操作压力；（2）泵的有效功率；（3）若该操作状况下泵的必需气蚀余量 $(\text{NPSH})_r$ 为  $2.0\text{m}$ ，则泵的允许安装高度为多少？（当地大气压为  $101.3\text{kPa}$ ）



题 1 附图

二、(10 分) 用标准型旋风分离器 ( $\zeta=8.0$ ,  $B=D/4$ ,  $h=D/2$ ,  $N_e=5$ ) 除去气体中的固体颗粒。已知颗粒密度为  $1200\text{kg/m}^3$ ，气体密度为  $1.2\text{kg/m}^3$ ，气体黏度为  $1.8 \times 10^{-5}\text{Pa}\cdot\text{s}$ ，气体处理量为  $1440\text{m}^3/\text{h}$ ，允许压强降为  $1275\text{Pa}$ 。颗粒直径为  $6.5\mu\text{m}$ 。现采用多台相同的旋风分离器并联操作的分离方案，试计算所需并联的旋风分离器的个数和直径。

三、(20 分) 一单管程的列管式换热器，由  $\Phi 25 \times 2\text{mm}$  的 136 根不锈钢管组成。现有平均比热容为  $4.187\text{kJ}(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$  的某溶液在管内作湍流流动，其质量流量为  $1.5 \times 10^4\text{kg/h}$ ，并由  $15^\circ\text{C}$  被加热到  $100^\circ\text{C}$ 。温度为  $110^\circ\text{C}$  的饱和水蒸气在壳方冷凝。管壁对溶液的对流传热系数为  $520\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ，蒸汽对管壁的对流传热系数为  $1.16 \times 10^4\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ，不锈钢管的导热系数为  $17\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ，忽略污垢热阻和热损失。

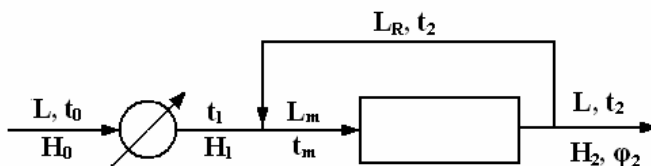
试求：(1) 列管长度；(2) 若将该换热器管程改用于把  $5.0 \times 10^4\text{kg/h}$  的苯从  $30^\circ\text{C}$  加热至  $70^\circ\text{C}$ ，并已知操作范围内苯的平均密度为  $900\text{kg}/\text{m}^3$ ，黏度为  $0.47 \times 10^{-3}\text{Pa} \cdot \text{s}$ ，比热容为  $1.80\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ，导热系数为  $0.14\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ，换热器其他条件不变，判断该换热器是否合用。

四、(20 分) 某二元混合液的组成（易挥发组分 A 的摩尔分数，下同）为 0.52，在泡点状态下进入精馏塔。工艺要求塔顶产品的组成为 0.75，塔顶产品采出率  $D/F$  为 1:2。塔顶设全凝器，泡点回流。若操作条件下，该物系的相对挥发度  $\alpha$  为 2.5，回流比  $R$  为 2.5。试求完成上述分离要求所需的理论板数和进料板位置。

五、(20 分) 在直径为  $1\text{m}$  的填料吸收塔内，用清水作溶剂，入塔混合气流量为  $100\text{kmol/h}$ ，其中溶质为 6%（体积分数）。要求溶质回收率为 95%，取实际液气比为最小液气比的 1.5 倍。已知在操作条件下的平衡关系为  $Y^* = 2.0X$ ，气相总体积吸收系数  $K_Y a = 200\text{kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 。试求：(1) 出塔液体组成；(2) 所需填料层高度；(3) 若其他条件不变（如  $G$ 、 $L$ 、 $y_{\text{入塔}}$ 、 $x_{\text{入塔}}$  等不变），将填料层在原有基础上加高  $2\text{m}$ ，溶质回收率可增加多少？

六、(20 分) 某干燥器的操作压强为  $79.98\text{kPa}$ （绝压），出口气体的温度为  $60^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 70%，将部分出口气体返回干燥器入口与新鲜空气相混合，使进入干燥器的气体温度不超过  $90^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 12%（如附图所示）。已知新鲜空气的质量流量为  $0.503\text{kg/s}$ ，温度为  $20^\circ\text{C}$ ，湿度为  $0.005\text{kg 水}/\text{kg 干空气}$ 。水在  $60^\circ\text{C}$  时的饱和蒸汽压为  $19.91\text{kPa}$ （绝压），在  $90^\circ\text{C}$  时的饱和蒸汽压为  $70.09\text{kPa}$ （绝压）。

试求：(1) 新鲜空气的预热温度及空气的循环量；(2) 预热器需提供的热量为多少？若将流程改为先混合后预热，所需热量是否有变化？



题 6 附图

七、简答题（每题 5 分，共 40 分）

1. 什么是连续性方程？
2. 如何通过实验测定离心泵的特性曲线？
3. 传热有哪几种基本方式？
4. 如何通过实验测定总传热系数  $K$ ？
5. 简要说明重力沉降和离心沉降的联系与区别。
6. 精馏塔设计中，简捷法确定理论板层数的步骤是什么？
7. 什么是亨利定律？
8. 板式塔和填料塔的区别是什么？