

武汉科技大学

2007 年硕士研究生入学考试试题

考试科目代码及名称: 434 化工原理 总页数: 7 第 1 页

说明: 1. 适用专业: 化学工程, 化学工艺, 生物化工, 环境工程

2. 可使用的常用工具: 计算器、三角板等文具

3. 答题内容写在答题纸上, 写在试卷或草稿纸上一律无效

4. 考试时间为 3 小时, 总分值 150 分

一、 填空题 (每空 1 分 共 33 分)

1. 理想流体在管内流动时, 在无外加能量的情况下, 以单位质量流体所具有的能量来表示的柏努利方程为_____; 以单位重量流体所具有的能量来表示的柏努利方程为_____; 总压头沿流向_____。

2. 流体在圆管中流动, 若 Re 值小于 _____, 则其流动状态为层流, 速度分布曲线为_____线, 平均流速与最大流速的关系为_____; 若流体为理想流体, 则其摩擦阻力_____; 速度梯度_____。

3. 流体在圆管中流动, 并处于阻力平方区 (完全粗糙区), 若其他条件不变, 流速增大, 则摩擦系数 λ _____; 阻力损失_____。

4. 流体在管路中进行稳定流动, A 、 B 为管路中相距 L 的两个截面, 其间不存在外加能量的输入或输出, 若已知在 A 截面处的各参量为: $z_A = 3m$,

$$\frac{u_A^2}{2g} = 5m, \frac{p_A}{\rho g} = 2m; B \text{ 截面处的各参量则为: } z_B = 4m, \frac{u_B^2}{2g} = 6m, \frac{p_B}{\rho g} = 1m;$$

则由以上数据可以推断出流体的流动方向为_____。

5. 离心泵运转过程中, 其流量控制一般是通过改变出口阀门的开度来调节。若开大出口阀门, 将会导致泵吸入口真空度_____; 泵出口表压_____; 并会_____汽蚀危险 (此处请选择 “增加” 或 “降低”)。

6. 已知钢球在冷水中进行斯托克斯沉降, 速度为 u_0 , 若将冷水预热, 则钢球的沉降速度 u'_0 将_____。
7. 过滤过程中, 滤液在滤饼层中的流动属于_____流动(请选择填“稳定”“不稳定”); 恒压过滤时, 随着过程的不断进行, 过滤速度将逐渐_____。
8. 传热过程与流体流动状态有密切的联系, 若管内流体湍动程度增强, 则管内对流传热系数 α 将_____。
9. 两流体通过换热器进行换热操作, 已知热流体温度由 60°C 降至 30°C , 冷流体温度相应由 20°C 升至 50°C , 则此两流体的换热操作为_____操作(请选择“逆流”或“并流”); 该传热过程的对数平均温度差 Δt_m 为_____;
该换热器的效率为_____。
10. 实验室用水吸收氨测定填料塔的传质系数 $K_y a$, 该系统为_____控制, 若气体流量的增加, 则传质系数 $K_y a$ _____。
11. 吸收过程属于_____扩散过程, 按照双膜理论, 在气液两相界面上, 气液两相组成呈_____状态。
12. 二元连续精馏, 已知精馏段操作线方程为 $y = ax + b$, 提馏段操作线方程为 $y' = cx' - d$, 式中, a 、 b 、 c 、 d 均为常数。则回流比 $R =$ _____;
 $x_D =$ _____; $x_w =$ _____。
13. 某单级萃取过程中, 若已知萃取液中溶质 A 的浓度为 $y'_A = 0.6$, 萃余液中原溶剂 B 的浓度为 $x'_B = 0.7$, 则选择性系数 β 为_____;
14. 某干燥过程, 新鲜空气自状态 $A_0(t_0, H_0, I_0, \phi_0)$, 经预热器后, 状态变为 A_1 , 相应参数变为 (t_1, H_1, I_1, ϕ_1) , 作为干燥介质, 进入干燥器干燥

湿物料。则新鲜空气与预热空气各对应参数的大小关系为： t_0 ____ t_1 ；

H_0 ____ H_1 ； I_0 ____ I_1 ； Φ_0 ____ Φ_1 （请填“<”、“>”或“=”）。

二、 单项选择（每问 2 分，共 24 分）

1. 流量为 V 时，通过转子流量计的压降为 ΔP_1 ，流量为 $2V$ 时，通过转子流量计的压降为 ΔP_2 ，则_____。

- ① $\Delta P_2 = \Delta P_1$ ② $\Delta P_2 = 2\Delta P_1$ ③ $\Delta P_2 = 3\Delta P_1$

2. 如图 1，水在水平直管内流动。已知两测压管测压孔均处于管中心，两测压管的液面高度差为 ΔH ，则管中心流速 u 为_____。

① $u = \frac{\Delta H}{2g}$

② $u = \sqrt{2g\Delta H}$

③ $u = 2g\sqrt{\Delta H}$

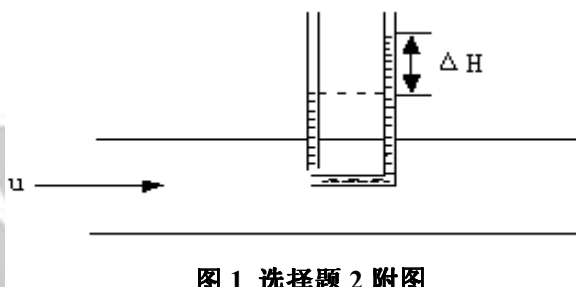


图 1 选择题 2 附图

3. 如图所示，某液体流经一突然缩小的水平管路系统，已知大管直径为 D ，流体在其中的流速为 u ，小管直径为 d ，两测压管安装在扩大部位的两侧，高度差为 $\Delta H = H_2 - H_1$ ，则下述对 ΔH 的说明，正确的是_____。

① 必然存在 $\Delta H < 0$

② $\Delta H > 0$

③ 需具体数据计算才能确定

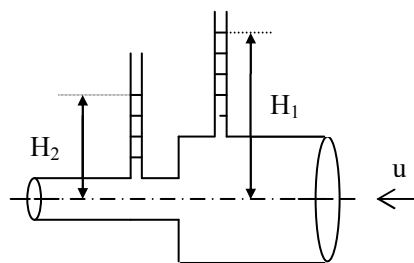


图 2 选择题 3 附图

4. 离心泵的工作点系指_____。

- ① 泵最大效率下所对应的点
- ② 泵的特性曲线与管路特性曲线的交点
- ③ 泵铭牌上的流量和扬程所决定的适宜工作区域
5. 恒压过滤操作初始瞬间(即仅有过滤介质但尚无滤饼形成), 此时的过滤速度为_____。
- ① $\frac{dV}{d\theta} = \frac{KA^2}{V+V_e}$; ② $\frac{dq_e}{d\theta} = \frac{K}{2q_e}$; ③ $\frac{dV}{d\theta} = \frac{K}{2V_e}$
6. 某间壁换热过程, 污垢热阻及管壁导热热阻均可忽略, 热流体侧对流传热系数 α_1 , 冷流体侧对流传热系数 α_2 , 已知 $\alpha_1 > \alpha_2$, 则:
- <1>为强化传热, 应提高_____
- ① α_1 ; ② α_2 ; ③同时提高 α_1 和 α_2
- <2>管壁温度接近于_____侧的温度。
- ① 热流体侧; ②冷流体侧; ③需具体计算传热系数 K 来推算确定
7. 吸收操作时, 为提高吸收率, 可采取_____。
- ① 提高吸收液温度
- ② 将气液流向由逆流改为并流
- ③ 增大吸收液用量
8. 二元连续精馏计算中, 进料热状态的变化将引起 $x-y$ 图中下列线的位置发生变化_____。
- ① 平衡线
- ② 操作线与 q 线
- ③ 平衡线与 q 线
9. 工厂蒸馏操作实际中, 由于条件发生变化, 导致进料量 F 增加, 其他条件不变, 则会发生_____。
- ① 塔顶产品浓度增加
- ② 塔底产品浓度增加

- ③ 由于塔本身所提供的实际板数不变，故产品浓度不变
10. 下列有关萃取操作的说明，正确的是_____。
- ① 在三角形相图上，温度升高，两相区越大，共轭线愈短
 - ② 在三角形相图上，温度升高，萃取液的最大浓度降低
 - ③ 萃取液与萃余液处于平衡状态
11. 湿度图中，露点温度相等的线为_____。
- ① 等温线
 - ② 等相对湿度线
 - ③ 等湿线
12. 散装填料（颗粒型或乱堆填料）可分为环型和鞍型两大类，二者相比，主要区别为_____
- ① 环型类填料空隙率大，比表面积小
 - ② 鞍型类填料空隙率大，比表面积小
 - ③ 两类填料的空隙率和比表面积需要给出具体数据才能比较

三、实验操作分析题：（20 分）

1. 电器接线状况正常的离心泵实验装置，常温下在实验操作时发现，在将离心泵泵体内灌满水，启动电机后在运转过程中出水量逐渐减少，最后停止吸液。试说明这种现象可能是什么原因导致的？可采取那些具体解决措施？（10 分）
2. 某化工厂原有一套苯-甲苯精馏装置，设计时能够满足生产要求。后由于原料来源等原因，导致原料液中的苯浓度低于原设计值。计划仍采用该套装置进行生产，只要塔顶苯的摩尔浓度和原来相同即可。试定性分析在进料浓度 x_F 的情况下，可以采用那些措施来维持塔顶产品的浓度不变？各有什么利弊？（10 分）

四、计算及分析题（73 分）

1. 为利用废水的余热，将废水与洗澡用水通过单程列管式换热器进行换热。废水经换热后，温度由 90°C 降为 50°C ，洗澡用水则由 20°C 升至 70°C ，洗澡用水在壳程中流动，其对流传热系数为 $\alpha_2 = 1500 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ ，质量流量为 $m_{s2} = 10 \text{ kg/s}$ 。定性温度下，废水和洗澡用水的密度均为 $\rho = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3$ ，

比热均为 $c_p = 4170 \text{ J / kgK}$ ；废水的导热系数 $\lambda = 0.66 \text{ W / mK}$ ，粘度 $\mu = 0.40 \text{ cp}$ 。拟使用的换热器内有 $\phi 19 \times 2$ 的管子 150 根，管长 3m。废水走管程，冷热两流体近似可视为完全逆流，管壁及污垢热阻均可忽略不计，求：

- ① 平均温度差 Δt_m （3 分）
- ② 两流体换热量 Q 和管内废水的对流传热系数 （6 分）
- ③ 以管外表面为基准的总传热系数 K （4 分）
- ④ 该换热器能否满足要求。（3 分）

2. 图 3 为某单级萃取示意图。其中 M 点为原料液 F 与纯溶剂 S 的和点，已知分配系数 $K_A = 1$ 。试在图上定性作出（本题可另在答题纸上定性绘制）：（10 分）

- ① 萃余相组成点 R 和萃取相组成点 E；
- ② 萃取液组成点 E' 和萃余液组成点 R' ；
- ③ 经单级萃取后所得萃取液最大浓度组成点 E_{\max}' ，并予以简单说明。

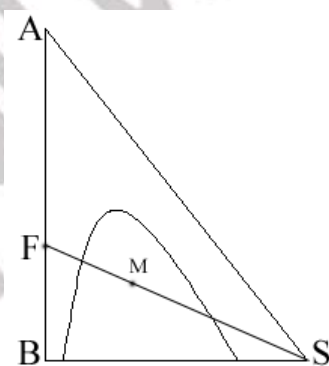


图 3 计算题 2 附图

3. 已知湿空气的下列参数，试分别在 t - H 图上确定该空气的状态点，并予以简单说明（9 分）。

- ① 已知 t 和 H ② 已知 t 和 t_w ③ 已知 t 和 t_d

4. 某低浓度气体的吸收过程，已知其操作线方程为 $y = 2x + 0.02$ ，平衡关系为 $y^* = 2x$ ，溶液进出塔浓度分别为 $x_a = 0.01$ 和 $x_b = 0.05$ ，传质单元高度 $H_{OG} = 1 \text{ m}$ ，试求填料层高度。（8 分）

5. 某精馏塔，用于二元连续精馏操作。塔顶为全凝器，塔釜间接蒸汽加热，

饱和蒸汽进料，进料组成为 $x_F=0.5$ （摩尔分率，下同），已知塔顶产品量

D 和塔底产品量 W 相等，精馏段操作线方程为 $y=0.8x+0.18$ ，试求：

① 回流比 R、塔顶产品组成 x_D 、塔底产品组成 x_W （9 分）

② 提馏段操作线方程（6 分）

6. 在 20°C 下将水从贮槽中用泵送至反应器，输送管路为长 40m、内径为 52mm 的钢管，管路上有两个 90° 弯头（两个弯头的当量长度之和为 $\sum Le=35\text{m}$ ），一个 $1/2$ 开启的标准阀（当量长度 $Le=465\text{m}$ ）。管路出口在贮槽液面以上 12m，贮槽与大气相通，大气压力为标准大

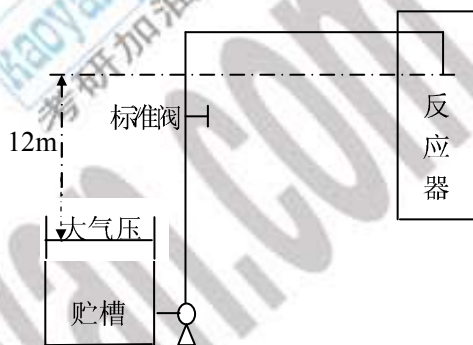


图 4 计算题 6 附图

气压，反应器则在 $500\text{Kpa}=5\times 10^5\text{pa}$ （表压）下操作，若要维持 $5\times 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$ 的体积流量，求所需泵的轴功率。已知泵效率为 0.5，管路沿程摩擦系数 $\lambda =0.02$ ， 20°C 水的密度 $\rho =1000\text{Kg}/\text{m}^3$ 。（15 分）