

武汉大学

二〇〇八年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目及代码：_____ 834 化工原理 _____

适用专业：_____ 化学工程，化学工艺，生物化工，环境工程 _____

说明：1. 可使用的常用工具：计算器、三角板等文具

2. 答题内容写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上一律无效。考完后试题随答题纸交回。

3. 考试时间 3 小时，总分值 150 分。

一、 填空题（每空 1.5 分 共 39 分）

- 理想流体在管内流动时，平均流速与管截面上各处点流速的大小关系为_____；沿流动方向总压头_____。
- 不可压缩流体在圆管中流动，保持体积流量及其他条件均不变，若将管径减少为原来的 1/2，即 $d_2 = 0.5d_1$ ，则雷诺数将变为原来的_____倍；若两种情况下均为层流流动，则阻力损失变为原来的_____倍；若两种情况均为完全湍流区的流动，阻力损失则变为原来的_____倍。
- 已知某液体输送系统中，离心泵的特性曲线方程为 $H = 20 - 2Q^2$ ，管路特性曲线方程为 $H = 10 + 8Q^2$ ，式中各参数的单位均为 SI 制。则该输送系统实际输送的流量为_____ m^3 ；离心泵的扬程为_____ m。
- 已知某颗粒在重力加速度为 g 的重力场中进行斯托克斯沉降，速度为 u_0 ；若将该颗粒放到离心加速度为 $2g$ 的离心力场当中，仍进行斯托克斯沉降，则其沉降速度为_____。
- 恒速过滤时，随着过程的进行，要求过滤压力逐渐_____；恒压过滤时，随着过程的不断进行，过滤速度将逐渐_____。
- 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 40°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_____ $^\circ\text{C}$ 。
若其中冷流体为具有腐蚀性且较易清洗的液体，则应该选择冷流体流

密封线内不要写题

经____、热流体流经____(请选择“管程”或“壳程”)。

- 实验室用水吸收二氧化碳测定填料塔的传质系数 $K_y a$, 该系统为____控制。若减少气体流量, 其他条件不变, 则吸收因数 A 将____; 气体出塔尾气浓度将____; 吸收率将____。
- 连续精馏过程中, 在符合恒摩尔流假设的条件下, 若进料为饱和液体进料, 则精馏段的上升蒸汽摩尔流率 V ____提馏段的上升蒸汽摩尔流率 V' ; 精馏段的下降液体摩尔流率 L 则____提馏段的液体摩尔流率 L' 。
- 某萃取操作, 已知分配系数 $K_A = 1$, 则经单级萃取后所得到的萃取相浓度____萃取相浓度 (请选择“=”、“<”或“>”); 此时平衡联结线 (共轭线) 与底边 (BS 边)____。
- 某干燥过程, 若降低空气的温度, 则相对湿度 Φ 将____; 湿度 H ____; 湿球温度 t_w 将____; 露点温度 t_d 将____。(请填“增加”“不变”或“减少”)。

二、单项选择 (每问 2 分, 共 16 分)

- 下列关于复杂管路的说明, 正确的是____。
 - 并联管路中各支管的流量分配, 在各支管长度和摩擦系数 λ 相同的情况下, 取决于各支管管径的大小
 - 串联管路各管段流速相等
 - 分支管路各支管流量相等
- 两流体通过换热器进行热交换, 壳程一侧为饱和蒸汽冷凝, 管内则为无相变的流体湍流传热过程。则管壁温度____。
 - 接近于蒸汽温度
 - 接近于流体温度
 - 需考虑管壁的导热热阻, 具体计算之后才能确定
- 有关往复泵的特点有如下几种说法, 正确的是____。
 - 扬程与管路无关
 - 流量随扬程升高而增大
 - 流量具有不均匀性
- 某气体用 A、B、C 三种不同的吸收剂进行吸收操作, 液气比相同, 吸收因数的大小关系为 $A_A > A_B > A_C$, 则气体溶解度的大小关系为____。
 - $A > B > C$
 - $C > B > A$
 - 无法确定

5. 下列有关萃取操作的说明, 正确的是_____。

- ① 在三角形相图上, 萃取液和萃余液互呈平衡
- ② 要求所选用的萃取剂的选择性系数 β 必须大于 1
- ③ 要求分配系数 K_A 必须大于 1

6. 在恒速干燥阶段, 存在_____。

- ① 所除去的水分一定是自由水分
- ② 物料表面温度等于空气的湿球温度
- ③ 干燥速率大于物料表面水分汽化速率

7. 对饱和空气, 其干球温度 t 、绝热饱和温度 t_{as} 、湿球温度 t_w 和露点温度 t_d 之间的大小关系为_____。

- ① $t > t_w = t_{as} > t_d$
- ② $t = t_w = t_{as} = t_d$
- ③ $t > t_w > t_{as} > t_d$

8. 二元连续精馏计算中, 进料热状况的改变将引起以下_____线的变化。

- ① 平衡线和 q 线
- ② 平衡线 and 操作线
- ③ 操作线与 q 线

三、实验设计及操作分析题 (26 分)

1. 试设计测定离心泵扬程的实验装置。电器线路等均已齐备, 实验室已有离心泵和真空表, 连接管路若干以及相应水槽、水管、阀门。问:

- (1) 尚需哪些测量仪表或设施? (3 分)
- (2) 需测定哪些数据? (3 分)

(3) 画出装置示意图, 列出最终测定结果的表达式。(8 分)

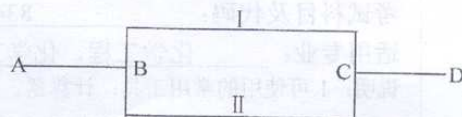
2. 冷热两种流体通过固定管板式换热器进行逆流热交换。其中, 热流体的质量流量 m_{h1} 及进口温度 T_1 维持不变, 冷流体的进口温度 t_1 也保持不变, 现生产要求热流体出口温度 T_2 升高, 试分析工程上可采取什么措施来对该传热过程进行调节? 调节过程中假设流体物性参数不变, 并且冷流体的 $\alpha_2 \gg$ 热流体

对流传热系数 α_1 ，试从传热基本方程和热交换方程出发，分析该调节作用会影响那些因素及主要调节机理。(12分)

四、计算及分析题 (69分)

1. 如图所示的管路系统, 某液体水平

自 A 向 D 流动, 管路 B I C 和 B II C



为并联管路。各管路直径 d 均相同,

管长 (包括所有局部位置的当量长度) 均为 L , 摩擦系数均为 λ 。已知流体在 AB 管的流量为 Q 。

① 试列出流体流经该管路系统自 A 到 D 的阻力表达式。

② 若 AD 两点压力相同, 且处于同一水平面上, 则该管路的管路特性曲线方程如何表达?

③ 若将一台离心泵安装在 AB 管路上, 以完成该输送任务, 则离心泵工作点所对应的扬程和流量各为多少? (15分)

2. 冷热两流体通过单程列管式换热器进行换热。热流体走壳程, 冷流体走管程; 冷热两流体近似可视为完全逆流。热流体经换热后, 温度由 90°C 降为 40°C , 冷流体则由 20°C 升至 60°C , 已知壳程中热流体的对流传热系数为 $\alpha_1 = 3000 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, 质量流量为 $m_{s1} = 10 \text{ kg/s}$ 。定性温度下, 两种流体的密度均为 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, 比热均为 $c_p = 4000 \text{ J/kgK}$; 管程中冷流体的导热系数 $\lambda = 0.60 \text{ W/mK}$, 粘度 $\mu = 4 \times 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。拟使用的换热器内有 $\Phi 19 \times 2$ 的管子 200 根, 管长 6m。管壁及污垢热阻均可忽略不计, 求:

① 平均温度差 Δt_m (5分)

② 两流体换热量 Q 和管内冷流体的对流传热系数 (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)

3. 在实验室进行恒压过滤操作, 忽略过滤介质阻力, 过滤时间为 θ 时, 所得滤液量为 V_1 , 若再过滤 θ 时间, 又可得到多少滤液量 V_2 ? 前后两阶段过滤终了时过滤速率之比是多少? (10分)

4. 某吸收过程, 已知其操作线方程为 $y = ax + b$ (a, b 均为常数), 平衡线为与操作线平行的直线。溶液进出塔浓度分别为 x_0 和 x_b , 传质单元高度 $H_{OG} = 1m$, 求

- ① 操作液气比和吸收因数 (4分) ② 填料层高度 (6分)

5. 如图所示, 用常压连续精馏塔分离某二元组分混合液, 饱和液体进料, 塔顶为全凝器, 塔釜间接蒸汽加热 (不相当于一块理论板), 原料液

$F = 100 \text{ kmol/h}$, $x_F = 0.50$ (摩尔分率, 下同), 馏出液 $D = 40 \text{ kmol/h}$, 塔内只有一块理论板, 相对挥发度 $\alpha = 2$, 回流比 $R = 1$ 。试求:

- ① 馏出液浓度 x_D 、塔底产品浓度 x_W 各为多少?
 ② x_D 最高值为多少? (16分)

