

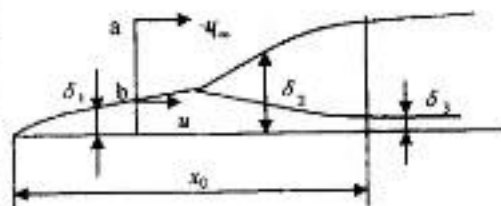
2006年硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：化工原理

所有试题答案写在答题纸上，答案写在试卷上无效

一、填空(40分)

1. 右图表示流体在圆形直管进口段内流动时边界层发展的情况，图中 ab 截面管中心 a 点的流速为 u_m ，b 点的流速为 u ，图示中所表示的符号意义是： δ_1 表示 (1)， δ_2 表示 (2)， δ_3 表示 (3)， u_m 表示 (4)， u 与 u_m 的关系是 (5)。



2. 当流量增大时，流体通过转子流量计的压强差 (6)。
3. 当离心泵内充满空气时，将发生气缚现象，这是因为 (7)。
4. 一降尘室长 5m，宽 2.5m，高 1.1m，中间装有 10 块隔板，隔板间距为 0.1m。现颗粒最小直径为 $10\mu\text{m}$ ，其沉降速度为 0.01m/s ，欲将最小直径的颗粒全部沉降下来，含尘气体的最大流速不能超过 (8) m/s 。
5. 在生产操作中，通过测量流化床的压力降可判断操作是否正常。如压力降较正常值低，可能有 (9) 现象；如压力降上下波动剧烈，可能出现 (10) 现象。
6. 转筒真空过滤机，转速越快，每转获得的滤液量就越 (11)，单位时间获得的滤液量就越 (12)，过滤阻力就越 (13)。

7. 为了减少室外设备的热损失, 保温层外所包的一层金属皮应该是 (14)。
- A. 表面光滑, 颜色较浅 B. 表面粗糙, 颜色较深 C. 表面粗糙, 颜色较浅
8. 碳钢的导热系数为 (15), 铜的导热系数为 (16), 20°C 空气的导热系数为 (17), 20°C 水的导热系数为 (18)。
- A. $370\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$ B. $0.6\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$ C. $0.026\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$ D. $45\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$
9. 在一卧式加热器中, 利用水蒸气冷凝来加热某种液体, 应让加热蒸汽在 (19) 程流动, 加热器顶部设置排气阀是为了 (20)。
10. 用水吸收氨气, 该吸收过程为 (21) 阻力控制过程 (气相、液相、两相), 下面哪一项是正确的 (22)。
- A. 界面液相浓度 c_i 接近于液相主体浓度 c_L ;

B. 界面气相分压 p_i 接近于气相主体分压 p_G 。

11. 总传质系数与分传质系数之间的关系可以表示为 $1/K_L = 1/k_L + H/k_G$ ，其中 $1/k_L$ 表示 (23)，当 (24) 项可忽略时，表示该吸收过程为液膜控制。
12. 对于气体吸收塔来说，如果塔高不受限制，可能达到的最大吸收率 η_{\max} 与下面所述的哪个量 (25) 无关。
- A. 液气比 B. 液体入塔浓度 C. 相平衡常数 D. 吸收塔型式
13. 在某填料吸收塔中，用纯溶剂吸收某混合气中的溶质，假定气体入口浓度不变，在同样的操作条件下完成同样的分离任务，逆流操作所需的最小液汽比 $(L/V)_{\min, \text{逆流}}$ (26) 并流操作所需的最小液汽比 $(L/V)_{\min, \text{并流}}$ ，原因是 (27)。
14. 水蒸汽蒸馏的先决条件是 (28)，这样可以 (29) 体系的沸点。
15. 某精馏塔的设计任务是：原料为 F 、 x_F ，要求塔顶的产品组成为 x_D ，塔底的产品组成为 x_W ，设计时若选定的回流比 R 不变，加料热状态由原来的饱和汽相进料改为饱和液体进料，则精馏段上升蒸汽量 V (30)，精馏段下降液体量 L (31)，提馏段上升蒸汽量 V' (32)，提馏段下降液体量 L' (33)。（增加、减少、不变、不确定）
16. 已知精馏塔中第 $n-1$ ， n ， $n+1$ 块实际板（由上至下）的 Murphree 板效率小于 1，与 y_n 相平衡的液相浓度为 x_n^* ，则 x_n^* (34) x_n ；与 x_{n+1} 相平衡的气相浓度为 y_{n+1}^* ，则 y_{n+1}^* (35) y_{n+1} ， y_n (36) x_{n-1} ，(>、<、=)

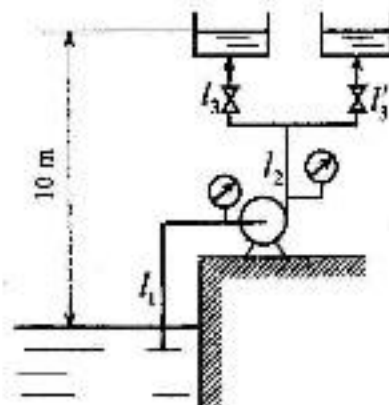
17. 从 A 和 B 组分完全互溶的溶液中, 用溶剂 S 萃取其中的 A 组分, 如果出现以下情况将不能进行萃取分离 (37) :
- A. S 和 B 组分完全不互溶, S 和 A 组分完全互溶;
 - B. S 和 B 组分部分互溶, A 组分的分配系数 $k_A = 1$;
 - C. 过程的选择性系数 $\beta = 1$;
 - D. 过程的选择性系数 $\beta > 1$ 。
18. 操作弹性是塔设备重要的性能指标之一, 操作弹性的定义是 (38), 在操作过程中, 如果塔内发生降液管液泛, 说明 (39) 相处理能力达到上限; 如果发生雾沫夹带液泛, 说明 (40) 相处理能力达到上限。

二、(22 分)

如图所示, 用离心泵将池中 20°C 的水向两个高位槽供水。已知 $l_1 = 8\text{ m}$, $l_2 = 2\text{ m}$, $d_1 = d_2 = 50\text{ mm}$, $l_3 = l_4 = 20\text{ m}$ (以上长度均包括局部阻力), $d_3 = d_4 = 25\text{ mm}$, 管路阻力系数 $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 0.028$, 泵的特性曲线可近似表示为 $H = 80 - 1.1 \times 10^6 Q^2$ (式中 Q 以 m^3/s 表示)。试求:

- (1) 若 l_4 关闭, 则泵的流量为多少?
- (2) 若两支管同时开, 则泵的流量为多少?
- (3) 泵的安装高度为多少?
- (4) 两支管同时打开后, 泵的入口真空表及出口压强表的读数如何变化?

已知此离心泵的排量为 $20\text{ m}^3/\text{h}$ 时, $H_p = 5.6\text{ m}$;
排量为 $10\text{ m}^3/\text{h}$ 时, $H_p = 7.3\text{ m}$ 。



三、(12 分)

拟用板框过滤机恒压过滤某悬浮液, 要求每小时处理的悬浮液量至少为 20 m^3 。滤饼不洗涤, 已知滤饼体积/滤液体积 $= 0.026\text{ m}^3/\text{m}^3$, 卸渣、重整等辅助时间为 30 min 。相同条件下在小板框过滤机上进行试验, 得到如下数据:

过滤时间 (min)	单位面积上的滤液量 (m^3/m^2)
20	0.34
40	0.5

- (1) 试从以下规格的板框过滤机中选出合适的型号。
- (2) 所选设备的最大生产能力为多大?
- (3) 板框完全充满时生产能力为多大?

型号	过滤面积 (m^2)	板框尺寸	框数 (个)
A	46.0	635mm \times 635mm \times 25mm	57
B	47.2	810mm \times 810mm \times 30mm	36

四、(21 分)

某厂在由 177 根 $\phi 25 \times 2\text{mm}$ 、长 3m 的钢管构成的单壳程单管程列管换热器内,用 132.9°C 的饱和水蒸汽在管间冷凝,将管内作湍流流动的常压乙烯气体加热。已知乙烯气体流量为 0.6kg/s ,进口温度为 20°C ,在操作条件下的密度为 1kg/m^3 ,比热为 $1.84\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$,对流传热系数为 $53\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$,饱和水蒸汽冷凝传热膜系数为 $8000\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$,可忽略管壁及污垢热阻。

- (1) 确定乙烯气体出换热器时的温度;
- (2) 若乙烯气体通过换热器的压降要求不超过 $0.01\text{kgf}/\text{cm}^2$,通过换热器的总长度(包

折局部阻力当量长度) 为 5.5m , 摩擦系数 $\lambda = 0.04$, 试确定该换热器最多允许通过多少 kg/s 的乙烯气体?

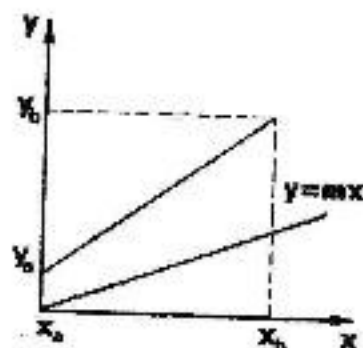
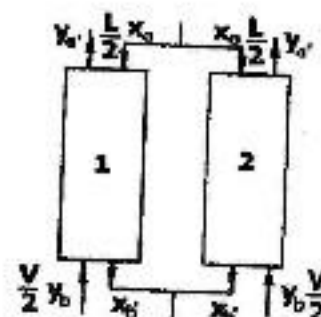
(3) 当乙烯气体流量增加到最大允许量, 且要求进出口温度保持不变时, 若锅炉能供给该换热器的水蒸汽最高压力为 3 kgf/cm^2 (表压) (即 $T = 142.9^\circ\text{C}$), 问此蒸汽能否满足要求?

五、(27 分)

在一个截面积为 Ω 的 Mellepak 250Y 型规整填料吸收塔中, 用清水吸收空气混合气中的气体 A。已知吸收塔的操作总压为 101.3kPa , 温度为 20°C , 入塔混合气的摩尔流量为 V , 入塔气中 A 的浓度为 0.05 (摩尔分率, 下同), 经过吸收后的气体出塔组成为 0.1 , 清水用量是最小液气比的 1.5 倍, 吸收过程为气膜控制, $K_y a \propto V^{0.7}$ (V 为气相摩尔流率), 已知在常压下 20°C 时该体系的气液相平衡关系为 $y_e = 1.5x$, 试求: (1) 逆流操作时, 完成分离任务所需的气相总传质单元数 N_{OG} 为多少;

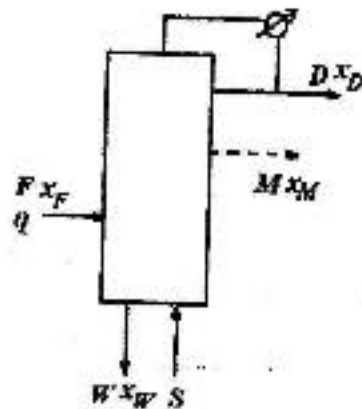
(2) 为了降低塔内的气、液相负荷, 将该塔与一个相同的塔并联进行逆流吸收, 汽液两相流量分配相等, 并且入塔的气、液相组成相同, 流程图见右图, 求: 并联前后该塔对溶质的吸收率变化。

(3) 在原逆流操作的吸收塔中, 其操作线及相平衡线如右图所示, 若其它操作条件不变而操作压力降低, 请说明塔的气相总传质单元高度 H_{OG} 、气体出塔浓度 y_a 和液体出塔浓度 x_b 发生什么变化, 并且, 请在答题纸上示意画出新条件下 $y-x$ 相图中操作线及相平衡线的变化。



六 (28分)

某双组分理想混合液，重组分为水，设计时先按如下流程安排（图中实线）。塔釜采用饱和蒸气直接加热。塔顶采用全凝器，泡点回流。系统符合恒摩尔流假定，相对挥发度为2。且知道： $F = 100 \text{ kmol/h}$ ， $q = 0$ ， $x_F = 0.4$ （摩尔分率，下同）， $x_D = 0.95$ ， $x_W = 0.04$ ， $S = 60 \text{ kmol/h}$ 。试求：



- (1) 塔顶轻组分的回收率；
- (2) 试用物料衡算的方法推导精馏段的操作线方程；若 $R = S$ ，写出该操作线方程；
- (3) 若保持 S 、 F 、 x_F 、 q 、 x_D 、 x_W 不变，设计时在塔上部有侧线抽出（如虚线所示），抽出液量为 $M \text{ kmol/h}$ ，组成 $x_M = 0.6$ ，则该塔的最小回流比为多少？