

一九九九年硕士学位研究生入学考试试题

共(2)页

第(1)页

考试科目: 化工原理

一、概念题 (每题2分)

$$\frac{V_{s2}}{V_{s1}} = \sqrt{\frac{P_{g1}}{P_{g2}}} = \sqrt{\frac{1.12}{1.2}}$$

$$P = P_0 \frac{P}{P_0} \frac{T_0}{T}$$

(1)某型号转子流量计, 生产厂家在出厂前用 20°C, 1 atm 的空气标定流量刻度, 当用其测定 40°C, 1 atm 的空气时, 其校正系数为 0.97 (20°C, 1 atm 空气的密度为 1.2 kg/m³).

(2)水以相同的流速分别通过水平放置和垂直放置的两根直管, 已知直管内径 $d_1=d_2$ (用下标 1 表示水平管, 下标 2 表示垂直管, 下同), 两测压孔间距离 $L_1=L_2$, 用装有水银指示液的 U 型压差计测得的指示液高度分别为 R_1 和 R_2 , 则 (C).

- (A) $R_1 > R_2$; (B) $R_1 < R_2$; (C) $\Delta p_1 = \Delta p_2$; (D) $h_{f1} = h_{f2}$

2. (1)离心泵的允许吸上真空度与下列因素无关的是 (B).

- (A) 吸入管长度; (B) 流量; (C) 输送液体温度; (D) 大气压

(2)某通风机铭牌上标明全风压为 100 mmH₂O, 其意思是 2.7R.

3. (1)降尘室长 5 m, 宽 3 m, 高 1 m, 中间装有 9 块隔板, 最小颗粒的沉降速度为 0.01 m/s, 欲将颗粒全部沉降, 则降尘室的生产能力限于 1.35 m³/s.

$$V_s \leq 9 \times 3 \times 5 \times 0.01 = 1.35$$

(2)推导过滤基本方程式时一个最基本的依据是 (C).

- (A) 饼层的空隙率; (B) 过滤介质比阻; (C) 滤液层流流动; (D) 滤饼的可压缩性

4. (1)旋风分离器的主要选型 (或设计) 依据是 含尘气体流量和压强降、分离效率.

(2)因次分析的目的是 依据是 π 定理和因次一致性.

5. (1)有两台相同的列管换热器作气体冷却使用, 在气、液流体流量及进口温度一定时, 为使气体温度降到最低, 应采用的流程是 (C).

- (A) 气体走管内, 气体串联逆流操作; (B) 气体走管内, 气体并联逆流操作;
(C) 气体走管外, 气体串联逆流操作; (D) 气体走管外, 气体并联逆流操作.

(2)某砖块的黑度为 0.9, 当其表面温度为 327°C 时, 其辐射能力为 7 W/m².

$$E = \epsilon \cdot C_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4 = 0.9 \cdot 5.67 \times 10^{-8} \times 6^4 = 7$$

6. (1)对易溶的气体, 气相一侧的介面浓度 y_1 接近于 y^* .

(2)某低浓度气体吸收过程, 已知相平衡常数 $m=1$, 气膜和液膜体积吸收系数分别为 $k_g a = 2 \times 10^{-4}$ kmol/(m³·s), $k_l a = 0.4$ kmol/(m³·s). 则该吸收过程为 (B) 膜阻力控制.

7. (1)已分析测得精馏塔某处相邻两块板上四股物料的组成分别为 0.62, 0.70, 0.75, 0.82, 试找出 $y_n, x_n, y_{n+1}, x_{n+1}$ 的对应值. $y_n = 0.82, x_n = 0.70, y_{n+1} = 0.75, x_{n+1} = 0.62$ (板从塔顶往下数).

(2)原料的数量和浓度相同, 用简单蒸馏得汽相总组成为 x_{D1} , 用平衡蒸馏得汽相总组成为 x_{D2} . 若两种蒸馏方法所得的汽相量相同, 则 (A).

- (A) $x_{D1} > x_{D2}$; (B) $x_{D1} = x_{D2}$; (C) $x_{D1} < x_{D2}$; (D) 不能判断

8. (1)在相同填料层高度和操作条件下, 分别采用拉西环、阶梯环、鲍尔环填料进行填料的流体力学性能试验, 哪种填料的压力降最小?

- (A) 鲍尔环; (B) 拉西环; (C) 阶梯环

(2)若填料层高度较高, 为了有效润湿填料, 塔内应设置 喷淋 装置.

一九九九年硕士学位研究生入学考试试题

考试科目: 化工原理

9. (1) 对不饱和湿空气, 干球温度 > 湿球温度, 露点温度 < 湿球温度. (>, <)

(2) 在恒定干燥条件下将含水 20% 的湿物料进行干燥, 开始时干燥速率恒定, 当干燥至含水量为 5% 时, 干燥速率开始下降. 再继续干燥至物料恒重, 测得此时物料含水量为 0.05%, 则物料的临界含水量为 0.0526.

以下两题中选做一题:

10a. (1) 在 B-S 部分互溶物系中加入溶质 A, 将使 B-S 互溶度 (增大、减少、不变、不确定)

(2) 从 A 和 B 组分完全互溶的溶液中, 用溶剂 S 萃取其中 A 组分, 如果出现以下情况将不能进行萃取分离:

- (A) S 和 B 完全不互溶, S 和 A 完全互溶;
- (B) S 和 B 部分互溶, A 组分的分配系数 $k_A=1$;
- (C) 选择性系数 $\beta=1$.

10b. (1) 为了提高蒸发器的生产强度, _____

- (A) 应该设法提高总传热系数或增加传热温度差, 或两者同时并进;
- (B) 不应考虑传热系数问题, 而应设法提高传热温差;
- (C) 不应考虑传热系数问题, 而应设法降低传热温差;
- (D) 尽可能采用并流进料法.

(2) 下述几条措施, 哪一条不能提高加热蒸汽的经济程度?

- (A) 采用多效蒸发流程; (B) 引出额外蒸汽; (C) 使用热泵蒸发器; (D) 增大传热面积

二、(20分) 某离心泵, 特性曲线方程为 $H=25-1 \times 10^4 Q^2$ (式中 H 单位为 m , Q 单位为 m^3/s), 效率曲线方程为 $\eta=160Q-8000Q^2$ (式中 Q 单位为 m^3/s). 若用此泵将敞口水槽的水输送至一密闭容器中, 当升扬高度为 $10m$, 容器顶端压力表读数为 $98.1kPa$, 输水量为 $0.008m^3/s$ 时, 管内流体流动已处于完全湍流区. 试问: (1) 若电机效率为 98.1% , 传动损失和安全系数均不考虑, 该泵配备的电机功率应为多少 kW ; (2) 现改用此泵输送密度为 $1250kg/m^3$ 的某水溶液, 当泵的升扬高度、阀门开度及管路其他条件均保持不变的情况下, 该水溶液的流量为多少 m^3/s ?

三、(20分) 有两台单壳程列管式换热器, 采用 $145^\circ C$ 的饱和水蒸汽加热初温为 $10^\circ C$ 的常压空气. 空气在管内均为湍流流动. 两台换热器的列管长度 L 、管内径 d 和总管数 n 均相同. 其中第一台采用单管程流动, 空气被加热到 $100^\circ C$; 而第二台采用双管程流动, 空气被加热到 $130^\circ C$. 已知双管程换热器中各程的管数相等, 空气的物性数据可视作相同, 热损失可忽略不计. 试求两台换热器中水蒸汽的消耗量之比与空气质量流量之比的关系. (注: $2^{0.2}=1.1487$, $1.09/1.6=0.6815$, $(7/7.8125)^{0.5}=0.947$)

四、(20分) 某二元理想混合液 $x_F=0.5$ (易挥发组分的摩尔分率, 下同), $F=100kmol/h$, 现拟在常压操作的连续精馏塔内将其分离为 $x_D=0.9$ 的产品, 要求塔底釜液组成 x_W 不大于 0.1 . 已知物系的相对挥发度为 2.5 , 釜液的气化潜热为 $30000kJ/kmol$. 试比较以下两种进料情况下塔釜加热器所需的最少能量: (A) 泡点进料; (B) 饱和蒸气进料 (注: 用分数计算; 塔釜能耗可以用 $Q=V_r$ 估算)



五、(20分) 在某逆流操作的吸收塔内用纯溶剂除去某混合气体中的可溶组分. 已知平衡关系为: $Y^*=0.5X$, 测得气体进、出口浓度为 $Y_1=0.06$, $Y_2=0.01$, 吸收液出口浓度为 $X_1=0.1$ (均为比摩尔分率). 今将气、液流量均加倍, 假设塔仍能正常操作, 气、液相流量加倍后传质系数增加 20% , 试求新状态下气体的出口浓度.

$K_y a$

$\frac{0.06}{1}$

$Z = \frac{V}{K_y a} \text{NOG}$

解: 管路阻抗¹¹ $H_e = \Delta z + \frac{q_p}{\rho g} + BQ^2 = 10 + \frac{98.1 \times 10^3}{9.81 \times 10^3} + B \cdot (0.008)^2$

又 $H = 25 - 1 \times 10^4 Q^2 = 25 - 1 \times 10^4 \times (0.008)^2 \quad \therefore H_e = H \quad \therefore B = 6.8 \times 10^4$

$N = \frac{HQ\rho}{102\eta}$ $H = 25 - 1 \times 10^4 \times (0.008)^2 = 24.36 \text{ m}$
 $\eta = 160 \times 0.008 - 8000 \times 0.008^2 = 0.768$

$\therefore N = \frac{24.36 \times 0.008 \times 1000}{102 \times 0.768} = 2.49 \text{ kW}$

$N' = \frac{2.49}{96.1\%} = 2.54 \text{ kW}$

12) 输送 $\rho = 1250 \text{ kg/m}^3$ 液体时, 管路阻抗 $H_e = \Delta z + \frac{q_p}{\rho g} + BQ^2$ 其中 B 不变。

$\therefore H_e = 10 + \frac{98.1 \times 10^3}{9.81 \times 1250} + \frac{6.8 \times 10^4 \cdot Q^2}{B} \quad \Rightarrow Q = 0.0095 \text{ m}^3/\text{s}$

$H = 25 - 1 \times 10^4 Q^2$

$H = 25 - 1 \times 10^4 \times (0.0095)^2 = 24.10 \text{ m}$

\therefore 阻力平方区内, λ 不变, $\therefore B = \lambda \cdot \frac{\sum l K_e}{d^5} \cdot Q$ 也不变

四. 解: 泡点进料 $q=1$. $x_2 = x_F = 0.5$. $y_2 = \frac{2.5x_2}{1+1.5x_2} = \frac{2.5 \times 0.5}{1+1.5 \times 0.5} = 0.714$

$\therefore R_{min} = \frac{x_D - y_2}{y_2 - x_2} = \frac{0.9 - 0.714}{0.714 - 0.5} = 0.869$

全物料恒算 $F = D + W$ 即 $\begin{cases} 100 = D + W \\ 100 \times 0.5 = D \times 0.9 + W \times 0.1 \end{cases} \therefore \begin{cases} D = 50 \\ W = 50 \end{cases}$

$\therefore V_{min} = (R_{min} + 1)D = 1.869 \times 50 = 93.45 \text{ kmol}$

$V'_{min} = V_{min} + (q-1)F = V_{min} = 93.45 \text{ kmol}$

$\therefore Q_{min} = V' \cdot \gamma = 93.45 \times 30000 = 2.80 \times 10^6 \text{ kJ}$

四) 泡点进料: $q=0$. $x_2 = x_F = 0.5$ 即 $0.5 = \frac{2.5x_2}{1+1.5x_2} \therefore x_2 = 0.286$

$\therefore R_{min} = \frac{0.9 - 0.5}{0.5 - 0.286} = 1.87$

$\therefore V_{min} = (1.87 + 1) \times 50 = 143.5 \text{ kmol}$

$V'_{min} = V + (q-1)F = 143.5 - 100 = 43.5 \text{ kmol}$

$\therefore Q_{min} = 43.5 \times 30000 = 1.305 \times 10^6 \text{ kJ}$

$\therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{93.45}{43.5} = 2.15 \text{ 倍}$

五. 解: 全塔气速为 $V \text{ kmol/h}$, 塔顶气速为 $L \text{ kmol/h}$. 全物料恒算

$V(Y_1 - Y_2) = L(X_1 - X_2) \therefore V(0.06 - 0.01) = L(0.1 - 0) \therefore V = 2L$

$\therefore S = \frac{mV}{L} = \frac{0.5}{0.5} = 1$. 即操作线与平衡线平行. $\therefore \Delta Y_m = Y_2$

$\therefore N_{OG} = \frac{Y_1 - Y_2}{\Delta Y_m} = \frac{Y_1 - Y_2}{Y_2} = \frac{0.06 - 0.01}{0.01} = 5$

$H_{OG} = \frac{V}{K_y a \Omega}$

V 与 L 都加倍后, $m = m$ 不变. $H'_{OG} = \frac{V'}{1.2 K_y a \Omega} = \frac{2V}{1.2 K_y a \Omega} = \frac{2}{1.2} H_{OG} = \frac{5}{3} H_{OG}$

\therefore 塔仍能正常工作. $\therefore z$ 不变. $N'_{OG} = \frac{3}{5} N_{OG} = 3$

$\therefore 3 = \frac{Y_1 - Y_2'}{Y_2'} \therefore Y_2' = 0.05$

三. 解: $\Delta t_{m1} = \frac{100 - 10}{\ln \frac{145 - 10}{145 - 100}} = 81.9^\circ\text{C}$. $\Delta t_{m2} = \frac{(145 - 10) - (147 - 130)}{\ln \frac{145 - 10}{145 - 130}} = 54.6^\circ\text{C}$

$\therefore \alpha = W_1 \cdot r = \alpha \cdot \Delta t_m \cdot S$. $\therefore \frac{W_1}{W_2} = \frac{\alpha_1 \Delta t_{m1} \cdot S_1}{\alpha_2 \Delta t_{m2} \cdot S_2} = \frac{\alpha_1 \Delta t_{m1}}{\alpha_2 \Delta t_{m2}} = \frac{81.9}{54.6} \frac{Re_1^{0.8} d_1^{0.2}}{Re_2^{0.8} d_1} = 1.5 \cdot \left(\frac{u_1}{u_2}\right)^{0.8}$

$= 1.5 \cdot \left(\frac{W_1/A_1}{W_2/A_2}\right)^{0.8} \stackrel{A_1=2A_2}{=} 1.5 \cdot \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^{0.8} = 1.5 \times 1.1687 \times \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^{0.8} = 1.72 \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^{0.8}$