

湘潭大学 2014 年硕士研究生入学考试初试正卷

参考答案及评分标准

科目代码: 855 科目名称: 化工原理(二)

适用专业: 专业方向 01-06

一、单项选择题(共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分)

1. 流体在管路中作稳态流动时, 具有 (C) 特点。

- A 呈平缓的滞流
- B 呈匀速运动
- C 任一截面处的流速、流量、压强等物理参数不随时间而变化
- D 在任何截面处流速、流量、压强等物理参数都相等

2. 如图 1 所示的并联管路, 各支管 1、支管 2 及其总管阻力间的关系为 (B)。

- A $\sum h_{f,A-1-B} > \sum h_{f,A-2-B}$
- B $\sum h_{f,A-B} = \sum h_{f,A-1-B} = \sum h_{f,A-2-B}$
- C $\sum h_{f,A-B} = \sum h_{f,A-1-B} + \sum h_{f,A-2-B}$
- D $\sum h_{f,A-B} > \sum h_{f,A-1-B} = \sum h_{f,A-2-B}$

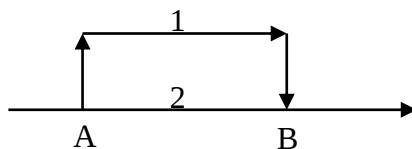


图 1

3. 输送系统的管路特性方程可表示为 $H = A + BQ^2$, 则 (B)。

- A 方程中 A 只包括单位质量流体需增加的位能
- B 方程中 A 包括单位质量流体需增加的位能和静压能
- C 方程中 BQ^2 代表管路系统的局部阻力损失
- D 方程中 BQ^2 代表单位质量流体需增加的动能

4. 欲提高降尘室的生产能力, 主要的措施是 (C)。

- A 提高降尘室的高度
- B 延长沉降时间
- C 增大沉降面
- D 增大沉降室的宽度

5. “颗粒的粒度分布愈不均匀, 则所形成的床层空隙率越大”, “壁附近床层空隙率较床层中心的空隙率大”。(D)。

- A 两种说法都对
- B 两种说法都不对
- C 只有第一种说法对
- D 只有第二种说法对

6. 湍流流体与器壁间的对流传热(即给热过程)其热阻主要存在于 (A)。

- A 流体滞流内层中
- B 器壁内
- C 流体内
- D 流体湍流区域内

7. 高翅片管加热器一般用于（ C ）的传热。
 A 两侧均为液体 B 两侧流体均有相变化
 C 一侧为气体，一侧为蒸汽冷凝 D 一侧为液体沸腾，一侧为高温液体
8. 某连续精馏塔中，进料组成为 0.35，要求馏出液组成达到 0.95（以上为摩尔分率），泡点进料，系统的平均相对挥发度为 2.44，此时的最小回流比为（ A ）
 A 1.75 B 1.66
 C 1.53 D 1.83
9. 根据双膜理论，当被吸收组分在液相中的溶解度很小时，以液相浓度表示的总传质系数（ B ）。
 A 大于液相传质分系数 B 近似等于液相传质分系数
 C 小于气相传质分系数 D 近似等于气相传质分系数
10. 对于逆流操作的吸收塔，其它条件不变，当吸收剂用量趋于最小用量时，则（ D ）。
 A 吸收率最高 B 吸收推动力趋向最大
 C 出塔气浓度最低 D 吸收液浓度趋于最高

二、填空题（共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

11. 真空蒸发操作中产生的水蒸气，往往送入如图 2 所示的混合冷凝器中与冷水直接接触冷凝。维持冷凝器操作的真空度为 $60 \times 10^3 \text{ Pa}$ （真空度），同时防止外界空气由气压管 4 漏入，此时，气压管 4 中水上升的高度 h 为（ 6.11 ）m。

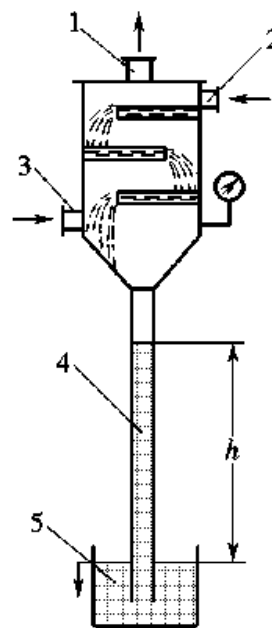


图 2

12. 离心泵启动前需要先向泵内充满被输送的液体，否则将可能发生（气缚）现象，而当离心泵的安装高度超过允许安装高度时，将可能发生（气蚀）现象。
13. 往复泵是一种正位移泵，其正位移特性是指（泵的排液能力与活塞位移有关，而与管路情况无关，压头受管路承受能力限制）。
14. 某大型化工容器的外层包上隔热层，以减少热损失，若容器外表温度为 500°C ，而环境温度为 20°C ，采用某隔热材料，其厚度为 300mm， $\lambda = 0.25 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ，此时单位面积的热损失为（ 400 ）W。（注：大型容器可视为平壁）
15. 间歇精馏为非稳态过程，有两种基本操作方式，其一是（流出液组成恒定）的间歇精馏操作，其二是（回流比恒定）的间歇精馏操作，实际生产中，有时也采用联合操作方式。

16. 某连续精馏塔, 已知其精馏段操作线方程为 $y=0.80x+0.19$, 且塔顶产品量为 100kmol/h , 则馏出液组成 $x_d=(\quad 0.95 \quad)$, 操作的回流比 R 为 $(\quad 4 \quad)$ 。
17. 在气体吸收填料塔高度的计算中, 表示设备效能高低的一个量是 **(传质单位高度)**, 而表示传质任务难易程度的一个量是 **(传质单元数)**。
18. 如果板式塔设计不合理或操作不当, 可能产生 **(严重漏液)**、**(严重雾沫夹带)**、液泛等不正常现象, 使塔无法工作。
19. 一定湿度的空气, 总压升高, 露点温度将 **(增加)**; 而当空气的温度升高时, 露点温度将 **(不变)**。
20. 常压 25°C 下, 某物质与空气-水系统的平衡关系为: 相对湿度 $\phi 100\%$ 时平衡含水量 $X^*=0.25$; 相对湿度 $\phi 20\%$ 时平衡含水量 $X^*=0.085$ 。现该物质的含水量为 0.30 , 令其与 25°C , 相对湿度 20% 的空气接触, 则结合水为 **(0.25)**, 非结合水为 **(0.05)**。

三、判断题 (填√和×) (共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分)

21. 流体在水平管内作稳定连续流动时, 当流经直径小处, 流速增大, 静压强升高。**(×)**
22. 恒压过滤过程的过滤速度是恒定的。**(×)**
23. 为提高离心机的分离效率, 通常采用小直径, 高转速的转鼓。**(√)**
24. 当参加换热的两种流体, 一侧的对流传热系数远大于另一侧, 则在换热器的计算中总传热系数可近似取对流传热系数小侧的数值。**(√)**
25. 在恒定干燥过程, 物料表面的温度恒等于空气的湿球温度。**(×)**
26. 精馏塔任意一块理论板上, 其液相的泡点温度等于于气相的露点温度。**(√)**
27. 对于大多数气体的稀溶液, 气液平衡关系服从亨利定律。亨利系数 E 随温度的升高而增大, 而溶解度系数 H 随温度的升高而减小。**(√)**
28. 筛孔塔板易于制造, 易于大型化, 压降小, 生产能力高, 操作弹性大, 是一种优良的塔板。**(×)**
29. 比表面积是表示填料性能的重要参数, 比表面积大, 则气体流动阻力大, 填料塔生产能力下降, 因此一般要求填料的比表面积要小。**(×)**
30. 加大向干燥器的热量补充不能有效提高干燥器热效率。**(√)**

四、计算题 (总共 6 小题) (任选作 5 小题并注明题号, 多选将按 31-35 小题计分, 每小题 18 分, 共 90 分)

31.

解: (1) 在 A、B 两截面间列伯努利方程

$$Z_A g \rho + \frac{u_A^2}{2} \rho + p_A = Z_B g \rho + \frac{u_B^2}{2} \rho + p_B + \rho \sum h_{fA-B}$$

$$p_A - p_B = \rho g (Z_B - Z_A) + \left(\frac{u_B^2}{2} - \frac{u_A^2}{2} \right) \rho + \rho \sum h_{fA-B}$$

根据静力学基本方程 $p_A + \rho g R = p_B + \rho g (Z_B - Z_A) + \rho' g R$

即 $p_A - p_B = \rho g (Z_B - Z_A) + (\rho' - \rho) g R$

$$(\rho' - \rho) g R = \left(\frac{u_B^2}{2} - \frac{u_A^2}{2} \right) \rho + \rho \sum h_{fA-B}$$

$$u_A = \frac{V_s}{A} = \frac{60/3600}{\frac{\pi}{4}(0.15)^2} = 0.9436(m/s) \quad u_B = \frac{V_s}{A} = \frac{60/3600}{\frac{\pi}{4}(0.08)^2} = 3.317(m/s)$$

$$\sum h_{fA-B} = 0.2 \times (3.317)^2 = 2.2(J/kg) \quad \rho' = 13600 kg/m^3 \quad \rho = 1000 kg/m^3$$

$$R = 0.0587m$$

所以指示剂液面 B 侧高，高度差为 58.7mm

(2) 若保持流量及其它条件不变，将管路改为水平放置，则压差计的读数不会变化。

32.

解：(1) $\frac{m_{\text{饼}} \cdot (1 - x_{\text{水}})}{\rho_{\text{固}}} + \frac{m_{\text{饼}} \cdot x_{\text{水}}}{\rho_{\text{水}}} = V_{\text{饼}}$

$$\frac{m \times 50\%}{2500} + \frac{m \times 50\%}{1000} = 10 \times 0.4 \times 0.4 \times 0.025$$

$m = 57.14kg$ ——滤框被滤饼充满时所需要的悬浮液量

$$(2) m_{\text{悬}} = \frac{m_{\text{固}}}{x_{\text{悬, 固}}} = \frac{m_{\text{饼}} x_{\text{饼, 固}}}{x_{\text{悬, 固}}} = \frac{57.14 \times 0.5}{0.2} = 142.85(kg)$$

——滤框被滤饼充满时所获得的滤液量

$$(3) V_{\text{滤}} = \frac{m_{\text{滤}}}{\rho_{\text{滤}}} = \frac{m_{\text{悬}} - m_{\text{饼}}}{\rho_{\text{滤}}} = \frac{142.85 - 57.1}{1000} = 0.08575(m^3)$$

——滤框被滤饼充满时所获得的滤饼量

$$(4) V^2 = KA^2 \theta$$

$$A = 2nab = 2 \times 10 \times 0.4 \times 0.4 = 3.2(m^2)$$

$$(0.08575)^2 = 5 \times 10^{-6} \times (3.2)^2 \theta$$

$\theta = 143.6(s)$ ——滤饼充满时所需要的过滤时间

33.

解：热负荷 $Q = W_c C_{pc} (t_2 - t_1) = 8000 \div 3600 \times 1.005 \times 10^3 \times (85 - 20) = 145.2(kW)$

$$\text{对数平均温度差 } \Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(108 - 85) - (108 - 20)}{\ln \frac{108 - 85}{108 - 20}} = 48.44(^{\circ}C)$$

传热总系数

$$\frac{1}{K_0} = \frac{1}{\alpha_0} + \frac{d_0}{\alpha_1 d_i} = \frac{1}{1.1 \times 10^4} + \frac{25}{50 \times 20} = 0.02509 \quad K_0 = 39.85 W / m^2 \cdot ^{\circ}C$$

$$\text{需要的传热面积 } S = \frac{Q}{K \Delta t_m} = \frac{145.2 \times 10^3}{39.85 \times 48.44} = 75.22 m^2$$

$$\text{实际提供的传热面积 } S_0 = n \pi d_0 l = 400 \times 3.14 \times 0.025 \times 2 = 62.8(m^2)$$

该换热器不能满足要求

34.

解：(1) $F = D + W \quad Fx_F = Dx_D + Wx_W$

$$100 = D + W \quad 100 \times 0.4 = D \times 0.95 + W \times 0.05$$

$$\text{塔顶产品流量 } D = 38.9 kmol / h \quad \text{塔底产品流量 } W = 61.1 kmol / h$$

$$(2) L = RD = 1.61 \times 38.9 = 62.6(kmol / h)$$

$$\begin{aligned} y_{m+1} &= \frac{L + qF}{L + qF - W} x_m - \frac{W}{L + qF - W} x_W \\ &= \frac{62.6 + 100}{62.6 + 100 - 61.1} x_m - \frac{61.1}{62.6 + 100 - 61.1} \times 0.05 = 1.60 x_m - 0.03 \end{aligned}$$

$$(3) \text{全凝器 } y_1 = x_D = 0.95$$

理论板的液相组成 y_1 和气相组成 x_1 符合相平衡关系

$$y_n = \frac{\alpha x_n}{1 + (\alpha - 1)x_n} = \frac{2.5x_n}{1 + 1.5x_n}$$

$$0.95 = \frac{2.5x_1}{1 + 1.5x_1} \quad x_1 = 0.884$$

35.

$$\text{解: (1) } Y_1 = \frac{y}{1-y} = \frac{0.05}{1-0.05} = 0.05263 \quad Y_2 = \frac{y_2}{1-y_2} = \frac{0.0004}{1-0.0004} = 0.0004$$

$$\text{惰性气体流量 } V = \frac{200}{22.4} \times \frac{273}{301} \times (1-0.05) = 7.69 \text{ kmol/h}$$

$$X_1^* = \frac{Y}{m} = \frac{0.05263}{1.4} = 0.0376 \quad X_1 = 80\% X_1^* = 0.0376 \times 0.8 = 0.0301$$

$$\text{吸收液用量: } L = \frac{V(Y_1 - Y_2)}{(X_1 - X_2)} = 13.34 \text{ kmol/h}$$

$$(2) \Delta Y_1 = Y_1 - mX_1 = 0.05263 - 1.4 \times 0.0301 = 0.01046$$

$$\Delta Y_2 = Y_2 - mX_2 = 0.0004 - 0 = 0.0004$$

$$\Delta Y_m = \frac{\Delta Y_1 - \Delta Y_2}{\ln \frac{\Delta Y_1}{\Delta Y_2}} = \frac{0.01046 - 0.0004}{\ln \frac{0.01046}{0.0004}} = 0.00308$$

$$\text{需要的填料层高度 } Z = \frac{V(Y_1 - Y_2)}{K_{Y,a} \Omega \Delta Y_m} = \frac{7.69 \times (0.05263 - 0.0004)}{38.5 \times \frac{\pi}{4} \times (0.8)^2 \times 0.00308} = 6.74 \text{ (m)}$$

$$\text{实际的填料层高度 } Z = \frac{V_{\text{填料}}}{A} = \frac{3}{3 \frac{\pi}{4} \times (0.8)^2} = 6 \text{ (m)}$$

所以该塔不适合

36.

$$\text{解: (1) } X_1 = \frac{w_1}{1-w_1} = \frac{0.2}{1-0.2} = 0.25 \quad X_2 = \frac{w_2}{1-w_2} = \frac{0.02}{1-0.02} = 0.204$$

$$G = G_1(1-w_1) = 1000 \times (1-0.2) = 800 \text{ (kg绝干物料/h)}$$

$$\text{水分蒸发量 } W = G(X_1 - X_2) = 800 \times (0.25 - 0.204) = 36.8 \text{ (kg)}$$

$$\text{空气进入干燥器的焓值: } I_1 = (1.01 + 1.88H_1)t_1 + 2490H_1$$

$$\text{又因为 } H_1 = H_0 = 0.01 \text{ kg/k绝干气}$$

$$\therefore I_1 = (1.01 + 1.88H_0)t_1 + 2490H_0$$

$$= (1.01 + 1.88 \times 0.01) \times 100 + 2490 \times 0.01 = 127.78 \text{ kJ/kg绝干气}$$

$$\text{等焓过程 } \therefore I_1 = I_2 = (1.01 + 1.88H_2)t_2 + 2490H_2$$

$$(1.01 + 1.88H_2) \times 60 + 2490H_2 = 127.78 \quad H_2 = 0.0258$$

$$\text{空气消耗量 } L = \frac{W}{H_2 - H_0} = \frac{36.8}{0.0258 - 0.01} = 2329 \text{ (kg绝干气/h)}$$

$$(2) Q_p = L(I_1 - I_0) = L(1.01 + 1.88H_0)(t_1 - t_0)$$

$$= 2329 \times (1.01 + 1.88 \times 0.01)(100 - 20) = 191686 \text{ (kJ/h)} = 53.2 \text{ (kW)}$$

