

# 江西理工大学考试试卷

试卷编号:

## 参考答案

2013—2014 学年 第 2 学期	考试性质(正考、补考或其它): [ 正 ]
课程名称: 化工原理 (B)	考试方式(开卷、闭卷): [ 闭卷 ]
考试时间: 2014 年 6 月 12 日	试卷类别(A、B): [ ] 共 四 大题

**温馨提示**

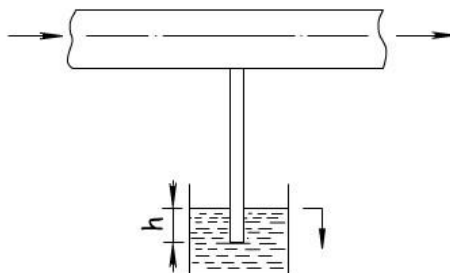
请考生自觉遵守考试纪律, 争做文明诚信的大学生。如有违犯考试纪律, 将严格按照《江西理工大学学生违纪处分暂行规定》处理。

班级 环境/生物工程 2012 级 ( ) 班 学号 姓名

题号	一	二	三	四									总分
得分													

### 一、填空题 (20)

1. 为了排除煤气管中的少量积水, 用如图示水封设备, 水由煤气管道上的垂直支管排出, 已知煤气压力为 500 Pa (表压)。问水封管插入液面下的深度  $h$  最小应为若干 0.051m。(4 分)



解  $H = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{0.5 \times 10^3}{10^3 \times 9.8} = 0.051 \text{ m} = 51 \text{ mm}$

2. 由山上的湖泊中引水至某贮水池, 湖面地面高出 5m, 管道总长 1000m (包括直管长度和局部阻力当量长度), 要求流量达到  $0.085 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 。若使用新铸铁管, 其摩擦阻力系数  $\lambda = 0.02$ , 则铸铁内径为 300mm。(5 分)

解 在湖面和贮水池面之间列伯努利方程得:  $Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2g}$

因为  $p_1 = p_2 = 0$  (表压),  $u_1 = 0$ ,  $u_2 = 0$ , 所以  $5 = 0.02 \frac{1000}{d} \frac{u^2}{2g}$

因为  $V = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot u = 0.085$  所以  $u = \frac{0.1082}{d^2}$ , 代入式(1)得  $d^5 = 0.00239$  所以  $d = 0.30m$

3. 在对流干燥过程中, 传热推动力是 湿物料与干燥介质之间的温度差, 传质推动力是 湿物料表面与干燥介质之间的湿度差 (或水蒸气压差)。(2分)

4. 两流体通过间壁换热, 冷流体从  $20^\circ\text{C}$  被加热到  $24^\circ\text{C}$ , 热流体从  $100^\circ\text{C}$  被冷却到  $75^\circ\text{C}$ , 则逆流时的  $\Delta t_m = \underline{64.9}^\circ\text{C}$ ; 并流时的  $\Delta t_m = \underline{64.4}^\circ\text{C}$ 。(4分)

**解** (1) 顺流  $t_1 - T_1 = 100 - 20 = 80^\circ\text{C}$ ,  $t_2 - T_2 = 75 - 24 = 51^\circ\text{C}$

$$\Delta t_m = \frac{80 - 51}{\ln \frac{80}{51}} = 64.4^\circ\text{C}$$

(2) 逆流  $t_1 - T_1 = 75 - 20 = 55^\circ\text{C}$ ,  $t_2 - T_2 = 100 - 24 = 76^\circ\text{C}$

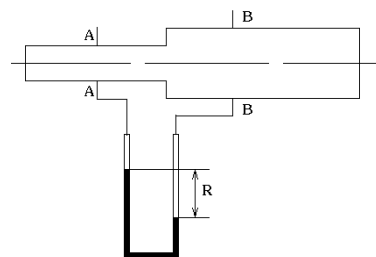
$$\Delta t_m = \frac{55 - 76}{\ln \frac{55}{76}} = 64.9^\circ\text{C}$$

5. 当用转子流量计测定液态苯的流量时, 转子停留在  $500\text{L/min}$  处, 则苯的真实流量为  $541.5\text{L/min}$ 。已知苯的密度去  $880\text{kg/m}^3$ , 转子密度为  $4700\text{kg/m}^3$ 。(5分)

**解**  $V_2 = V_1 \sqrt{\frac{\rho_1(\rho_f - \rho_2)}{\rho_2(\rho_f - \rho_1)}} = 500 \times \sqrt{\frac{1000 \times (4700 - 880)}{880 \times (4700 - 1000)}} = 541.5\text{ L/min}$

## 二、选择题 (20)

1. 图示为一异径管段, A、B 两截面积之比小于 0.5, 从 A 段流向 B 段, 测得 U 形压差计的读数为  $R=R_1$ , 从 B 段流向 A 段测得 U 形压差计读数为  $R=R_2$ , 若两种情况下的水流量相同, 则 C。(R 只取绝对值)



A  $R_1 > R_2$     B  $R_1 = R_2$     C  $R_1 < R_2$     D 不能判定

2. 在完全湍流(阻力平方区)时, 粗糙管的摩擦系数  $\lambda$  数值 C。

A 与光滑管一样    B 只取决于  $Re$     C 只取决于相对粗糙度    D 与粗糙度无关

3. 一般过滤操作中实际起过滤作用的是 C。

(A) 助滤剂;    (B) 过滤介质;    (C) 滤饼;    (D) 操作压力。

4. 离心泵漏入大量空气后将发生 ( B )。

A 汽化现象    B 气缚现象    C 汽蚀现象    D 气浮现象

5. 在房间中利用火炉进行取暖时, 其传热方式为; ( C )

A 传导和对流    B 传导和辐射    C 对流和辐射    D 辐射

6. 若沉降室高度升高, 则沉降时间 B; 生产能力 A。

A. 不变;    B. 增加;    C. 下降;    D. 不确定。

7. 只要组分在气相中心的分压 A 液相中该组分的平衡分压, 吸收就会继续进行, 直至达到一个新的平衡为止。

(A) 大于    (B) 小于    (C) 等于    (D) 不确定

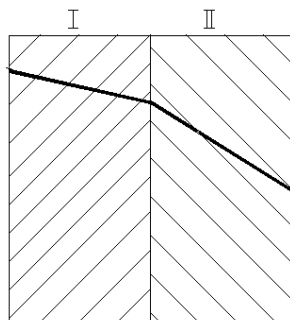
8. 同一物料, 如恒速段的干燥速率增加, 则临界含水量 B。

(A) 减小;    (B) 不变;    (C) 增大;    (D) 不一定。

9. 在推导过滤基本方程时, 一个基本假设是 D。

(A) 滤液在介质中呈湍流流动;    (B) 滤液在介质中呈层流流动;  
(C) 滤液在滤渣中呈湍流流动;    (D) 滤液在滤渣中呈层流流动。

10. 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 5% 时, 干燥速率开始下降, 再继续干燥至物料恒重, 并测得此时物料含水量为 0.05%, 则物料的临界含水量为 C。



(A) 5%; (B) 20%; (C) 0.05%; (D) 4.55%

### 三、简答题 (20)

1. 某厚度相等的双层平壁, 其导热率  $\lambda_1 > \lambda_2$  试定性画出稳定传热时的温度分布图, 为什么? (5 分)

根据傅立叶定律;  $Q = \lambda dt/dn$ ;  $\because$  稳定传热 即  $Q_I = Q_{II}$  因已知  $\lambda_I > \lambda_{II} \therefore (dt/dn)_I < (dt/dn)_{II}$

3. 在流体无相变的强制对流传热过程中, 已知影响对流传热系数  $\alpha$  的因素有: 传热设备的特征尺寸  $l$ 、流体的密度  $\rho$ 、粘度  $\mu$ 、比热容  $c_p$ 、导热系数  $\lambda$  与流速  $u$ , 试用因次分析法确定有关  $\alpha$  的准数关联式。(10 分)

$\alpha$	$M T^{-3} \Theta^{-1}$	$C_p$	$L^2 T^{-2} \Theta^{-1}$	$\mu$	$M L^{-1} T^{-1}$
$\lambda$	$M L T^{-3} \Theta^{-1}$	$\rho$	$M L^{-3}$	$u$	$L T^{-1}$
$L$	$L$				

$$\alpha = f(l, \rho, \mu, c_p, \lambda, u) \text{ 或 } Const. = G(\alpha, l, \rho, \mu, c_p, \lambda, u)$$

$$\Rightarrow Const. = l^a \lambda^b \mu^c u^d \alpha^e \rho^f C_p^g,$$

$$\Rightarrow L^0 M^0 T^0 \Theta^0 = L^a (M L T^{-3} \Theta^{-1})^b (M L^{-3})^c (L T^{-1})^d (M T^{-3} \Theta^{-1})^e (M L^{-3})^f (L^2 T^{-2} \Theta^{-1})^g,$$

$$\Rightarrow L^0 M^0 T^0 \Theta^0 = L^{a+b-c-d-3f+2g} M^{b+c+e+f} T^{-3b-c-d-3e-2g} \Theta^{-b-e-g},$$

$$\begin{cases} L & 0 = a + b - c + d - 3f + 2g \\ M & 0 = b + c + e + f \\ T & 0 = -3b - c - d - 3e - 2g \\ \Theta & 0 = -b - e - g \end{cases} \quad \text{令 } a, b, e \text{ 为已知} \Rightarrow \begin{cases} c = -a - b \\ d = a - e \\ f = a - e \\ g = -b - e \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{代入原式}} Const. = l^a \lambda^b \mu^{-a-b} u^{a-e} \alpha^e \rho^{a-e} C_p^{-b-e}, \Rightarrow Const. = l^a \lambda^b \mu^{-a} \mu^{-b} u^a u^{-e} \alpha^e \rho^a \rho^{-e} C_p^{-b} C_p^{-e},$$

$$\Rightarrow Const. = (l \mu^{-1} u \rho)^a (\lambda \mu^{-1} C_p^{-1})^b (u^{-1} \alpha \rho^{-1} C_p^{-1})^e,$$

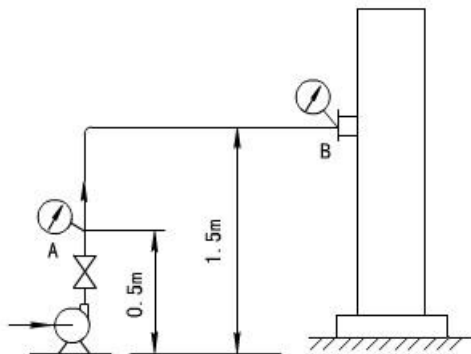
2. 简述双膜理论的要点? 按照双膜理论, 若吸收过程为液膜控制, 应采取何种有效方式提高传质速率?

双膜理论的要点是: ①气液稳定吸收传质时, 两相间有一固定的相界面, 两相流体主体呈湍流, 在相界面两侧各有一层流体膜; ②在相界面上气液两相成平衡状态; ③气液传质的阻力主要集中在两层膜内。

液膜控制时提高液体的流量或流速可以有效提高传质效率。

#### 四、计算题 (40)

1、如图所示，某一输油管路未装流量计，但在 A 与 B 点压力表读数分别为  $p_A = 1.47\text{MPa}$ ,  $p_B = 1.43\text{MPa}$ 。试估计管路中油之流量。已知管路尺寸为  $\phi 89\text{mm} \times 4\text{mm}$  的无缝钢管, A、B 两点间长度为 40m, 其间还有 6 个  $90^\circ$  弯头, 油的密度为  $820\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 黏度为  $121\text{mPa} \cdot \text{s}$ 。(10 分)



习题 1-14 附图

解：取 A 点的水平面为基准面，在 A 与 B 间列伯努利方程：

$$Z_A g + \frac{P_A}{\rho} + \frac{u_A^2}{2} = Z_B g + \frac{P_B}{\rho} + \frac{u_B^2}{2} + \sum h_f$$

式中：  $u_A = u_B$ ,  $Z_A = 0$ ,  $Z_B = 1.5 - 0.5 = 1\text{m}$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \sum h_f &= -Z_B g + \frac{P_A - P_B}{\rho} \\ &= -1 \times 9.8 + \frac{(1.47 - 1.43) \times 10^6}{820} = 38.98 \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \dots\dots ①, \end{aligned}$$

$l_e = 35$ ; (教科书习题的解法)

$$\sum h_f = \lambda \left( \frac{l + l_e}{d} \right) \frac{u^2}{2} \dots\dots ②,$$

①代入②得：

$$38.98 = \lambda \left( \frac{40}{0.081} + 6 \times 35 \right) \frac{u^2}{2} = 351.91 \lambda u^2$$

$$\Rightarrow \lambda u^2 = 0.111 \dots\dots ③,$$

假设为层流，则：

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} = \frac{64\mu}{\rho du} = \frac{64 \times 121 \times 10^{-3}}{0.081 \times 820 u} = \frac{0.117}{u} \dots\dots ④,$$

将④代入③中得：

$$u = 0.949 \text{m} \cdot \text{s}^{-1},$$

校核 Re

$$\text{Re} = \frac{\rho du}{\mu} = \frac{820 \times 0.081 \times 0.952}{121 \times 10^{-3}} = 522.6 \text{ 与假设相符},$$

$$\Rightarrow q_v = Au = \frac{\pi}{4} (0.081)^2 \times 0.949 \times 3600 = 17.6 \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}.$$

**第二种解法:**  $\zeta = 0.75$

$$\Sigma h_f = \left( \lambda \frac{l}{d} + \zeta \right) \frac{u^2}{2} \quad \dots\dots\dots ②,$$

①代入②得:

$$38.98 = \left( \lambda \frac{40}{0.081} + 6 \times 0.75 \right) \frac{u^2}{2} \Rightarrow 38.98 = 246.9 \lambda u^2 + 2.25 u^2 \quad \dots\dots\dots ③,$$

假设为层流, 则:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} = \frac{64 \mu}{\rho d u} = \frac{64 \times 121 \times 10^{-3}}{0.081 \times 820 u} = \frac{0.117}{u} \quad \dots\dots\dots ④,$$

将④代入③中得:

$$\Rightarrow 38.98 = 28.9 u + 2.25 u^2$$

$$u = 1.23 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1},$$

校核 Re

$$\text{Re} = \frac{\rho d u}{\mu} = \frac{820 \times 0.081 \times 1.23}{121 \times 10^{-3}} = 675 < 2000 \quad \text{与假设相符},$$

$$\Rightarrow q_v = A u = \frac{\pi}{4} (0.081)^2 \times 1.23 \times 3600 = 22.8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

2、用清水吸收氨—空气混合气中的氨。混合气进塔时氨的浓度  $y_1=0.01$  (摩尔分率), 吸收率 90%, 气—液平衡关系  $y = 0.9x$ 。试求:

- (1) 溶液最大出口浓度;
- (2) 最小液气比;
- (3) 当吸收剂的用量为最小吸收剂用量的 2 倍时的传质单元数;
- (4) 气相总传质单元高度为 0.5 m 时的填料层高度。(15 分)

解: 属低浓气体吸收

$$(1) \text{ 溶液最大出口浓度为 } x_{1e} \quad x_{1e} = \frac{y_1}{m} = \frac{0.01}{0.9} = 0.011 \text{ (摩尔分率)}$$

$$(2) \quad y_2 = y_1(1-\eta) = 0.01 \times (1-90\%) = 0.001 \quad \text{(摩尔分率)}$$

$$\text{因为 } Y_1 = y_1/(1-y_1) = 0.01 \times (1-0.01) = 0.010101 \approx 0.01 (\approx y_1)$$

所以:  $Y_2 \approx y_2$ ;  $X_1 \approx x_1$ ;  $Y = m \cdot X$  (数值近似, 并非改变该参数的物理单位)

$$\left( \frac{L}{G} \right)_{\min} = \frac{Y_1 - Y_2}{X_{1e} - x_2} = \frac{0.01 - 0.001}{0.011 - 0} = 0.91$$

$$(3) \quad \frac{L}{G} = 2 \times \left( \frac{L}{G} \right)_{\min} = 2 \times 0.91 = 1.82$$

$$\text{设 } \frac{1}{A} = \frac{m}{L/G} = \frac{0.9}{1.82} = 0.5$$

$$\begin{aligned} N_{OG} &= \frac{1}{1 - \frac{1}{A}} \ln \left[ \left( 1 - \frac{1}{A} \right) \frac{Y_1}{Y_2} + \frac{1}{A} \right] \\ &= \frac{1}{1 - 0.5} \ln \left[ (1 - 0.5) \frac{0.01}{0.001} + 0.5 \right] = 3.4 \end{aligned}$$

$$(4) H = H_{OG} \cdot N_{OG} = 0.5 \times 3.4 = 1.7m$$

3、某平壁炉的炉壁由耐火砖、绝热砖和普通砖组成，它们的导热率分别为 1.163, 0.233 和 0.582W/(m·℃)，为使炉内壁温度保持 1000℃，每平方米炉壁的热损失控制在 930W 以下，若普通砖厚度取为 10cm，炉外壁温度为 83℃。求：耐火砖和绝热砖厚度各为多少？绝热砖和普通砖交界面温度  $t_3$  为多少？（假设绝热砖与耐火砖交界面温度为 800℃）

解：设耐火砖厚度  $b_1$ ，绝热砖厚度  $b_2$ ，跨过耐火砖的热通量为：

$$\frac{Q}{A} = \frac{t_1 - t_2}{\frac{b_1}{\lambda_1}} = \frac{1000 - 800}{\frac{b_1}{1.163}} \leq 930$$

$$\Rightarrow b_1 \geq \frac{1000 - 800}{\frac{930}{1.163}} = 0.25m$$

跨过普通砖的热通量：

$$\frac{Q}{A} = \frac{t_3 - t_4}{\frac{b_3}{\lambda_3}} = \frac{t_3 - 83}{\frac{0.1}{0.582}} \leq 930$$

$$\Rightarrow t_3 \leq \frac{930 \times 0.582}{0.1} + 83 = 243^\circ\text{C}$$

跨过三层砖的热通量为：

$$\frac{Q}{A} = \frac{t_2 - t_3}{\frac{b_2}{\lambda_2}} = \frac{800 - 243}{\frac{b_2}{0.233}} \leq 930$$

$$\Rightarrow b_1 \geq \frac{800 - 243}{\frac{930}{0.233}} = 0.14m$$