

# 江西理工大学考试试卷

试卷编号:

2013—2014 学年 第 2 学期	考试性质 (正考、补考或其它): [ 补考 ]
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 9 月 13 日	试卷类别 (A、B): [ ] 共 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 ( ) 工程 2012 级 ( ) 班 学号 姓名

题号	一	二	三	四									总 分
得分													

## 一、填空题 (20)

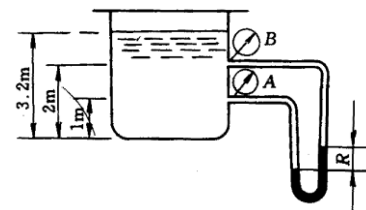
题号	1	2	3	4	5	6	7	小计
教师评分								

1. 一定流量的水在圆形直管内呈层流流动, 若将管内径增加一倍, 流速将为原来的  $1/4$ ; 产生的流动阻力将为原来的  $1/16$ 。(2 分)

2. 正方形的边长为 A, 其当量直径为 A。(2 分)

3. 某设备的真空表读数为 20mmHg, 则其绝对压强为 740 mmHg。已知当地大气压强为 101.33KPa。(2 分)

4. 今有一容器尺寸如左图所示, 器内储有密度  $800 \text{ kg/m}^3$  的液体, 液面高度为 3.2m, 器侧有二压力引线, 距离高度分别为 2m 及 1m, 容器上部空间压力 (表压) 为 40kPa 则压差计读数 R (指示液密度为  $13900 \text{ kg/m}^3$ ) 0。(2 分)



5. 有一玉米淀粉水悬浮液, 温度  $20^\circ\text{C}$ , 淀粉颗粒平均直为  $15\mu\text{m}$ , 淀粉颗粒吸水后的密度为  $1080 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 颗粒的沉降速度为  $u_t = 9.98 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。(4 分)

**解** 先假定此沉降属层流区, 按斯托克斯定律求  $u_t$ , 已知:  $d = 15\mu\text{m} = 15 \times 10^{-6} \text{ m}$ ,  $\rho_s = 1080 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,

$20^\circ\text{C}$  的水的  $\rho = 998.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $\mu = 1.004 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ,

$$u_t = \frac{d^2(\rho_s - \rho)g}{18\mu} = \frac{(15 \times 10^{-6})^2(1080 - 998.2) \times 9.8}{18 \times 1.004 \times 10^{-3}} = 9.98 \times 10^{-6} m \cdot s^{-1}$$

检验  $R_{et}$  值:

$$R_{et} = \frac{du_t \rho}{\mu} = \frac{15 \times 10^{-6} \times 9.98 \times 10^{-6} \times 998.2}{1.005 \times 10^{-3}} = 1.49 \times 10^{-4} < 1$$

计算结果表明, 与假设相符, 故算得的  $u_t = 9.98 \times 10^{-6} m \cdot s^{-1}$  正确。

6. 两流体通过间壁换热, 冷流体从  $25^\circ\text{C}$  被加热到  $30^\circ\text{C}$ , 热流体从  $120^\circ\text{C}$  被冷却到  $70^\circ\text{C}$ , 则逆流时的  $\Delta t_m = \underline{64.9}^\circ\text{C}$ ; 并流时的  $\Delta t_m = \underline{63.6}^\circ\text{C}$ 。(4分)

**解** (1) 顺流  $t_1 - T_1 = 120 - 25 = 95^\circ\text{C}$ ,  $t_2 - T_2 = 70 - 30 = 40^\circ\text{C}$

$$\Delta t_m = \frac{95 - 40}{\ln \frac{95}{40}} = 63.58^\circ\text{C}$$

(2) 逆流  $t_1 - T_1 = 70 - 25 = 45^\circ\text{C}$ ,  $t_2 - T_2 = 120 - 30 = 90^\circ\text{C}$

$$\Delta t_m = \frac{45 - 90}{\ln \frac{45}{90}} = 64.92^\circ\text{C}$$

7. 用铝合金转子代替原先的钢合金转子流量计测定水的流量, 转子停留在  $300\text{L/min}$  处, 则真实流量为  $150\text{L/min}$ 。已知水、铝合金、不锈钢密度分别  $1000$ 、 $3000$ 、 $9000\text{ kg/m}^3$ 。(4分)

**解**  $V_2 = V_1 \sqrt{\frac{(\rho_f 2 - \rho)}{(\rho_f 1 - \rho)}} = 300 \times \sqrt{\frac{(3000 - 1000)}{(9000 - 1000)}} = 150\text{ L/min}$

## 二、选择题 (20)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	小计
答案	C	A	A	D	B	B	C	C	A	D	

1、在阻力平方区内, 摩擦系数  $\lambda$  ( C )。

- A. 为常数, 与  $\varepsilon/d$ 、 $Re$  均无关      B. 随  $Re$  值加大而减小  
C. 与  $Re$  值无关, 是  $\varepsilon/d$  的函数      D. 是  $Re$  值与  $\varepsilon/d$  的函数

2、离心泵开动以前必须充满液体是为了防止发生( A )。

- A. 气缚现象;      B. 气蚀现象;  
C. 汽化现象;      D. 气浮现象。

3、冷热水通过间壁换热器换热, 热水进口温度为  $90^\circ\text{C}$ , 出口温度为  $50^\circ\text{C}$ , 冷水走管程, 冷水进口温度为  $15^\circ\text{C}$ , 出口温度为  $53^\circ\text{C}$ , 冷热水的流量相同, 且假定冷热水的物性为相同, 则热损失占传热量的 ( )。

- A、5.26%;      B、0;      C、11.23%;      D、3.56%;

答案: A

解: 由  $Q_h = W_h c_{ph}(T_1 - T_2)$ ,  $Q_c = W_c c_{pc}(t_1 - t_2)$

$$\frac{Q_h - Q_c}{Q_c} = \frac{(T_1 - T_2) - (t_2 - t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{(90 - 50) - (53 - 15)}{53 - 15} = \frac{40 - 38}{38} = 0.0526$$

得

4、在重力场中，微小颗粒的沉降速度与 D 无关。

(A) 粒子的几何形状； (B) 粒子的尺寸大小；

(C) 流体与粒子的密度； (D) 流体的水平速度。

5. 一般过滤操作中实际起过滤作用的是 B。

(A) 助滤剂； (B) 滤饼； (C) 过滤介质； (D) 操作压力。

6. 流体的流动类型可以用 B 的大小来判定。

A 流速 B 雷诺准数 C 流量 D 摩擦系数

7. 只要组分在气相中心的分压 ( C ) 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) 小于 (B) 等于 (C) 大于 (D) 不确定

8. 在层流流动中，若流体的总流量不变，则规格相同的两根管子串联时的压降为并联时的 ( C ) 倍。

A. 2; B. 6; C. 4; D. 1。

9. 温度 400℃ 与 300℃ 的两灰体间进行辐射传热，现因某种原因，两者的温度各下降了 10℃，则此时的辐射传热量与原来的相比将下降 A。

A. 4.7% B. 9.5% C. 2.3% D. 不确定

10. 对于恒速干燥阶段，下列描述错误的是 D。

(A)、干燥速度与气体的性质有关 (B)、干燥速度与气体的流向有关；

(C)、干燥速度与气体的流速有关； (D)、干燥速度与物料种类有关；

### 三、 简答题（20）

题号	1	2	3	小计
教师评分				

#### 1、什么是离心泵的气缚现象？如何避免和消除？（5分）

离心泵在启动过程中若泵壳内混有空气或未灌满泵，则泵壳内的流体在随电机作离心运动产生负压不足以吸入液体至泵壳内，泵象被“气体”缚住一样，称离心泵的气缚现象；避免或消除的方法是启动前灌泵并使泵壳内充满待输送的液体，启动时关闭出口阀。

#### 2、在研究流体作湍流流动的摩擦阻力系数时，流体因内摩擦而产生的压降 $\Delta p$ 与管径 $d$ 、管长 $L$ 、流速 $u$ 、流体密度 $\rho$ 、流体粘度 $\mu$ 及管壁粗糙度 $\varepsilon$ 等因素有关，试用量纲分析法（也称因次分析法）求摩擦阻力的无因次准数关系。（10分）

$\Delta p_f = f(d, l, u, \rho, \mu, \varepsilon)$ , 写成幂函数的形式即：

$\Delta p_f = k d^a l^b u^c \rho^d \mu^e \varepsilon^f$ , 分析每个变量的因次可得

$$MT^{-2}L^{-1} = L^a L^b (LT^{-1})^c (ML^{-3})^d (ML^{-1}T^{-1})^e L^f$$

$$= M^{d+e} T^{-c-e} L^{a+b+c-3d-e+f}$$

根据因次一致性原则， $d+e=1$ ， $c+e=2$ ， $a+b+c-3d-e+f=-1$

其中3个方程6个未知数，令 $b$ 、 $e$ 、 $f$ 已知，则有

$\Delta p_f = k d^{-b-e-f} l^b u^{2-e} \rho^{1-e} \mu^e \varepsilon^f$ ，将指数相同的物理量合并在一起可得：

$$\frac{\Delta p_f}{\rho u^2} = k \left(\frac{l}{d}\right)^b \left(\frac{du\rho}{\mu}\right)^{-e} \left(\frac{\varepsilon}{d}\right)^f, \text{即可写成4个无因次数群的关系式}$$

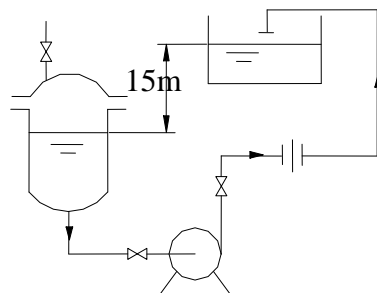
#### 3、简述双膜理论的要点？按照双膜理论，若吸收过程为液膜控制，应采取何种有效方式提高传质速率？（5分）

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 (30)

题号	1	2	3	小计
教师评分				

1、每小时将  $2 \times 10^4 \text{kg}$  的溶液用泵从反应器输送到高位槽如图，反应器液面上方保持  $29.4 \times 10^3 \text{Pa}$  的真空度，高位槽液面上方为大气压强。管道为  $\Phi 76 \times 4 \text{mm}$  的钢管，总长  $100 \text{m}$ ，管线上有两个全开的闸阀（当量直管长度为  $0.45 \text{m}$ ）、一个孔板流量计（局部阻力系数为  $5$ ）、五个标准弯头（当量直管长度为  $2.1 \text{m}$ ）。反应器内液面与管路出口的垂直距离为  $15 \text{m}$ ，若泵的效率为  $0.75$ ，求泵的轴功率。已知溶液的密度为  $1000 \text{kg/m}^3$ ，粘度为  $6.3 \times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{s}$ 。管内流体为完全湍流时直管的摩擦系数可取  $0.03$ 。（10 分）



解：已知： $w = 2 \times 10^4 \text{kg}$ ； $\frac{P_1}{\rho g} = -\frac{29.4 \times 1000}{9.8 \times 1000} \text{mH}_2\text{O}$ ；

$$d = 76 - 2 \times 4 = 68 \text{mm} = 0.068 \text{m}；l = 100 \text{m}；l_{\text{阀门}} = 0.45 \text{m}；l_{\text{弯头}} = 2.1 \text{m}；\zeta = 5；\eta = 0.75；$$

$$H_1 = 15 \text{mH}_2\text{O}；\rho = 1000 \text{kg/m}^3；\mu = 6.3 \times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{s} \quad (2 \text{分})$$

列两液面间的柏努利方程可得：

$$\frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + H_1 + H_e = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + H_1 + \sum h_{f,1-2} \quad (1 \text{分})$$

$$0 + \frac{p_1}{\rho g} + 0 + H_e = \frac{u^2}{2g} + 0 + 15 + \sum h_{f,1-2} \quad (1 \text{分})$$

$$u = \frac{4w}{\rho \pi d^2} = \frac{4 \times 2 \times 10^4}{1000 \times 3.14 \times \left(\frac{68}{100}\right)^2 \times 3600} = 1.53 \text{m/s} \quad (1 \text{分})$$

$$R_e = \frac{d \rho u}{\mu} = \frac{0.068 \times 1000 \times 1.53}{0.63 \times 10^{-4}} = 1651428 \gg 4000 \quad (\text{湍流态}) \quad (2 \text{分})$$

$$H_e = \frac{u^2}{2g} + 15 + \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{u^2}{2g} + 2\lambda \cdot \frac{l_{\text{阀门}}}{d} \cdot \frac{u^2}{2g} + 5 \cdot \frac{u^2}{2g} + 5\lambda \cdot \frac{l_{\text{弯头}}}{d} \cdot \frac{u^2}{2g} - \frac{p_1}{\rho g} \quad (1 \text{分})$$

$$H_e = 15 + \left(0.03 \times \frac{100}{0.068} + 2 \times 0.03 \times \frac{0.45}{0.068} + 5 + 5 \times 0.03 \times \frac{2.1}{0.068} + 1\right) \times \frac{1.53^2}{2 \times 9.8} + \frac{29.4 \times 1000}{1000 \times 9.8}$$

$$\text{代入上式得：} H_e = 15 + 6.4 + 3 = 24.5 \text{mH}_2\text{O} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{轴功率} N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{Q \cdot H_e \cdot g}{\eta} = \frac{2 \times 10^4 \times 24.5 \times 9.81}{3600 \times 0.75 \times 1000} = 1.78 \text{kw} \quad (1 \text{分})$$

2、在一套管换热器中用水冷却热油。换热器管长为 3m；两流体在换热器中逆流流动。热油被由 170℃ 冷却至 100℃；冷却水的进出口温度分别为 15℃和 25℃。若采用加长换热器管长的方法使热油的出口温度降至 70℃，试计算管长应增加多少米。假定在前后两种情况下热油和冷却水的流量、物性参数、进口温度均不发生变化；换热器除管长外，其他尺寸也不变；换热器的热损失可忽略不计。（10 分）

**解** 原来的工况：  $Q = m_1 c_{p1} (T_1 - T_2) = m_2 c_{p2} (t_2 - t_1) = K_o A_o \Delta t_m$  （1 分）

$$\Delta t_m = \frac{(170 - 25) - (100 - 15)}{\ln\left(\frac{170 - 25}{100 - 15}\right)} = \frac{145 - 85}{\ln\left(\frac{145}{85}\right)} = 112.3^\circ\text{C} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{m_1 c_{p1}}{m_2 c_{p2}} = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - T_2} = \frac{25 - 15}{170 - 100} = 0.1428 \quad (1 \text{ 分})$$

加长管长后：  $Q' = m_1 c_{p1} (T_1 - T_2') = m_2 c_{p2} (t_2' - t_1) = K_o A_o' \Delta t_m'$  （1 分）

由热量衡算得出冷流体出口温度：

$$t_2' = \frac{m_1 c_{p1}}{m_2 c_{p2}} (T_1 - T_2') + t_1 = 45.91^\circ\text{C} \quad (1 \text{ 分})$$

其中：  $\Delta t_m' = \frac{140.72 - 55}{\ln\left(\frac{140.72}{55}\right)} = 91.24^\circ\text{C}$  （1 分）

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{m_1 c_{p1} (T_1 - T_2')}{m_1 c_{p1} (T_1 - T_2)} = \frac{T_1 - T_2'}{T_1 - T_2} = \frac{K_o A_o' \Delta t_m'}{K_o A_o \Delta t_m} = \frac{A_o' \Delta t_m'}{A_o \Delta t_m} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{A_o'}{A_o} = \frac{\Delta t_m (T_1 - T_2')}{\Delta t_m' (T_1 - T_2)} = \frac{112.3 \times (170 - 70)}{91.24 \times (170 - 100)} = 1.759 = \frac{L'}{L} \quad (1 \text{ 分})$$

$$L' = 1.759L = 5.277\text{m} \quad (1 \text{ 分})$$

3. 在常压下操作的填料塔中用清水吸收空气和氨混合气中的氨，混合气体流量为 151.2Kmol/h，其中含氨 8%（摩尔分率），要求氨回收率 95%，水用量为最小用量的 1.2 倍，塔直径 2m，已知操作条件下  $K_y a = 0.06 \text{ kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ ， $Y = 1.2X$ ，试用解吸因数法计算所需填料层高度。（10 分）

解：已知：  $X_2=0, V_{\text{混}} = 151.2 \text{ kmol}/h = 42.0 \text{ mol}/s, y_1=0.08, \eta = 95\%, (\frac{L}{V}) = 1.2(\frac{L}{V})_{\min}$ ,

$d=2\text{m}, K_y a = 0.06 \text{ kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s}) = 60.0 \text{ mol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s}), m=1.2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

$$Y_1 = \frac{y_1}{1 - y_1} = \frac{0.08}{1 - 0.08} = 0.0870 \dots\dots\dots (0.5 \text{ 分})$$

$$Y_2 = Y_1(1 - \eta) = 0.0870 \times (1 - 0.95) = 0.00435 \dots\dots\dots (0.5 \text{ 分})$$

$$V = V_{\text{混}}(1 - y_1) = 42.0 \times (1 - 0.08) = 38.6 \text{ mol}/s \dots\dots\dots (0.5 \text{ 分})$$

$$(\frac{L}{V})_{\min} = \frac{Y_1 - Y_2}{\frac{Y_1}{m} - X_2} = \frac{0.0870 - 0.00435}{\frac{0.0870}{1.2} - 0} = 1.14$$

$$(\frac{L}{V}) = 1.2(\frac{L}{V})_{\min} = 1.2 \times 1.14 = 1.368 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$S = \frac{mV}{L} = \frac{1.2}{1.368} = 0.877 \dots\dots\dots (0.5 \text{ 分})$$

$$\frac{Y_1 - mX_2}{Y_2 - mX_2} = \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{1}{1 - \eta} = \frac{1}{1 - 0.95} = 20.0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\begin{aligned} N_{\text{OG}} &= \frac{1}{1 - S} \ln \left[ (1 - S) \frac{Y_1 - mX_2}{Y_2 - mX_2} + S \right] \\ &= \frac{1}{1 - 0.877} \ln [(1 - 0.877) \times 20.0 + 0.877] \dots\dots\dots (2 \text{ 分}) \\ &= \frac{1}{0.123} \times \ln(2.46 + 0.877) \\ &= 9.80 \end{aligned}$$

$$\Omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 2^2}{4} = 3.14 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$H_{\text{OG}} = \frac{V}{K_y a \Omega} = \frac{38.6}{60.0 \times 3.14} = 0.205 \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

所以  $Z = N_{\text{OG}} \cdot H_{\text{OG}} = 9.80 \times 0.205 = 2.01 \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$