

《化工原理》冲刺班模拟题一

[一] 单项选择题（每空3分，共27分）

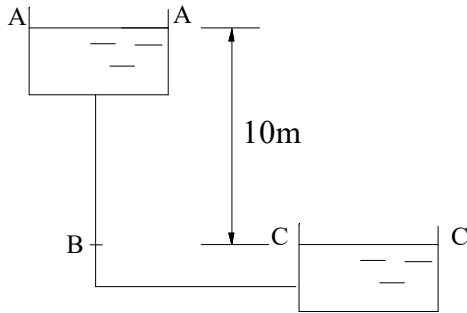
- 下列（ A ）不能实现对往复泵流量的调节。
(A) 调节泵出口阀的开度 (B) 旁路调节装置
(C) 改变活塞冲程 (D) 改变活塞往复频率
- 某流体在一上细下粗的垂直变径管路中流过，现注意到安在离变径处有一定距离的粗、细两截面的压强表读数相同，故可断定管内流体（ C ）。
(A) 向上流动 (B) 处于静止
(C) 向下流动 (D) 流向不定
- 用离心泵将水池的水抽吸到水塔中，若离心泵在正常操作范围内工作，开大出口阀门将导致（ A ）。
(A) 送水量增加，整个管路压头损失减少
(B) 送水量增加，整个管路压头损失增加
(C) 送水量增加，泵的轴功率不变
(D) 无法确定
- 如在测量离心泵性能曲线时错误将压力表安装在调节阀以后，则操作时压力表（表压）将（ D ）。
(A) 随真空表读数的增大而减少
(B) 随流量的增大而减少
(C) 随泵实际的扬程的增加而增大
(D) 随流量的增大而增加
- 颗粒在流体中沉降，其沉降速度是（ B ）速度。
(A) 加速度最大时的 (B) 最大的下降
(C) 最小的下降 (D) 流体的流动

6. 通常悬浮液的分离和气体的净制宜分别在在 (C) 下进行。
- (A) 高温, 高温 (A) 低温, 低温
 (C) 高温, 低温 (D) 低温, 高温
7. 恒压过滤且介质阻力忽略不计时, 如粘度降低20%, 则在同一时刻滤液增加 (A) 。
- (A) 11.8% (B) 9.54%
 (C) 20% (D) 44%
8. 冷热流体在套管换热器内换热, 内管走冷流体, 如果冷流体流量增大一倍, 则总传热系数和冷流体的出口温度分别 (A) 。
- (A) 增大, 下降 (B) 增大, 升高
 (C) 减小, 下降 (D) 减小, 升高
9. 对一台正在工作的列管式换热器, 已知 $\alpha_1=116\text{w}\cdot\text{m}^2\text{K}^{-1}$, $\alpha_2=11600\text{w}\cdot\text{m}^2\text{K}^{-1}$, 要提高传热系数 (K), 最简单有效的途径是 (A) 。
- (A) 设法增大 α_1 (B) 设法增大 α_2
 (C) 同时增大 α_1 和 α_2 (D) 同时减小 α_1 和 α_2

[二] 填空题 (每空 3 分, 共 21 分)

1. 当地大气压为 755mmHg 时, 测得某体系的真空度为 80mmHg, 则该体系的绝对压强为 90055.8 Pa。
2. 流体在圆形直管中作滞流流动, 其管中心最大流速是平均流速的 2 倍, 摩擦系数与雷诺数的关系式为 $\lambda=64/Re$ 。
3. 在除去某粒径的颗粒时, 若降尘室的高度增加一倍, 气流速度 减小一倍, 生产能力 不变。
4. 在确定列管换热器冷热流体的流经时, 一般来说, 蒸汽走管 外, 易结垢的流体走管 内。

【三】(25分) 如图所示的输水管路中, 管径 $\phi 56 \times 3 \text{mm}$, AB段管长为30m, BC段管长为20m (均包括管件等局部当量长度, 但不包含进出口), 两水槽液面高度不变。设 $\lambda=0.02$, 求: (1) 管路流量为多少? (2) 若B点装一球阀, 定性分析管路总阻力损失有何变化, 为什么?



解: 由题意可得:

(1) 在上游高位槽截面A-A与下游低位截面C-C之间列柏努利方程, 并以C-C截面基准面, 得到:

$$gz_A + \frac{p_A}{\rho} + \frac{u_A^2}{2} = z_C + \frac{p_C}{\rho} + \frac{u_C^2}{2} + \sum h_{f,A-C}$$

式中 $z_C = 0$, $p_A = p_C = 0$ (表压), $u_A = u_C \approx 0$

$$gz_A = \sum h_{f,A-C} = \left(\lambda \frac{l_{AB} + l_{BC}}{d} + \zeta_0 + \zeta_i \right) \frac{u^2}{2}$$

代入数据得到:

$$9.81 \times 10 = \left(0.02 \times \frac{30 + 20}{0.05} + 0.5 + 1 \right) \frac{u^2}{2}$$

$$\Rightarrow u = 3 \text{ m/s}$$

$$\therefore q_V = u \frac{\pi d^2}{4} = 3 \times 0.785 \times 0.05^2 = 5.89 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \text{ 或 } 21.2 \text{ m}^3/\text{h}$$

(2) 若B点装一球阀, 管路总阻力损失为:

$$\sum h'_{f,A-C} = gz_A$$

所以B点装一球阀后总阻力损失仍为位能差。

【四】(27分) 某板框过滤机在恒压下过滤1h得滤液 3 m^3 , 从第2h开始将过滤压强提高1倍, 问第2h可得滤液多少 m^3 ? (忽略介质阻力, 滤饼为不可压缩)。

解：由题意可得：

由恒压过滤方程 $V^2 = KA^2\tau$ 得到：

$$V_1^2 = K_1 A^2 \tau_1 \Rightarrow K_1 A^2 = \frac{V_1^2}{\tau_1} = \frac{3^2}{1} = 9 \text{m}^6/\text{h}$$

从第2h开始过滤压强加倍，则有：

$$K_2 = \frac{2\Delta P_2}{r\phi\mu} = 2K_1$$

$$\therefore K_2 A^2 = 2K_1 A^2 = 18 \text{m}^6/\text{h}$$

从第2h开始恒压过滤方程变为：

$$V_2^2 - V_1^2 = K_2 A^2 (\tau_2 - \tau_1)$$

代入数据得到：

$$V_2^2 - 3^2 = 18 \times (2 - 1)$$

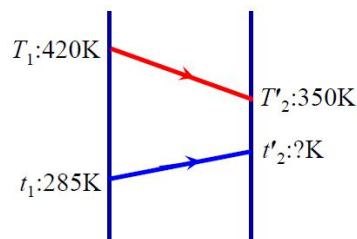
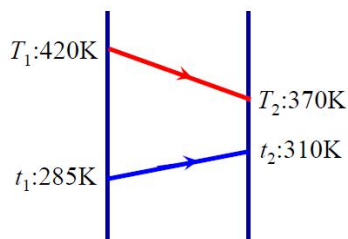
$$V_2 = 5.2 \text{m}^3$$

所以第2h得到的滤液量为：

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 5.2 - 3 = 2.2 \text{m}^3$$

[五] (24分) 在管长为1m的冷却器中，用水冷却油。已知两流体作并流流动，油由420K冷却到370K，冷却水由285K加热到310K。欲用加长冷却管子的办法，使油出口温度降至350K。若在两种情况下油、水的流量，物性常数，进口温度均不变，冷却器除管长外，其他尺寸也均不变。试求管长。

解：由题意可得：



$$Q = q_{m1} C_{p1} (T_1 - T_2) = q_{m2} C_{p2} (t_2 - t_1) \quad \text{①}$$

$$Q' = q_{m1} C_{p1} (T_1 - T'_2) = q_{m2} C_{p2} (t'_2 - t_1) \quad \text{②}$$

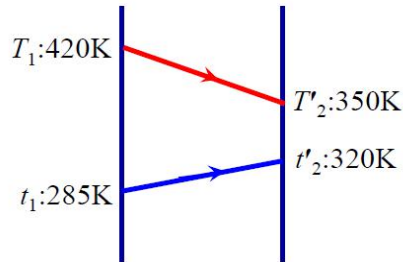
用公式②/①得到:

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{T_1 - T'_2}{T_1 - T_2} = \frac{t'_2 - t_1}{t_2 - t_1}$$

代入数据得到:

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{420 - 350}{420 - 370} = \frac{7}{5} = \frac{t'_2 - 285}{310 - 285}$$

$$\Rightarrow t'_2 = 320\text{K}$$



延长换热管前后的对数平均温差分别为:

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(420 - 285) - (370 - 310)}{\ln \frac{420 - 285}{370 - 310}} = 92.5\text{K}$$

$$\Delta t'_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t'_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t'_2}} = \frac{(420 - 285) - (350 - 320)}{\ln \frac{420 - 285}{350 - 320}} = 69.8\text{K}$$

由题意可知, 换热管加长前后, 油、水的流量不变, 则流速不会发生变化, 因此对流给热系数不变, 结合冷热流体的物性常数不变, 可以判断出总传热系数不变, 仍为 K 。

传热速率方程:

$$Q = KA\Delta t_m \quad \text{③}$$

$$Q' = KA'\Delta t'_m \quad \text{④}$$

用公式④/③得到:

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{A'\Delta t'_m}{A\Delta t_m} \Rightarrow \frac{A'}{A} = \frac{Q'}{Q} \frac{\Delta t_m}{\Delta t'_m}$$

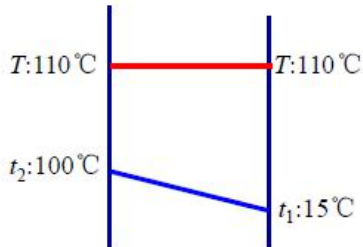
$$\text{即 } \frac{n\pi dl'}{n\pi dl} = \frac{l'}{l} = \frac{Q'}{Q} \frac{\Delta t_m}{\Delta t'_m} = \frac{7}{5} \times \frac{92.5}{69.8} = 1.855$$

$$\therefore l' = 1.855l = 1.855 \times 1 = 1.855\text{m}$$

[六] (26分) 一列管式换热器, 由 $\phi 25 \times 2\text{mm}$ 的136根不锈钢管组成。平均比热为 $4.18\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 的某溶液在管内作湍流流动, 其流量为 $15000 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$, 并由 15°C 加热到 100°C 。温度为 110°C 的饱和水蒸气在壳方冷凝。已知单管程时溶液侧的给热

系数为 $520 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ，蒸汽侧的给热系数为 $1.16\times 10^4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ，不锈钢管的导热系数为 $17 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ，忽略垢层热阻和热损失。试求：管程为单程时的列管长度（有效长度）。

解：由题意可得：



传热负荷为：

$$Q = q_{m2} C_{p2} (t_2 - t_1) = \frac{15000}{3600} \times 4180 \times (100 - 15) = 1480417 \text{ W}$$

总传热系数为：

$$K_2 = \frac{1}{\frac{d_2}{\alpha_1' d_1} + \frac{d_2}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$= \frac{1}{\frac{0.025}{520 \times 0.021} + \frac{0.025}{2 \times 17} \ln \frac{0.025}{0.021} + \frac{1}{1.16 \times 10^4}} = 399 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

对数平均温差为：②

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(110 - 15) - (110 - 100)}{\ln \frac{110 - 15}{110 - 100}} = 37.8^\circ \text{C}$$

传热面积为：

$$A = \frac{Q}{K \Delta t_m} = \frac{1480417}{399 \times 37.8} = 98.2 \text{ m}^2$$

列管长度为：

$$l = \frac{A}{n \pi d_0} = \frac{98.2}{136 \times 3.14 \times 0.025} = 9.2 \text{ m}$$

《化工原理》冲刺班模拟题二

[一] 单项选择题（每空3分，共27分）

1. 若某流体在管内流动时的雷诺数为3000，则流体的流型为（ D ）。
(A) 层流 (B) 湍流
(C) 过渡流 (D) 可能是层流也可能是湍流
2. 若将20°C硫酸用 $\phi 48 \times 3.5$ mm的无缝钢管输送，则硫酸达到湍流的最低流速为（ D ）。已知20°C时，硫酸的密度为1831 kg/m³，粘度为25.4厘泊。
(A) 0.135m/s (B) 1.5m/s
(C) 0.15m/s (D) 1.35m/s
3. 当管路性能曲线写成 $L=A+BQ^2$ 时（ B ）。
(A) A只包括单位重量流体需增加的位能
(B) A只包括单位重量流体需增加的位能和静压能之和
(C) BQ^2 代表管路系统的局部阻力和
(D) BQ^2 代表单位重量流体动能的增加
4. 某并联管路由1、2两个支路组成，该两支路均作滞流流动，当 $d_1=2d_2$ ， $l_1=2l_2$ 时，则1、2支路的流速之比为（ B ）。
(A) 1 (B) 2 (C) 4 (D) 1/2
5. 恒压过滤时，如介质阻力不计，过滤时间减半，其它条件均不改变，则所获得的滤液量（ C ）
(A) 为原来的1/3倍 (B) 为原来的 $\sqrt{2}$ 倍
(C) 为原来的 $1/\sqrt{2}$ 倍 (D) 为原来的1/2倍
6. 流体与固体壁面间的对流传热，当热量通过滞流内层时，主要是以（ A ）方式进行的。
(A) 热传导 (B) 热对流
(C) 热辐射 (D) 以上都是
7. 在重力场中，微小颗粒的沉降速度与下列因素无关（ D ）。
(A) 粒子的几何形状 (B) 粒子的几何尺寸
(C) 流体与粒子的密度 (D) 流体的水平流速

8. 使用常压饱和水蒸汽加热空气，空气的平均温度为 40°C ，则换热器的壁温接近于（ B ）。

- (A) 40°C (B) 100°C
(C) 70°C (D) 30°C

9. 对于沸腾传热，工业生产一般应设法控制在（ ）沸腾下操作。

- (A) 核状 (B) 稳定的膜状
(C) 不稳定的膜状 (D) 哪种状态都可以

[二] 填空题（每空 3 分，共 21 分）

1. 当 20°C 的甘油 ($\rho=1261\text{kg}/\text{m}^3$, $\mu=1499$ 厘泊)，在内径为 100mm 的管内流动时，若流速为 $2.0\text{m}/\text{s}$ 时，其流体流动类型为 层流。

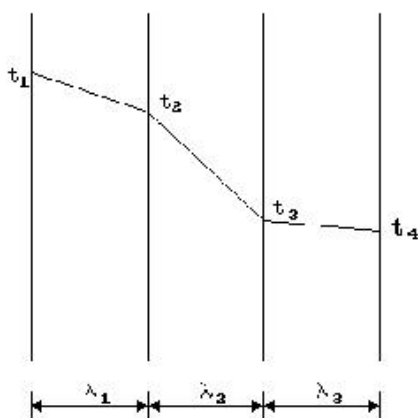
2. 圆管中有常温下的水流动，管内径 $d=100\text{mm}$ ，测得其中的质量流量为 $15.7\text{kg}/\text{s}$ ，其体积流量为 $0.0157\text{m}^3/\text{s}$ ，平均流速为 $2\text{m}/\text{s}$ 。

3. 已知某沉降室在操作条件下的气体流率为 $3600\text{m}^3/\text{h}$ ，沉降室长、宽、高尺寸为 $L \times b \times H = 5\text{m} \times 3\text{m} \times 2\text{m}$ ，则其最小沉降速度为 $0.067 \text{ m}/\text{s}$ 。

4. 对恒压过滤，当过滤面积 A 增大两倍时，如滤饼不可压缩，得到相同滤液量时，则过滤速度 ($\frac{dV}{dt}$) 增大为原来的 4 倍。

5. 在列管式换热器中，用饱和蒸气加热空气，此时总传热系数 K 接近 冷 流体的对流给热系数。

6. 平壁稳定传热过程，通过三层厚度相同的不同材料，每层间温度变化如图所示，试判断 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 的大小顺序 $\lambda_2 < \lambda_1 < \lambda_3$ 。



[三](25分)一输油管,原输送 $\rho_1=900\text{kg/m}^3$, $\mu_1=135\text{cp}$ 的油品,现改输送 $\rho_2=880\text{kg/m}^3$, $\mu_2=125\text{cp}$ 的另一油品。若两种油品在管内均为层流流动,且维持输油管两端由流动阻力所引起的压强降 Δp_f 不变,流型为层流,则输送的油量(质量流量 q_m)有何变化?(用百分数表示)

解:由题意,根据哈根-泊稷叶方程 $\Delta p_f = \frac{32\mu l u}{d^2}$ 得到:

$$\frac{32\mu_1 l u_1}{d^2} = \frac{32\mu_2 l u_2}{d^2}$$

化简得到:

$$\mu_1 u_1 = \mu_2 u_2 \quad \text{即} \quad \frac{u_2}{u_1} = \frac{\mu_1}{\mu_2}$$

$$\frac{q_{m2}/A\rho_2}{q_{m1}/A\rho_1} = \frac{\mu_1}{\mu_2} \Rightarrow \frac{q_{m2}/A\rho_2}{q_{m1}/A\rho_1} = \frac{\mu_1}{\mu_2}$$

$$\therefore \frac{q_{m2}}{q_{m1}} = \frac{\mu_1}{\mu_2} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{135}{125} \times \frac{880}{900} = 1.056$$

所以输油量增加了5.6%

[四](27分)一降尘室长5m,宽3m,高4m,内部用隔板分成20层,用来回收含尘气体中的球形固体颗粒,操作条件下含尘气体的流量为 $36000\text{m}^3/\text{h}$,气体密度 $\rho = 0.9\text{kg/m}^3$,粘度 $\mu = 0.03\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。尘粒密度 $\rho_s = 4300\text{kg/m}^3$,试求理论上能100%除去的最小颗粒直径。

解:多层降尘室的沉降面积为:

$$A = nBL = 20 \times 5 \times 3 = 300\text{m}^2$$

由降尘室的生产能力得到:

$$q_v \leq Au_t \Rightarrow u_t \geq \frac{q_v}{A}$$

所以理论上能100%除去的最小颗粒沉降速度为:

$$u_{t,\min} = \frac{q_v}{A} = \frac{36000/3600}{300} = 0.033\text{m/s}$$

假设沉降处在斯托克斯定律区(层流区):

$$u_{t,\min} = \frac{gd_{p,\min}^2(\rho_p - \rho)}{18\mu} \Rightarrow d_{p,\min} = \sqrt{\frac{18\mu u_{t,\min}}{g(\rho_p - \rho)}}$$

代入数据:

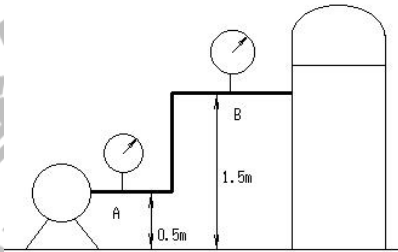
$$d_{p,\min} = \sqrt{\frac{18 \times 0.03 \times 10^{-3} \times 0.033}{9.81 \times (4300 - 0.9)}} = 2.06 \times 10^{-5} \text{ m}$$

验证颗粒雷诺数:

$$Re_p = \frac{d_{p,\min} \rho u_{t,\min}}{\mu} = \frac{2.06 \times 10^{-5} \times 0.033 \times 0.9}{0.03 \times 10^{-3}} = 0.02 < 2$$

可见颗粒沉降处于层流区, 假设合理, 数据有效。

[五] (24分) 某油品在 $\Phi 89 \times 4 \text{ mm}$ 的无缝钢管中流动。在A和B的截面处分别测得压强 $P_A = 15.2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, $P_B = 14.8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 。试计算管路中油品的流量。已知: A、B间长为40m, 其间还有2个 90° 弯头(每个弯头的当量长度 $l_e = 35d_i$), $\rho_{\text{油}} = 820 \text{ kg/m}^3$, $\mu_{\text{油}} = 121 \text{ cp}$ 。



解: 选A截面为上游界面, B截面为下游界面, 并以A截面中心点所在水平面为基准水平面, 在两截面间列柏努利方程:

$$gz_A + \frac{p_A}{\rho} + \frac{u_A^2}{2} + h_c = gz_B + \frac{p_B}{\rho} + \frac{u_B^2}{2} + h_{f A-B}$$

式中: $z_A = 0$, $z_B = 1 \text{ m}$, $p_A = 15.2 \times 10^5 \text{ Pa}$, $p_B = 14.8 \times 10^5 \text{ Pa}$, $u_A = u_B$

$$\frac{p_A}{\rho} = gz_B + \frac{p_B}{\rho} + \sum h_{f A-B}$$

代入数据:

$$\sum h_{f A-B} = \frac{15.2 \times 10^5}{820} - \frac{14.8 \times 10^5}{820} - 9.81 \times 1 = 38.9 \text{ J/kg}$$

假设油品在层流区流动, 则有:

$$\sum h_{f A-B} = \frac{32\mu(\sum l + l_e)u}{\rho d^2} \Rightarrow u = \frac{\sum h_{f A-B} \rho d^2}{32\mu(\sum l + l_e)}$$

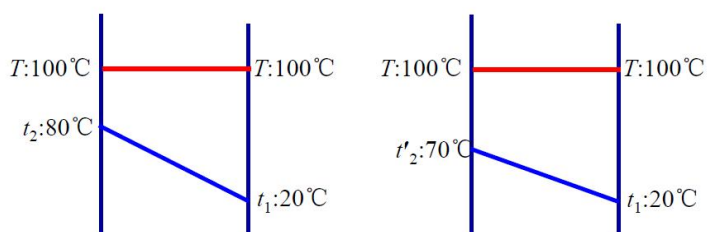
代入数据得到:

$$u = \frac{38.9 \times 820 \times 0.081^2}{32 \times 121 \times 10^{-3} \times (40 + 2 \times 35 \times 0.081)} = 1.18 \text{ m/s}$$

$$q_v = u \frac{\pi d^2}{4} = 1.18 \times 0.785 \times 0.081^2 = 6.08 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{或} \quad 21.88 \text{ m}^3/\text{h}$$

[六] (26分) 某列管换热器，用100°C水蒸汽将物料由20°C加热至80°C，传热系数 $K=100 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。经半年运转后，由于污垢的影响，在相同操作条件下物料出口温度仅为70°C，现欲使物料出口温度仍维持80°C，问加热蒸汽温度应取何值？

解：由题意可得：



换热器未产生污垢时的对数传热平均温差为：

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(100 - 20) - (100 - 80)}{\ln \frac{100 - 20}{100 - 80}} = 43.28^\circ \text{C}$$

换热器产生污垢时的对数传热平均温差为：

$$\Delta t'_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t'_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t'_2}} = \frac{(100 - 20) - (100 - 70)}{\ln \frac{100 - 20}{100 - 70}} = 50.98^\circ \text{C}$$

热负荷方程为：

$$Q = q_{m2} C_{p2} (t_2 - t_1) = K A \Delta t_m \quad \text{①}$$

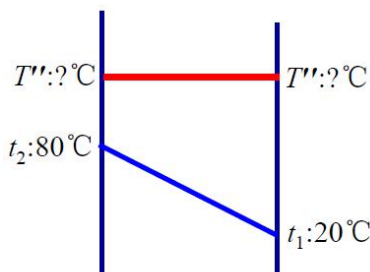
$$Q' = q_{m2} C_{p2} (t'_2 - t_1) = K' A \Delta t'_m \quad \text{②}$$

用公式②/①得到：

$$Q' = \frac{t'_2 - t_1}{t_2 - t_1} = \frac{K' \Delta t'_m}{K \Delta t_m}$$

代入数据得到：

$$\frac{70 - 20}{80 - 20} = \frac{K'}{100} \times \frac{50.98}{43.28} \quad \Rightarrow \quad K' = 70.75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



一般情况下水蒸气的对流给热系数要远大于冷物料，所以总传热系数与冷物料更接近，本题中加热水蒸气温度发生了变化，但冷物料并未发生变化，因此可认为总传热系数仍为 K' 。

现欲使物料出口温度仍维持 80°C ，则有：

$$Q = q_{m2} C_{p2} (t_2 - t_1) = KA\Delta t_m \quad \text{①}$$

$$Q = q_{m2} C_{p2} (t_2 - t_1) = K'A\Delta t_m'' \quad \text{③}$$

联立公式①和③得到：

$$K'\Delta t_m'' = K\Delta t_m$$

$$\Rightarrow \Delta t_m'' = \frac{K}{K'} \Delta t_m = \frac{100}{70.75} \times 43.28 = 61.17^{\circ}\text{C}$$

物料出口温度仍维持 80°C 时的对数平均温差公式为：

$$\Delta t_m'' = \frac{(T'' - t_1) - (T'' - t_2)}{\ln \frac{T'' - t_1}{T'' - t_2}} = \frac{80 - 20}{\ln \frac{T'' - 20}{T'' - 80}} = 61.17$$

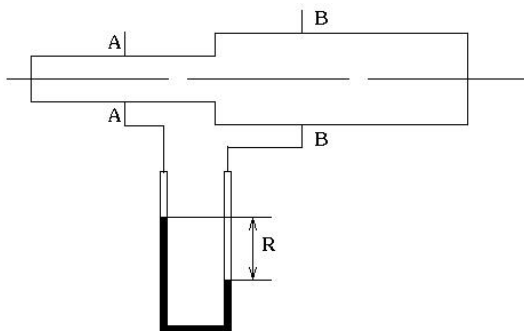
$$\Rightarrow \ln \frac{T'' - 20}{T'' - 80} = 0.98$$

$$\Rightarrow T'' = 116^{\circ}\text{C}$$

《化工原理》冲刺班模拟题三

[一] 单项选择题（每空3分，共27分）

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. 往复泵适用于（ C ）。

- (A) 大流量且流量要求特别均匀的场所
(B) 介质腐蚀性特别强的场所
(C) 流量较小，扬程较高的场所
(D) 投资较小的场所

3. 揭示了物体辐射能力与吸收率之间关系的定律是（ C ）。

- (A) 斯蒂芬-波尔兹曼定律 (B) 折射定律
(C) 克希霍夫定律 (D) 普朗克定律

4. 圆直管内流体在强制湍流流动时对管壁的对流给热系数为 α_1 ，若维持流速不变，将管径增加一倍，则 α_2 值为（ D ）。

- (A) $0.287\alpha_1$ (B) $2\alpha_1$
(C) $1.74\alpha_1$ (D) $0.87\alpha_1$

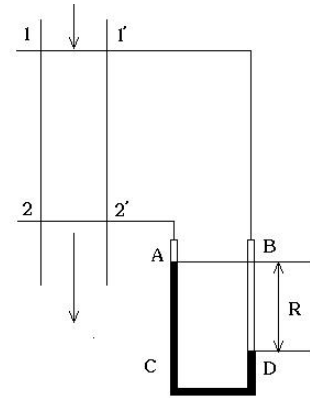
5. 利用水在逆流操作的套管换热器中冷却某物料。要求热流体的进出口温度及流量不变。今因冷却水进口温度升高，为保证完成生产任务，提高冷却水的流量，其结果使 Δt_m （ B ）。

- (A) 增大 (B) 下降
(C) 不变 (D) 不确定。
6. 在列管换热器中，空气在管内被加热，饱和水蒸气在壳方冷凝，为提高空气出口温度，以下措施有效的是 (A)。
- (A) 提高饱和蒸汽的压强 (B) 加大空气流量
(C) 壳方加折流挡板 (D) 两流体逆流流动
7. 离心泵的吸液高度与 (A) 无关
- (A) 排出管路的阻力大小 (B) 吸入管路的阻力大小
(C) 当地大气压 (D) 被输送液体的密度
8. 旋风分离器中，当微粒与流体的相对运动属于滞流时，旋转半径为1m，切线速度为20m/s，同一微粒在上述条件下的分离因数为 (C)。
- (A) 2倍 (B) 10倍
(C) 40.8倍 (D) 无法计算
9. 对于恒压过滤 (D)。
- (A) 滤液体积增大一倍则过滤时间增大为原来的 $\sqrt{2}$ 倍
(B) 滤液体积增大一倍则过滤时间增大至原来的2倍
(C) 滤液体积增大一倍则过滤时间增大至原来的4倍
(D) 当介质阻力不计时，滤液体积增大一倍，则过滤时间增大至原来的4倍

[二] 填空题 (每空 3 分, 共 21 分)

1. 某长方形截面的通风管道，其截面尺寸为 $40 \times 30 \text{ mm}$ ，其当量直径 d_e 为34.3 mm。
2. 某板框压滤机的框的尺寸为：长 \times 宽 \times 厚= $810 \times 810 \times 25 \text{ mm}$ ，若该机有10块框，其过滤面积约为13.1 m²。
3. 用冷却水将一定量的热流体由 100°C 冷却到 40°C ，冷却水初温为 15°C ，在设计列管式换热器时，采用两种方案比较，方案I是令冷却水终温为 30°C ，方案II是令冷却水终温为 35°C ，则用水量 $W_1 > W_2$ ，所需传热面积 $A_1 < A_2$ 。
4. 某输水的水泵系统，经管路计算得，需泵提供的压头为 $H_e = 19 \text{ m}$ 水柱，输水量为 $0.0079 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ，则泵的有效功率为1472.5 W。
5. 水在管内作湍流流动，若使流速提高至原来的2倍，则其对流给热系数约为原来的1.74倍。管径改为原来的1/2而流量相同，则其对流给热系数约为原来的3.48倍。

[三] (25分) 如图所示, 某液体在光滑管中以 $8.59\text{m}^3/\text{h}$ 的流量流过。其密度 $\rho=920\text{kg}/\text{m}^3$, 黏度 $\mu=0.75\text{cP}$, 测压差管段长 $L=3\text{m}$, U形压差计以汞为指示液, $\rho_{\text{汞}}=13600\text{kg}/\text{m}^3$, 测得 $R=9.1\text{mm}$, 试计算管内径 d 。(当 $Re=3000\sim 1\times 10^5$ 时, $\lambda=0.3164/Re^{0.25}$)



解: 在上游截面1-1'与下游截面2-2'之间列柏努利方程, 并以A截面中心点所在水平面为基准水平面:

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{u_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho} + \frac{u_2^2}{2} + h_{f1-2}, \quad \text{式中: } u_1 = u_2$$

$$\therefore \frac{P_1 - P_2}{\rho} = h_{f1-2}, \quad \text{即 } \frac{(\rho_{\text{Hg}} - \rho)gR}{\rho} = \lambda \frac{l u^2}{d^5}$$

代入数据有:

$$h_{f1-2} = \frac{(\rho_{\text{Hg}} - \rho)gR}{\rho} = \frac{(13600 - 920) \times 9.81 \times 0.0091}{920} = 1.23 \text{ J/kg}$$

假设 $Re=3000\sim 1\times 10^5$, 此时 $\lambda=0.3164/Re^{0.25}$

$$Re^{0.25} = \left(\frac{du\rho}{\mu}\right)^{0.25} = d^{0.25} u^{0.25} \left(\frac{920}{0.75 \times 10^{-3}}\right)^{0.25} = 33.28 d^{0.25} u^{0.25}$$

$$\therefore \lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}} = \frac{0.3164}{33.28 d^{0.25} u^{0.25}}$$

$$h_{f1-2} = \lambda \frac{l u^2}{d^5} = \frac{0.3164}{33.28 d^{0.25} u^{0.25}} \times \frac{l}{d} \times \frac{u^2}{2} = 0.014 \frac{u^{1.75}}{d^{1.25}}$$

$$\text{式中: } u^{1.75} = \left(\frac{q_V}{\pi d^2 / 4}\right)^{1.75} = \left(\frac{8.59 / 3600}{0.785 d^2}\right)^{1.75} = \frac{3.935 \times 10^{-5}}{d^{3.5}}$$

$$\therefore h_{f1-2} = 0.014 \frac{u^{1.75}}{d^{1.25}} = \frac{0.014 \times 3.935 \times 10^{-5}}{d^{4.75}} = 1.23$$

$$\Rightarrow d = 0.046 \text{ m}, \quad \text{即 } 46 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow u = \frac{q_V}{\pi d^2 / 4} = \frac{8.59 / 3600}{0.785 \times 0.046^2} = 1.44 \text{ m/s}$$

核算雷诺数:

$$R_e = \frac{du\rho}{\mu} = \frac{0.046 \times 1.44 \times 920}{0.75 \times 10^{-3}} = 81254.4$$

处于3000~1×10⁵之间，所以假设合理，数据有效。

[四] (27分) 以叶滤机恒压过滤某悬浮液，已知过滤常数 $K=2.5 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ ，过滤介质阻力可略。求：

(1) $q_1 = 2 \text{m}^3/\text{m}^2$ 所需过滤时间 t_1 ；

(2) 若操作条件不变，在上述过滤 t_1 时间基础上再过滤 t_1 时间，又可得单位过滤面积上多少滤液？

(3) 若过滤终了时 $q_E = 2.83 \text{m}^3/\text{m}^2$ ，以每平方米过滤面积上用 0.5m^3 洗液洗涤滤饼，操作压力不变，洗液与滤液黏度相同，洗涤时间是多少分钟？

解：由题意可得：

$$(1) \text{ 由 } q_1^2 = K\tau_1 \Rightarrow \tau_1 = q_1^2 / K = 2^2 / 2.5 \times 10^{-3} = 1600 \text{s}$$

$$(2) \text{ 由 } q_2^2 = K\tau_2 \Rightarrow q_2 = \sqrt{K\tau_2} = \sqrt{2.5 \times 10^{-3} \times 3200} = 2.83 \text{m}^3 / \text{m}^2$$

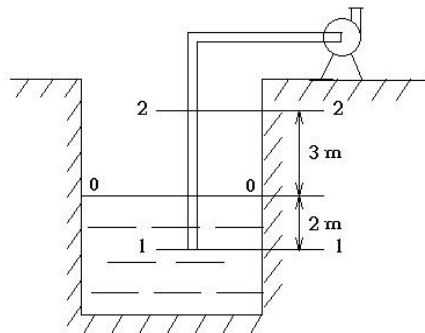
$$\therefore \Delta q = q_2 - q_1 = 2.83 - 2 = 0.83 \text{m}^3 / \text{m}^2$$

$$(3) \left(\frac{dq}{d\tau}\right)_E = \frac{K}{2q_E} = \frac{2.5 \times 10^{-3}}{2 \times 2.83} = 4.42 \times 10^{-4} \text{m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{s}$$

叶滤机为置换洗涤： $\left(\frac{dq}{d\tau}\right)_w = \left(\frac{dq}{d\tau}\right)_E$

$$\therefore \tau_w = V_w / \left(\frac{dq}{d\tau}\right)_w = 0.5 / 4.42 \times 10^{-4} = 1131 \text{s} \text{ 约 } 19 \text{min}$$

[五] (24分) 水泵进水管装置如图示。管子尺寸为 $\Phi 57 \times 3.5 \text{mm}$ ，进水管下端装有底阀及滤网，该处局部阻力可用 $\zeta u^2 / (2g)$ 表示。已知截面2处管内真空度为 $4 \text{mH}_2\text{O}$ ，由1至2截面的直管阻力为 $3u^2 / (2g)$ ，水流量为 $6.68 \text{m}^3/\text{h}$ ，试计算底阀及滤网的局部阻力系数 ζ 值。



解：在两截面0-0与2-2间列柏努利方程，以截面0-0作为基准面：

$$z_0 + \frac{p_0}{\rho g} + \frac{u_0^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + \sum H_{f0-2}$$

式中： $z_0 = 0$, $z_2 = 3\text{m}$, $p_0 = 0$ (表压), $\frac{p_2}{\rho g} = -4\text{m}$, $u_0 \approx 0$

$$0 = 3 - 4 + \frac{u_2^2}{2g} + (3 \frac{u_2^2}{2g} + \zeta \frac{u_2^2}{2g})$$

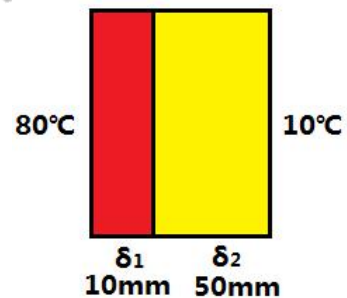
$$\text{即 } 1 = (4 + \zeta) \frac{u_2^2}{2g}$$

$$\text{式中 } u_2 = \frac{6.68/3600}{0.785 \times 0.05^2} = 0.946\text{m/s}$$

$$\therefore 1 = (4 + \zeta) \frac{0.946^2}{2 \times 9.81}$$

$$\Rightarrow \zeta = 17.9$$

[六] (26分) 有一壁厚为10mm的钢制平壁容器，内盛80°C的恒温热水。水对内壁面的对流给热系数为240W/(m²·°C)。现在容器外表面覆盖一层导热率为0.16W/(m·°C)、厚度为50mm 的保温材料。保温层为10°C的空气所包围，外壁对空气的对流给热系数为10W/(m²·°C)。钢材的导热率为45W/(m·°C)。



试求：A) 每小时从每m²面积所损失的热量kJ/(h·m²)；

B) 容器内表面的温度 T_w 。

解： (1) 求每小时每平方米面积损失的热量

总传热系数为：

$$\begin{aligned} \frac{1}{K} &= \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2} \\ &= \frac{1}{240} + \frac{0.01}{45} + \frac{0.05}{0.16} + \frac{1}{10} = 0.417(\text{m}^2 \cdot \text{°C})/\text{W} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow K = 2.398\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{°C})$$

$$\therefore q = \frac{Q}{A} = K\Delta t_m = 2.398 \times (80 - 10) = 167.86\text{W}/\text{m}^2 \quad \text{或} \quad 604.3\text{kJ}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$$

(2) 求容器内表面温度

由牛顿冷却定律得到:

$$q = \alpha_1(T - T_w) \Rightarrow T_w = T - \frac{q}{\alpha_1}$$

$$\therefore T_w = 80 - \frac{167.86}{240} = 79.3^\circ\text{C}$$

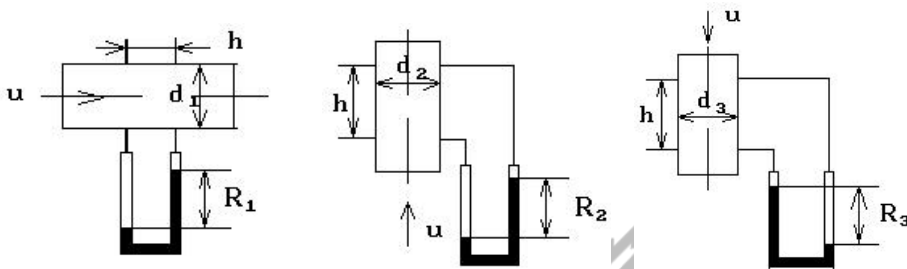


《化工原理》冲刺班模拟题四

[一] 单项选择题（每空3分，共27分）

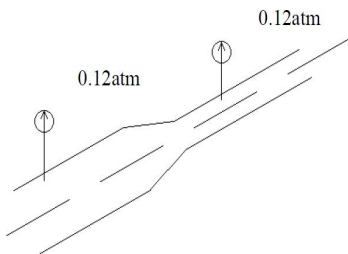
1. 用标准孔板流量计测量管中的流量，采用如图所示三种装置，两测压孔距离 h 相等， $d_1=d_2=d_3$ ，各管流速相等。其读数分别为 R_1 ， R_2 ， R_3 。则（ D ）。（流体皆为水，指示液皆为汞）

- (A) $R_2 < R_1 < R_3$ (B) $R_1 < R_2 = R_3$
 (C) $R_1 < R_2 < R_3$ (D) $R_1 = R_2 = R_3$ (E) $R_1 > R_2 = R_3$



2. 如图表明，管中的水处于（ C ）。

- (A) 静止 (B) 向上流动
 (C) 向下流动 (D) 不一定



3. 从地槽向常压吸收塔送液，一台离心泵在高效区工作。若管路不变，再并联一台同型号离心泵，则（ B ）。

- (A) 两泵均在高效区工作 (B) 两泵均不在高效区工作
 (C) 仅原泵在高效区工作 (D) 仅新装泵在高效区工作

4. 由阀门全开的条件算出在要求流量为 q_v 时所需扬程为 H_c' 。在离心泵的性能曲线上查得与 q_v 对应的扬程为 H_c ， $H_c > H_c'$ ，在流量为 q_v 时泵的效率为 η ，则泵的轴功率 P_a 为（ B ）。

- (A) $q_v H_c' \rho g / 1000 \eta$ kw (B) $q_v H_c \rho g / 1000 \eta$ kw (C) 无法计算

5. 降尘室没有以下优点（ A ）。

- (A) 分离效率高 (B) 阻力小

- (C) 结构简单 (D) 易于操作
6. 在一列管换热器中, 用水冷凝某有机蒸汽, 蒸汽温度为 50°C , 凝液在饱和温度下排出, 水温由 25°C 升至 40°C , 此时 $\Delta t_m = (C)$ 。
- (A) 25°C (B) 10°C
 (C) 16.4°C (D) 17.5°C
7. 一定流量的液体在一 $\Phi 25 \times 2.5\text{mm}$ 的直管内作湍流流动, 其对流给热系数 $\alpha = 1000\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ 。如流量与物性都不变, 改用一 $\Phi 19 \times 2\text{mm}$ 的直管, 则其 α 值将变为 (D) $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ 。
- (A) 1059 (B) 1496
 (C) 1585 (D) 1678
8. 拟采用一个降尘室和一个旋风分离器来除去某含尘气体中的灰尘, 则较适合的安排是 (A)。
- (A) 降尘室放在旋风分离器之前 (B) 降尘室放在旋风分离器之后
 (C) 降尘室与旋风分离器并联 (D) 方案(A)、(B)均可
9. 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 (A)。
- (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
 (D) 表面光滑, 颜色较深

[二] 填空题 (每空 3 分, 共 21 分)

1. 套管由 $\phi 57 \times 2.5\text{mm}$ 和 $\phi 25 \times 2.5\text{mm}$ 的钢管组成, 则环隙当量直径等于 27mm。
2. U形管差压计用水作指示液, 测量气体管道中的压降, 若指示液读数 $R=20\text{mm}$, 则表示压降为 196.2 Pa。
3. 流体在一段圆形水平直管中流动, 测得平均流速 0.5m/s , 压强降为 10Pa , Re 为 1000, 问管中心处点速度为 1 m/s , 若流速增加为 1m/s , 则压强降为

20 Pa。

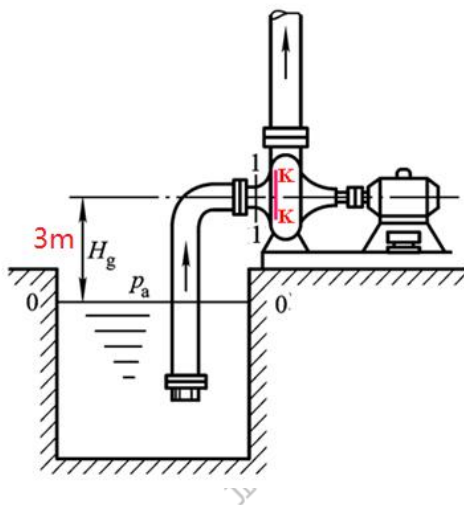
4. 一转子流量计，当流过水的流量为 $1\text{m}^3/\text{h}$ 时，测定该流量计进出口压力降为 20mmHg 柱，当流量增加到 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ ，问转子流量计进出口压降有何变化？仍为 20mmHg 。

5. 一降尘室长 8m ，宽 4m ，高 1.5m ，中间装有 14 块隔板，隔板间距为 0.1m 。现颗粒最小直径为 $12\mu\text{m}$ ，其沉降速度为 0.02 m/s ，欲将最小直径的颗粒全部沉降下来，则含尘气体的最大流速不能超过 1.6 m/s 。

6. 套管冷凝器的内管走空气，环隙走饱和水蒸汽，如果蒸汽压力一定，空气进口温度一定，当空气流量增加时，空气出口温度 变小。（变大、变小、不变）

[三] (25分) 某离心泵的必需汽蚀余量为 3.5m ，今在海拔 1000m 的高原上使用。已知吸入管路的全部阻力损失为 3J/N 。今拟将该泵装在敞口水源之上 3m 处，试问此泵能否正常操作？该地大气压为 90KPa ，夏季水温为 20°C ，该温度下的饱和蒸气压为 2338.43Pa 。

解：由题意可得：



$$\begin{aligned} \text{由 } [H_g] &= \frac{P_0}{\rho g} - \frac{P_v}{\rho g} - \sum H_{f吸} - [(NPSH)r + 0.5] \\ &= \frac{90 \times 1000}{1000 \times 9.81} - \frac{2338.43}{1000 \times 9.81} - 3 - (3.5 + 0.5) \\ &= 9.17 - 0.24 - 3 - 4 \\ &= 1.93\text{m} < 3\text{m} \end{aligned}$$

所以不能正常工作。

[四] (27分) 有一板框压滤机，过滤某种悬浮液，当滤渣完全充满滤框时得滤

液 40m^3 ，过滤时间为 1h ，随后用 10% 滤液量的清水（物性可视为和滤液相同）洗涤，每次拆装时间为 15 分钟。

求在上述操作中 $V_e=3\text{m}^3$ ，试求该机的生产能力，以 m^3 (滤液)/ h 表示之。

解：由 $V^2 + 2VV_e = KA^2\tau$ 可得到：

$$KA^2 = \frac{V^2 + 2VV_e}{\tau} = \frac{40^2 + 2 \times 40 \times 3}{3600} = 0.511 \text{m}^6 / \text{s}$$

$$\left(\frac{dV}{d\tau}\right)_E = \frac{KA^2}{2(V + V_e)} = \frac{0.511}{2 \times (40 + 3)} = 5.942 \times 10^{-3} \text{m}^3 / \text{s}$$

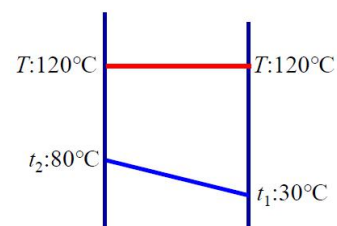
$$\text{又} \left(\frac{dV}{d\tau}\right)_w = \frac{1}{4} \left(\frac{dV}{d\tau}\right)_E = \frac{5.94 \times 10^{-3}}{4} = 1.485 \times 10^{-3} \text{m}^3 / \text{s}$$

$$\therefore \tau_w = V_w / \left(\frac{dV}{d\tau}\right)_w = \frac{0.1 \times 40}{1.485 \times 10^{-3}} = 2694 \text{s}$$

$$Q = \frac{V}{\tau + \tau_w + \tau_D} = \frac{40}{1 + \frac{2694}{3600} + \frac{15}{60}} = 20 \text{m}^3 / \text{h}$$

[五] (24分) 有一个套管换热器，外管为 $\phi 84 \times 4\text{mm}$ ，内管为 $\phi 57 \times 3.5\text{mm}$ 的钢管，有效长度为 50m 。用 120°C 的饱和水蒸汽冷凝来加热内管中的油。蒸汽冷凝潜热为 2205kJ/kg 。已知油的流量为 7200kg/h ，密度为 $810\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，比热为 $2.2\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，进口温度为 30°C ，出口温度为 80°C 。试求：(1)蒸汽用量；(不计热损失)；(2)传热系数。

解：由题意可得：



(1) 求蒸汽用量，传热方程为：

$$Q = q_{m2} C_{p2} (t_2 - t_1) = q_{m1} r = KA \Delta t_m$$

$$q_{m1} = \frac{q_{m2} C_{p2} (t_2 - t_1)}{r}$$

$$= \frac{7200 / 3600 \times 2.2 \times 10^3 \times (80 - 30)}{2205 \times 10^3}$$

$$= \frac{220000}{2205 \times 10^3} = 0.0998 \text{ kg/s}$$

(2) 对数平均温差为:

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(120 - 30) - (120 - 80)}{\ln \frac{120 - 30}{120 - 80}} = 61.66^\circ \text{C}$$

以内管外表面为准的传热面积为:

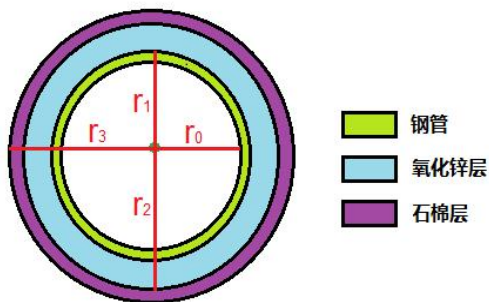
$$A_0 = \pi d_0 l = 3.14 \times 0.057 \times 50 = 8.949 \text{ m}^2$$

传热系数为:

$$K_0 = \frac{Q}{A_0 \Delta t_m} = \frac{220000}{8.949 \times 61.66} = 398.7 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ \text{C)}$$

[六] (26分) $\Phi 38 \times 2.5 \text{ mm}$ 的钢管 (导热系数为 $45 \text{ W/(m} \cdot ^\circ \text{C)}$) 用作蒸汽管。为了减少热损失, 在管外保温。第一层是 50 mm 厚的氧化锌粉, 其平均导热系数为 $0.07 \text{ W/(m} \cdot ^\circ \text{C)}$; 第二层是 10 mm 厚的石棉层, 其平均导热系数为 $0.15 \text{ W/(m} \cdot ^\circ \text{C)}$ 。若管内壁温度为 180°C , 石棉层外表面温度为 35°C , 试求每米管长的热损失及两保温层界面处的温度? ⊕

解: 由题意可得:



$$r_0 = 16.5 \text{ mm}, \quad r_1 = 19 \text{ mm}, \quad r_2 = 69 \text{ mm}, \quad r_3 = 79 \text{ mm}$$

(1) 求每米管长的热损失

$$\frac{Q}{L} = \frac{2\pi(t_0 - t_3)}{\frac{1}{\lambda_0} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{r_3}{r_2}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2 \times 3.14 \times (180 - 35)}{\frac{1}{45} \times \ln \frac{19}{16.5} + \frac{1}{0.07} \times \ln \frac{69}{19} + \frac{1}{0.15} \times \ln \frac{79}{69}} \\
 &= \frac{910.6}{3.135 \times 10^{-3} + 18.424 + 0.902} \\
 &= 47.1 \text{ W/m}
 \end{aligned}$$

(2) 求两保温层界面处的温度

$$\frac{Q}{L} = \frac{2\pi(t_0 - t_2)}{\frac{1}{\lambda_0} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1}}$$

代入数据:

$$47.1 = \frac{2 \times 3.14 \times (180 - t_2)}{\frac{1}{45} \times \ln \frac{19}{16.5} + \frac{1}{0.07} \times \ln \frac{69}{19}}$$

$$\Rightarrow t_2 = 41.8^\circ \text{C}$$

