

## 动量传递

1、

用离心泵将水由水槽送至水洗塔中, 水洗塔内的表压为  $9.807 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ , 水槽液面恒定, 其上方通大气, 水槽液面与输送管出口端的垂直距离为 20m, 在某送液量下, 泵对水作的功为 317.7

$\text{J.kg}^{-1}$ , 管内摩擦系数为 0.018, 吸入和压出管路

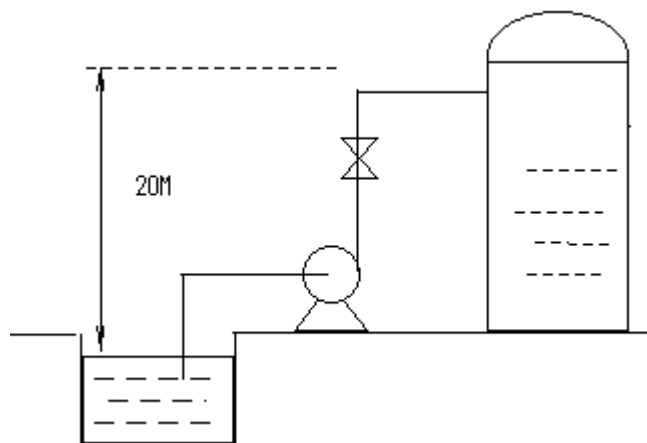
总长为 110m(包括管件及入口的当量长度, 但不包

括出口的当量长度)输送管尺寸为  $\Phi 108 \times 4 \text{ mm}$ , 水

的密度为  $1000 \text{ kg.m}^{-3}$ 。求输水量为多少  $\text{m}^3.\text{h}^{-1}$ 。

\*\*\*答案\*\*\*

$$V = 42.41 [\text{m}^3.\text{h}^{-1}]$$

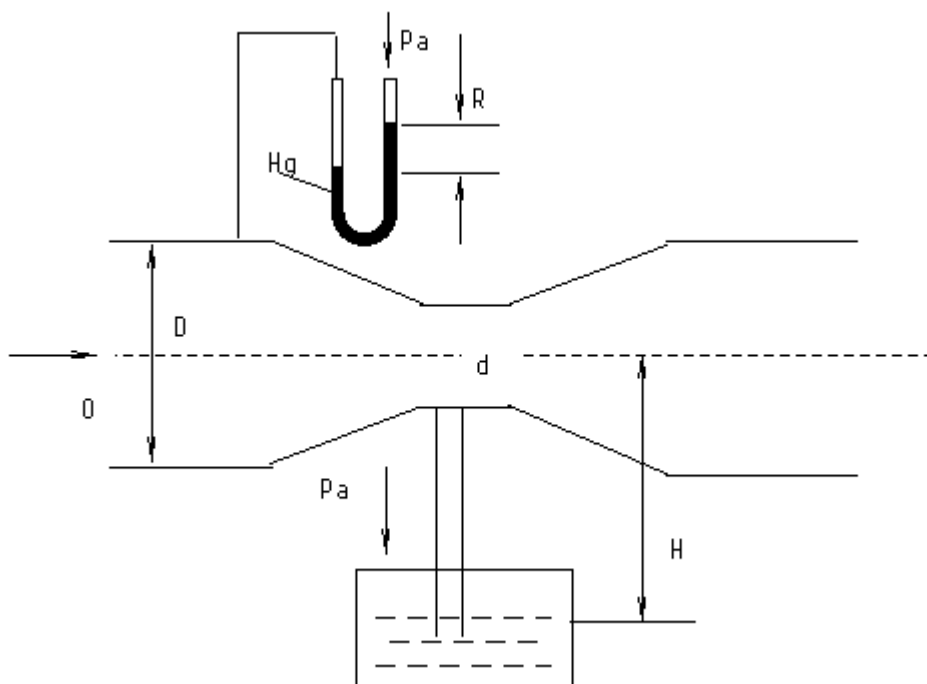


2、

如图所示,  $D=100 \text{ mm}$ ,  $d=50 \text{ mm}$ ,  $H=150 \text{ mm}$ ,  $\rho_{\text{气体}}=1.2 \text{ kg.m}^{-3}$ 。当  $R=25 \text{ mm}$  时, 将水从水池中吸入水平管中间, 问此时  $V_{\text{气体}}=? \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  (阻力可忽略)

\*\*\*答案\*\*\*

$$V_s = 0.1814 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}, \quad \text{或 } V = 653 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$$



3、

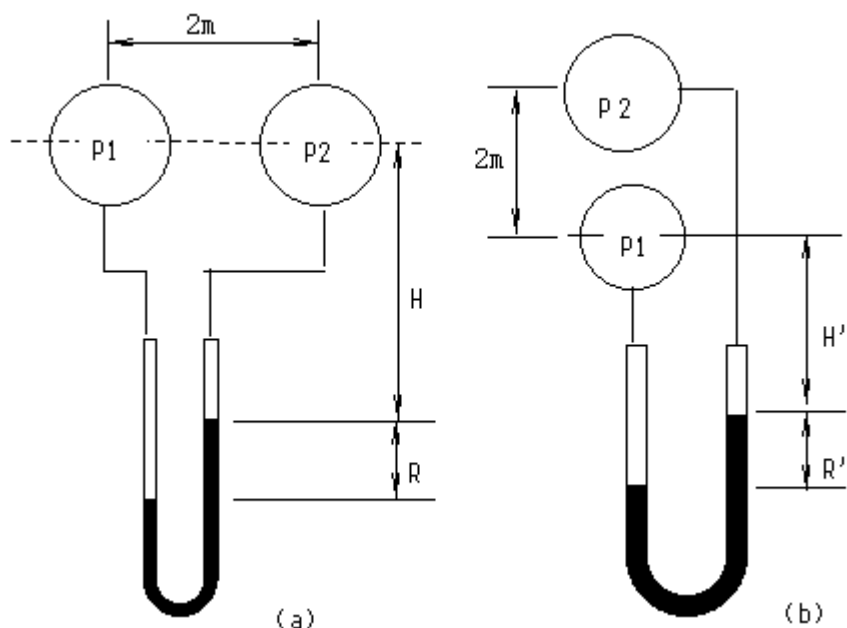
如图 (a) 所示两个容器与一水银压差计用橡皮管相连接, 此二容器中均充满水, 设水银压差计读数  $R$  为

650mmHg,

试求: (1) 二容器的压力差为多少? (2) 如果将二容器由图 (a) 改为图 (b) 位置时, 此时的压力差和读数有何改变? 为什么?

\*\*\*答案\*\*\*

$$(1) P_1 - P_2 = 80343.9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 8190 \text{ mmHg} \quad (2) R' = 0.49 \text{ m}$$

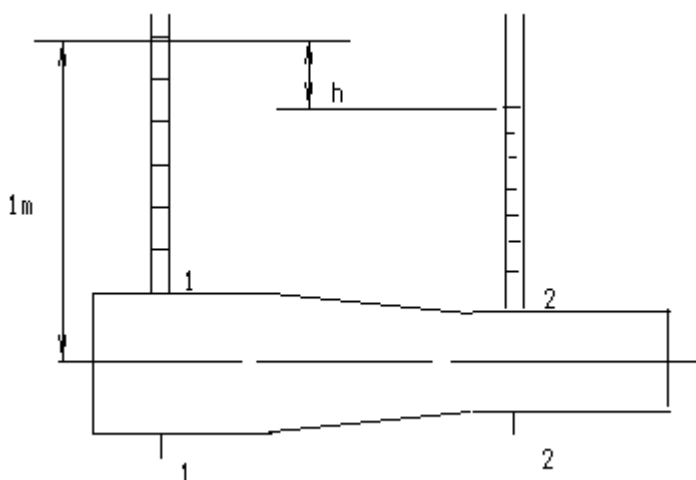


4、

水在内径为 250mm 的钢管内流动。已知截面 1-1 处的流速为  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 测压管中水柱高为 1m; 在截面 2-2 处管内径为 150mm。试计算在截面 1-1 与 2-2 处产生的水柱高度差  $h$  为多少 m 水柱? (忽略阻力损失)

\*\*\*答案\*\*\*

$$h = 0.343 \text{ mH}_2\text{O}$$

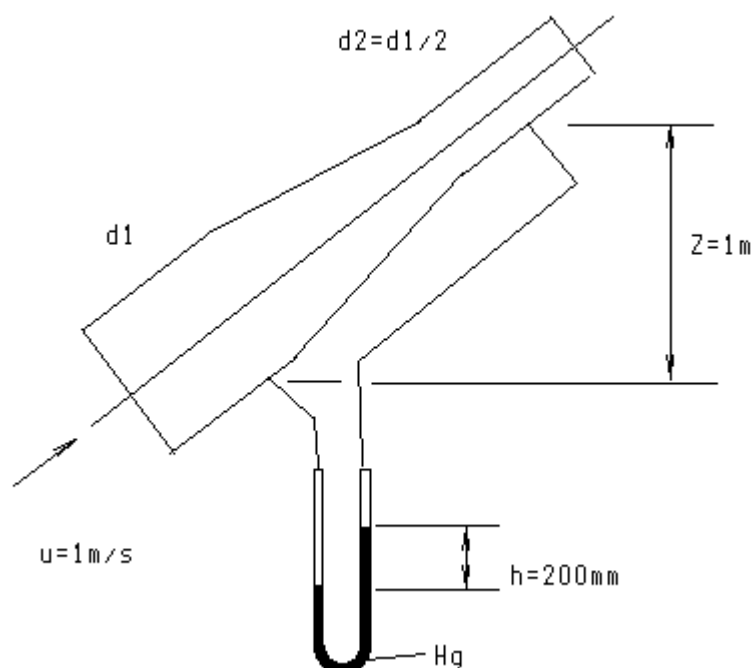


5、

水在一倾斜管中流动，如附图所示，已知压差计读数为 200mm，试问测量段的阻力为多少？

\*\*\*答案\*\*\*

$$\therefore h_{f1-2} = 1.755 \text{mH}_2\text{O} = 1755 \text{mmH}_2\text{O} = 17221 \text{Pa}$$



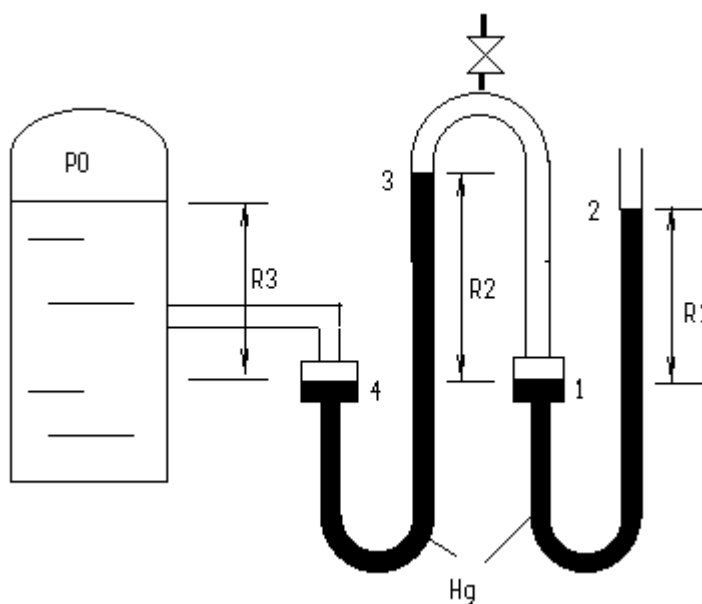
6、

某受压设备，用串联 U 形管压差计测量其表压，装置如附图所示，写出 1、2、3、4 各点及  $P_0$  的压强计算式（表压）。（连通 U 形管压差计水银面上充满水）

\*\*\*答案\*\*\*

$$P_1 = R_1 \rho_{\text{Hg}} g, \quad P_2 = 0, \quad P_3 = R_1 \rho_{\text{Hg}} g - R_2 \rho_{\text{W}} g$$

$$P_4 = (R_1 + R_2) \rho_{\text{Hg}} g - R_2 \rho_{\text{W}} g, \quad P_0 = (R_1 + R_2) \rho_{\text{Hg}} g - (R_2 + R_3) \rho_{\text{W}} g$$



7、

水平串联的两直管 1、2，管径  $d_1 = d_2 / 2$ ，管道 1 长为 100m，已知流体在管道 1 中的雷诺数( $Re$ )  $Re_1 = 1800$ ，今测得某流体流经管道 1 的压强降为 0.64(m 液柱)，流经管道 2 的压强降为 0.064(m 液柱)，试计算管道 2 的长度(设局部阻力可略去)。

\*\*\*答案\*\*\*

$$l_2 = 160m$$

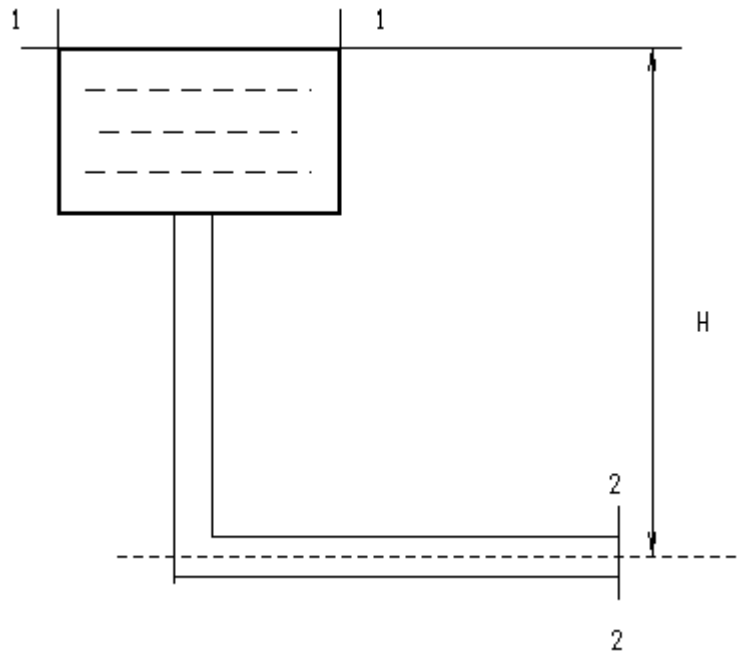
8、

水塔供水系统，管路总长  $L$  m(包括局部阻力在内当量长度)，1-1'到 2-2'的高度  $H$  m，规定供水量  $V \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 。当忽略动压头时，试导出管道最小直径  $d_{\min}$  的计算式。若  $L=150\text{m}$ ，

$H=10\text{m}$ ， $V=10\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ， $\lambda=0.023$ ，求  $d_{\min}$ 。

\*\*\*答案\*\*\*

$$d_{\min} = 0.0466\text{m} = 46.6\text{mm}$$



9、

密度为  $1000\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，粘度为  $1\text{cp}$  的水，以  $10\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  的流量在  $\Phi 51 \times 3\text{mm}$  的水平管道内流过，在管路上某处流体静压强为  $1.5\text{kgf} \cdot \text{cm}^{-2}$  (表压)，若管路的局部阻力可略去不计，问距该处 100m 下游处流体静压强为多少 Pa? ( $Re=3 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5$  时， $\lambda=0.3164/Re^{0.25}$ )

\*\*\*答案\*\*\*

$$p_2 = 8.3 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (表压)}$$

10、

用泵自敞口贮油池向敞口高位槽输送矿物油，流量为  $38.4 \text{ 吨} \cdot \text{h}^{-1}$ ，高位槽中液面比油池中液面高 20m，管路总长(包括阀门及管件的当量长度) 430m，进出口阻力不计。管径为  $\Phi 108 \times 4\text{mm}$ ，若油在输送温度下的比重为 0.96，粘度为 3430cp，求泵所需的实际功率，设泵的效率  $\eta=50\%$ 。

\*\*\*答案\*\*\*

$$H_e = 729.13\text{m}, \quad N = 152.6\text{kw}$$

### 热量传递

1、

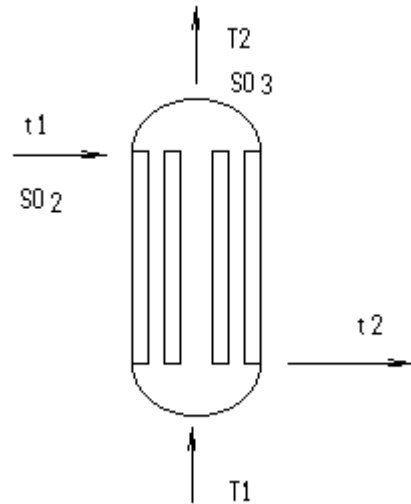
接触法硫酸生产中用氧化后的高温  $\text{SO}_3$  混合气预热原料气 ( $\text{SO}_2$  及空气混合物)，已知：列管换热器的传热面积为  $90\text{m}^2$ ，原料气入口温度  $t_1=300^\circ\text{C}$ ，出口温度  $t_2=430^\circ\text{C}$ ， $\text{SO}_3$  混合气入口温度  $T_1=560^\circ\text{C}$ ，两种流体的流量均为  $10000\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ ，热损失为原料气所得热量的 6%，设两种气体的比热均可取为  $1.05\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，且两流体可近似作为逆流处理。

求：1.  $\text{SO}_3$  混合气的出口温度  $T_2$ ；

2. 传热系数  $K$  ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )。

\*\*\*答案\*\*\*

1.  $T_2=422.2^\circ\text{C}$ ， 2.  $K=35.4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$



2、

某平壁炉的炉壁由耐火砖、绝热砖和钢板组成，如图所示。

其导热系数  $\lambda$  和厚度  $b$  数据如下：

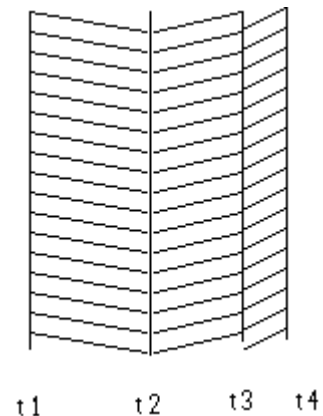
耐火砖： $\lambda_1 = 1.05\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $b_1 = 200\text{mm}$ ；

绝热砖： $\lambda_2 = 0.151\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $b_2 = 100\text{mm}$ ；

钢板： $\lambda_3 = 45\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $b_3 = 6\text{mm}$ 。

耐火砖内侧温度  $t_1 = 1150^\circ\text{C}$ ，钢板的外侧温度  $t_4 = 30^\circ\text{C}$ 。

试求：(1) 单位面积的热损失  $q$ ；(2) 绝热砖和钢板的界面温度  $t_3$ 。假设各层间接触良好



\*\*\*答案\*\*\*

(1)  $q = 1313 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ， (2)  $t_3 = 30.2^\circ\text{C}$

3、

$\Phi 120 \times 5 \text{ mm}$  的蒸汽管外拟包一层保温材料，其导热系数为  $0.07 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。设蒸汽管的内壁温度为  $110^\circ\text{C}$ ，管壁导热系数为  $45 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。要求保温层外壁温度不超过  $20^\circ\text{C}$ ，每米蒸汽管的热损失控制在  $60 \text{ W}$  以下，试计算保温层的最小厚度。

\*\*\*答案\*\*\*

$$b = 0.056 \text{ m} = 56 \text{ mm}$$

4、

采用传热面积为  $4.48 \text{ m}^2$  单程管壳式换热器，进行溶剂和某水溶液间的换热，流量为  $3600 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ，比热为  $1.88 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  的苯， $80^\circ\text{C}$  冷却至  $30^\circ\text{C}$ ，水溶液由  $20^\circ\text{C}$  被加热到  $30^\circ\text{C}$ 。忽略热损失。试求传热系数  $K$ ？

\*\*\*答案\*\*\*

$$K = 842.7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

5、

一套管换热器，外管为  $\Phi 83 \times 3.5 \text{ mm}$ ，内管为  $\Phi 57 \times 3.5 \text{ mm}$  的钢管，有效长度为  $60 \text{ m}$ 。用  $120^\circ\text{C}$  的饱和水蒸汽冷凝来加热内管中的油。蒸汽冷凝潜热为  $2205 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。已知油的流量为  $7200 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ，密度为  $810 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，比热为  $2.2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ，进口温度为  $30^\circ\text{C}$ ，出口温度为  $80^\circ\text{C}$ 。

试求：(1) 蒸汽用量；(不计热损) (2) 总传热系数。

\*\*\*答案\*\*\*

$$(1) \quad w \approx 359.2 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}, \quad (2) \quad K_i = 1363 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} = 378.8 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1})$$

6、

在逆流操作的列管换热器中，把氢氧化钠溶液从  $70^\circ\text{C}$  冷却到  $35^\circ\text{C}$ ，氢氧化钠走管内，流量为  $1.11 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ ，比热为  $3770 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ，氢氧化钠对管壁的对流传热系数为  $930 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ 。现用  $15^\circ\text{C}$  的水作为冷却剂，水走管外，流量为  $1.67 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ ，比热为  $4.18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ，管壁对水的传热系数为  $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  (管壁热阻及垢阻略计)，忽略热损失(可近似按平壁处理)。试求：冷却剂出口温度及所需传热面积。

\*\*\*答案\*\*\*

$$t_2 = 36^\circ\text{C}, \quad A = 11.3 \text{ m}^2$$

7、

在单程逆流列管式换热器中用水冷却空气，水和空气的进口温度分别为  $20^{\circ}\text{C}$  及  $110^{\circ}\text{C}$ ，在换热器使用的初期，冷却水及空气的出口温度分别为  $45^{\circ}\text{C}$  及  $40^{\circ}\text{C}$ ，使用一年后，由于污垢热阻的影响，在冷热流体的流量及进口温度不变的情况下，冷却水出口温度降至  $38^{\circ}\text{C}$ 。热损失可以忽略不计。

求：1) 空气出口温度变为多少？ 2) 总传热系数为原来的多少倍？

\*\*\*答案\*\*\*

$$(1) T_2' = 59.6^{\circ}\text{C} \quad , \quad (2) K'/K = 0.507$$

8、

某平壁工业炉的耐火砖厚度为  $0.120\text{m}$ ，炉墙导热系数  $\lambda = 1.038\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。其外用导热系数为  $0.07\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  的绝热材料保温。炉内壁温度为  $980^{\circ}\text{C}$ ，绝热层外壁温度为  $38^{\circ}\text{C}$ ，如允许最大热损失量为  $950\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 。求：(1) 绝热层的厚度；(2) 耐火砖与绝热层的分界处温度。

\*\*\*答案\*\*\*

$$(1) b_2 = 0.061\text{m} \quad , \quad (2) T_2 = 870^{\circ}\text{C}$$

9、

有一壁厚为  $10\text{mm}$  的钢制平壁容器，内盛  $80^{\circ}\text{C}$  的恒温热水。水对内壁面的对流传热系数为  $240\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ 。现在容器外表面复盖一层导热系数为  $0.16\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 、厚度为  $50\text{mm}$  的保温材料。保温层为  $10^{\circ}\text{C}$  的空气所包围，外壁对空气的联合传热系数为  $10\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ 。

试求：(1) 每小时从每  $\text{m}^2$  面积所损失的热量  $\text{kJ}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ；

(2) 容器内表面的温度  $T_w$  (钢材的导热系数为  $45\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )。

\*\*\*答案\*\*\*

$$1. \text{ 每小时散热量 } = 604.4\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1} \quad , \quad 2. T_w = 79.3^{\circ}\text{C}$$

10、

外径为  $100\text{mm}$  的蒸汽管外包一层厚  $80\text{mm}$ 、导热系数为  $\lambda[\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}]$  的绝缘材料，管外壁温度为  $t_1$ ，每米管长的热损失为  $Q[\text{W}\cdot\text{m}^{-1}]$ ，试求绝热层外壁温度  $t_2$  (设管外壁与绝热层接触良好)。

\*\*\*答案\*\*\*

$$t_2 = t_1 - 0.152Q/\lambda$$

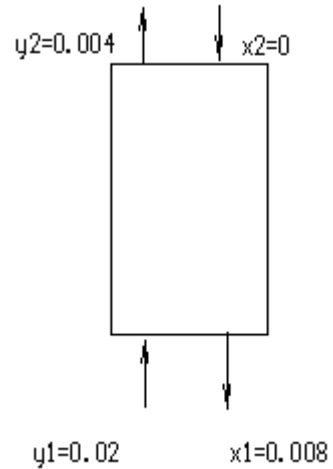
## 质量传递 (吸收)

1、

某厂有一填料层高为 3m 的吸收塔，用水洗去尾气中的公害组分 A。测得浓度数据如图，相平衡关系为  $y=1.15x$ 。试求：该操作条件下，气相总传质单元高度  $H_{OG}$  为多少 m？

\*\*\*答案\*\*\*

$$H_{OG} = 1.284\text{m}$$



2、

有一逆流填料吸收塔，塔径为 0.5m，用纯溶剂吸收混合气中的溶质。入塔气体量为  $100\text{kmol.h}^{-1}$ ，溶质浓度为 0.01（摩尔分率），回收率要求达到 90%，液气比为 1.5，平衡关系  $y=x$ 。试求：(1)液体出塔浓度；

(2)测得气相总体积传质系数  $K_y a = 0.10\text{kmol.m}^{-3}.\text{s}^{-1}$ ，问该塔填料层高度为多少？

\*\*\*答案\*\*\*

$$\textcircled{1} x_1 = 0.006, \quad \textcircled{2} h = 5.88\text{ m}.$$

3、

在总压  $P=500\text{ kN.m}^{-2}$ 、温度  $t=27^\circ\text{C}$  下，使含  $\text{CO}_2$  3.0%（体积%）的气体与含  $\text{CO}_2$  370  $\text{g.m}^{-3}$  的水相接触，试判断是发生吸收还是解吸？并计算以  $\text{CO}_2$  的分压差表示的传质总推动力。已知：在操作条件下，亨利系数  $E=1.73 \times 10^5\text{ kN.m}^{-2}$ ，水溶液的密度可取  $1000\text{kg.m}^{-3}$ ， $\text{CO}_2$  的分子量 44。

\*\*\*答案\*\*\*

发生脱吸作用， $\Delta P = P_e - P_{\text{CO}_2} = 11.16\text{ kN.m}^{-2}$



4、

在一填料塔中用清水逆流吸收混合于空气中的氨气。混合气体的流量为  $111 \text{ kmol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ ，氨浓度为 0.01（体积分率），要求回收率为 99%，水的用量为最小用量的 1.5 倍，操作条件下的平衡关系为  $Y=2.02X$ ， $K_Y a=0.0611 \text{ kmol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ （按摩尔比计算）

试求：(1)出塔的液相浓度  $X_1$ ，(2)气相总传质单元高度  $H_{OG}$ ，(3)所需填料层高度  $h$ 。

\*\*\*答案\*\*\*

①  $X_1 = 0.00333$ ，②  $H_{OG} = 0.50 \text{ m}$ ，③  $h = 5.37 \text{ m}$

5、

流率为  $0.04 \text{ kmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  的空气混合气中含氨 2%（体积%），拟用逆流吸收以回收其中 95% 的氨。塔顶喷入浓度为 0.0004（摩尔分率）的稀氨水溶液，采用液气比为最小液气比的 1.5 倍，操作范围内的平衡关系为  $y=1.2x$ ，所用填料的气相总传质系数  $K_Y a=0.052 \text{ kmol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \Delta y^{-1}$ 。

试求：(1)液体离开塔底时的浓度（摩尔分率）；(2)全塔平均推动力  $\Delta y_m$ ；(3)填料层高度。

\*\*\*答案\*\*\*

①  $x_1 = 0.01124$ ，②  $\Delta y_m = 0.00237$ ，③  $h = 6.17 \text{ m}$ 。

6、

含甲醇 15%（质量）的水溶液，其密度为  $970 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，试计算该溶液中甲醇的：(1)摩尔分率，(2)摩尔比分率，(3)质量比，(4)质量浓度，(5)摩尔浓度。

\*\*\*答案\*\*\*

(1)摩尔分率=0.090，(2)摩尔比=0.099，(3)质量比=0.176

(4)质量浓度= $145.5 (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$ ，(5)摩尔浓度= $4.55 (\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3})$

7、

在  $20^\circ\text{C}$  和  $760 \text{ mmHg}$ ，用清水逆流吸收空气混合气中的氨。混合气中氨的分压为  $10 \text{ mmHg}$ ，经吸收后氨的分压下降到  $0.051 \text{ mmHg}$ 。混合气体的处理量为  $1020 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ，其平均分子量为 28.8，操作条件下的平衡关系为  $y=0.755x$ 。若吸收剂用量是最小用量的 3 倍，求吸收剂的用量和气相总传质单元数。

\*\*\*答案\*\*\*

①  $L=2.254G=79.8 \text{ kmol} \cdot \text{h}^{-1}$ ，②  $N_{OG}=7.33$

8、

一逆流操作的常压填料吸收塔，用清水吸收混合气中的溶质 A，入塔气体中含 A 1%（摩尔比），经吸收后溶质 A 被回收了 80%，此时水的用量为最小用量的 1.5 倍，平衡线为  $Y=X$ ，气相总传质单元高度为 1m，试求填料层所需高度。

\*\*\*答案\*\*\*

$h=3.06\text{ m}$ 。

### 质量传递 (精馏)

1、

用常压精馏塔分离双组分理想混合物，泡点进料，进料量  $100\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$ ，加料组成为 50%，塔顶产品组成  $x_d=95\%$ ，产量  $D\approx 50\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$ ，回流比  $R=2R_{\min}$ ，设全塔均为理论板，以上组成均为摩尔分率。相对挥发度  $\alpha=3$ 。

求：1. $R_{\min}$ (最小回流比)，2.精馏段和提馏段上升蒸汽量，3.列出该情况下的精馏段操作线方程。

\*\*\*答案\*\*\*

1.  $R_{\min}=0.8$ ，2.  $V=V'=130\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$ ，3.  $y=0.615x+0.365$

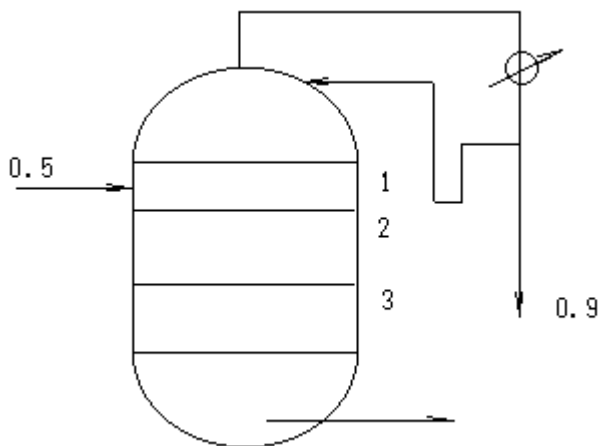
2、

某二元系统精馏塔在泡点下进料，全塔共有三块理论板及一个再沸器，塔顶采用全凝器，进料位置在第二块理论板上，塔顶产品组成  $x_d=0.9$  (摩尔分率)，二元系统相对挥发度  $\alpha=4$ ，进料组成为  $x_f=0.5$  (摩尔分率)，回流比  $R=1$  时，求：(1)离开第一块板的液相组成  $x_1$  为多少？(2)进入第一块板的气相组成  $y_2$  为多少？(3)两操作线交点的气液组成？

\*\*\*答案\*\*\*

(1)  $x_1=0.692$ ，(2)  $y_2=0.796$ ，

(3)  $x=0.5$ ， $y=0.7$



3、

苯和甲苯混合液含苯 0.4 (摩尔分率，下同)，流量为  $100\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$ ，于常压下进行连续精馏，要求塔顶  $x_D=0.9$ ，塔底  $x_W=0.0677$ ， $D=40\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$ ，原料于泡点下进入， $R$  为  $R_{\min}$  的 1.5 倍，已知操作条件下相对挥发度  $\alpha=2.47$  是常数。求：(1)精馏段操作线方程；(2) 提馏段操作线方程。

\*\*\*答案\*\*\*

(1)  $y_{n+1}=0.652x_n+0.313$ ，(2)  $y_{m+1}'=1.52x_m'-0.0353$

4、

某精馏塔用于分离苯—甲苯混合液，泡点进料，进料量  $30\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$ ，进料中苯的摩尔分率为 0.5，塔顶、底产品中苯的摩尔分率分别为 0.95 和 0.10，采用回流比为最小回流比的 1.5 倍，操作条件下可取系统的平均相对挥发度  $\alpha=2.40$ 。(1) 求塔顶、塔底的产品量；(2) 若塔顶设全凝器，各塔板可视为理论板，求离开第二块理论板的蒸汽和液体组成。

\*\*\*答案\*\*\*

$$y_2 = 0.910, \quad x_2 = 0.808$$

5、

有二元理想溶液，在连续精馏塔中精馏。原料液组成 50%（摩尔%），饱和蒸汽进料。原料处理量为每小时  $100\text{kmol}$ ，塔顶、塔底产品量各为  $50\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$ ，已知精馏段操作线方程为  $y=0.833x+0.15$ ，塔釜用间接蒸汽加热，塔顶采用全凝器，泡点回流。

试求：(1)塔顶、塔底产品组成（用摩尔分率表示）；(2)全凝器中每小时冷凝蒸汽量；

(3)蒸馏釜中每小时产生的蒸汽量。

\*\*\*答案\*\*\*

$$x_D = 0.90, \quad x_W = 0.1(\text{mol 分率}), \quad V = 300\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}, \quad V' = 200\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$$

6、

在连续精馏塔中，精馏段操作线方程  $y=0.75x+0.2075$ ，q 线方程式为  $y=-0.5x+1.5x_f$

试求：(1)回流比 R，(2)馏出液组成  $x_D$ ，(3)进料液的 q 值，

(4)当进料组成  $x_f = 0.5$  时，精馏段操作线与提馏段操作线交点处  $x_q$  值为多少？

(5)要求判断进料状态。

\*\*\*答案\*\*\*

$$\textcircled{1} R=3, \quad \textcircled{2} x_D = 0.83, \quad \textcircled{3} q=0.333, \quad \textcircled{4} x_q=0.434, \quad \textcircled{5} 0<q<1 \text{ 原料为汽液混合物}$$

7、

用一精馏塔分离二元混合物（相对挥发度  $\alpha=3$ ），处理量  $100\text{kmol}\cdot\text{h}^{-1}$ ，原料中含易挥发组分为 0.5（摩尔分率，下同）。汽液混合进料，且汽液摩尔数各占一半。操作回流比取最小回流比的 1.2 倍，得到塔顶产品组成  $=0.95$ ，塔底残液组成  $=0.05$ 。求提馏段上升蒸汽量。

\*\*\*答案\*\*\*

$$V'=70.75 \text{ kmol.h}^{-1}$$

8、

某连续精馏塔进料液中含易挥发组分 55%(摩尔百分数,下同) (与此相平衡的汽相组成为 75%), 要求塔顶产品含易挥发组分 95%, 饱和液体进料。

(1)求最小回流比。

(2)若加料板上液体组成与进料组成相同, 回流比为 1.5 时, 求进料板上一板流下的液体组成。

\*\*\*答案\*\*\*

$$R_{\min}=1, \quad x_o=0.62$$

## 反应工程

1、

在实验室研究某一化学反应，最初采用一个间歇操作的三角烧瓶，知其中进行的反应是一级不可逆反应，反应  $t$  小时后，转化率达到 99%。若要改为连续化操作并适当放大，选用一个理想混合的连续搅拌釜，物料在釜内的停留时间仍为  $t$  小时，反应速度常数仍保持不变，试计算此反应器的最终平均转化率。

\*\*\*答案\*\*\*

$$x = 0.822$$

2、

用硫酸为催化剂，把 CHP 分解成苯酚和丙酮的反应是一级反应，今在一间歇反应锅中进行反应，当反应经历 30[s] 时取样分析 CHP 的转化率为 90%，试问若转化率达 99%，还需要多少时间？

\*\*\*答案\*\*\*

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 30 \text{ [S]}$$

3、

某一级反应： $A \rightarrow B + C$ ，在体积为  $V_R$  的管式反应器中进行，当 A 的处理量为  $F_{V0} \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$  时，转化率可达 60%。若 A 的处理量减至原来的一半，其他反应条件均不变，转化率可达多少？

\*\*\*答案\*\*\*

$$X_A' = 84\%$$

4、

有如下分解反应： $A \rightarrow B + C$ ，该反应为一级不可逆反应，已知在反应温度 328K 时，反应速度常数  $k = 0.23 \text{ [s}^{-1}]$ ，A 的起始浓度  $C_{A0} = 1.00 \text{ [mol} \cdot \text{dm}^{-3}]$ ，若要求转化率达到 90%，试计算 A 的日处理量  $F_{V0} = 189 \text{ [m}^3]$  的两个串联理想搅拌釜的总体积。

\*\*\*答案\*\*\*

$$V_R = 0.021 \text{ [m}^3] \text{ , } \Sigma V_R = 0.042 \text{ [m}^3]$$

5、

在连续搅拌釜中进行均相一级反应,  $r_A = k_c C_A$ 。试确定反应物 A 的日处理量为 150kg 时, 所需反应器的体积。已知在反应温度 1603K 时,  $k_c = 0.8[\text{h}^{-1}]$ , A 的转化率为 0.97,  $\rho_A = 900[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$ 。

\*\*\*答案\*\*\*

$$V_R = 0.28 [\text{m}^3]$$

6、

某间歇反应器中进行某一级反应,  $t$  [s] 时间后, 转化率达到 50%。在相同条件下, 要求转化率达到 99.9%, 需要多少时间?

\*\*\*答案\*\*\*

$$t_2 = 10 t_1 = 10t [\text{s}]$$

7、

在一有效容积为 0.2 [L] 的管式反应器中进行某一级反应, 当体积流量为  $0.04 [\text{L} \cdot \text{min}^{-1}]$  时, 测得其出口转化率为 0.6。问当体积流量为  $0.02 [\text{L} \cdot \text{min}^{-1}]$  时, 出口转化率为多少?

\*\*\*答案\*\*\*

$$X_{A2} = 0.84$$

8、

某液相二级反应,  $A+B \rightarrow C+D$ , 其动力学方程为  $r_A = k_c C_A^2$ , 已知 A 与 B 的进料速率相等, 原料 A 的浓度为  $10[\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3}]$ , 总流量为  $0.2[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$ , 反应条件下  $k_c = 0.6[\text{m}^3 \cdot \text{kmol}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$ , 欲使转化率达 90%。

试求: (1) 在管式反应器中进行时, 反应器体积。 (2) 在连续搅拌釜中进行时, 反应器体积。

\*\*\*答案\*\*\*

$$(1) V_R = 0.6[\text{m}^3], \quad (2) V_R = 6[\text{m}^3]$$