

青 岛 科 技 大 学

二〇一二年硕士研究生入学考试试题

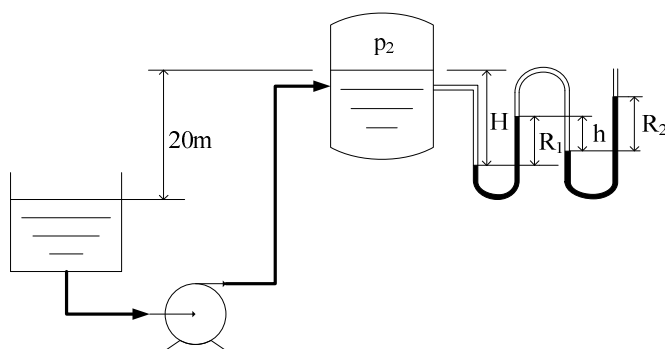
考试科目：化工原理

- 注意事项：1. 本试卷共 7 道大题（共计 29 个小题），满分 150 分；
2. 本卷属试题卷，答题另有答题卷，答案一律写在答题卷上，写在该试题卷上或草纸上均无效。要注意试卷清洁，不要在试卷上涂划；
3. 必须用蓝、黑钢笔或签字笔答题，其它均无效。

一、（20 分）如附图所示，用离心泵将 10000kg/h 的乙醇-水溶液（乙醇的质量分率为 0.9）从低位敞口贮槽输送至高位槽，两槽内液面维持恒定。高位槽上装有以水银为指示液的复式 U 形管压差计，来测量液面上方气体的压强。已知该 U 形管压差计的读数为 $R_1=350\text{mm}$ ， $R_2=450\text{mm}$ ， $H=800\text{mm}$ ， $h=100\text{mm}$ ，两指示剂之间以及指示剂与容器之间的流体与输液管路内流体相同，U 形管外端与大气相通。输送管道为 $\phi 50 \times 2.5\text{mm}$ 的钢管，总长 50m（包括所有局部阻力的当量长度），管壁的绝对粗糙度为 0.2mm。高位槽内液面高出低位槽液面 20m，离心泵的效率为 0.7。乙醇和水的摩尔质量分别为 46kg/kmol 和 18kg/kmol，密度分别为 789kg/m^3 和 998kg/m^3 ，溶液黏度为 $1.4\text{mPa}\cdot\text{s}$ ，水银的密度为 13500kg/m^3 。过渡流和湍流时的摩擦系数 λ 采用如下的 Chen 公式计算：

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{\varepsilon/d}{3.7065} - \frac{5.0452 \lg A}{\text{Re}} \right), \text{ 其中 } A = \frac{(\varepsilon/d)^{1.1098}}{2.8257} + \frac{5.8506}{\text{Re}^{0.8981}}$$

试求：（1）高位槽液面上方的操作压力 p_2 ；（2）泵的轴功率；（3）若管道内径减至原有的 1/2，其他条件不变，则管道内的流动阻力损失变为原来的多少倍？



题一附图

二、(10 分) 含尘炉气进入一降尘室中除去其中所含的矿尘。降尘室长 5m，宽 2m，高 4m。气体温度为 200℃，常压，黏度为 0.034mPa·s，摩尔质量为 29kg/kmol，其密度可按理想气体来计算，操作条件下的气体体积流量为 70000m³/h。矿尘密度为 2100kg/m³。要求净化后的炉气中不含粒径大于 60μm 的矿尘颗粒。

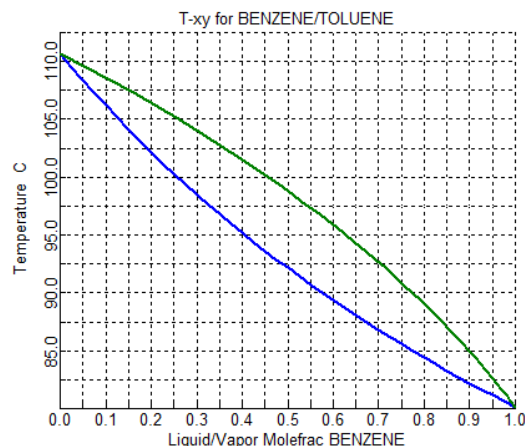
试求：(1) 粒径为 60μm 的矿尘颗粒在炉气中的沉降速度；(2) 在该降尘室内需要设置多少层水平隔板？(3) 若气体温度降至 40℃，则粒径为 60μm 的矿尘的沉降速度变为原来的多少倍？已知 40℃时气体的黏度为 0.055mPa·s。

三、(20 分) 某生产工艺中需要设计一单壳程、多管程的列管换热器，用 20℃的水将 9000kg/h 的液体由 120℃冷却至 50℃，该液体的比热容为 1.5kJ/(kg·℃)。水走管程，比热容为 4.2 kJ/(kg·℃)，密度为 1000kg/m³，黏度为 1mPa·s，导热系数为 0.6W/(m·℃)，出口温度为 30℃。总传热系数 K 依经验取为 500W/(m²·℃)，污垢热阻忽略不计，热损失忽略不计。

试求：(1) 所需的水流量；(2) 若温度差校正系数 $\phi_{\Delta t}=0.85$ ，计算该换热任务所需的换热面积；(3) 若选择一个单壳程、四管程的列管换热器（外壳直径为 400mm，列管直径为 $\phi 25 \times 2.5$ mm，长 3m，管子总数为 86）进行上述换热，计算此时水侧的对流传热系数；(4) 若该换热器壳体外表面温度为 85℃，在其外包扎一层 100mm 厚、导热系数为 0.08W/(m·℃) 的保温层，保温层外表面温度为 40℃，计算每米壳长通过保温层的散热损失。

四、(20 分) 在连续常压精馏塔中分离苯-甲苯混合液。原料液在泡点下进入塔内，流量为 2000kg/h，组成为 0.4（苯的质量分率，下同）。要求馏出液中苯的回收率为 93.3%，釜液中甲苯的回收率为 58.6%。塔顶采用全凝器，饱和液体回流，回流比为 2.2。常压下苯-甲苯溶液的 t-x/y 相图见本题附图。该物系可看作理想物系，苯的摩尔质量为 78kg/kmol，甲苯的摩尔质量为 92 kg/kmol。

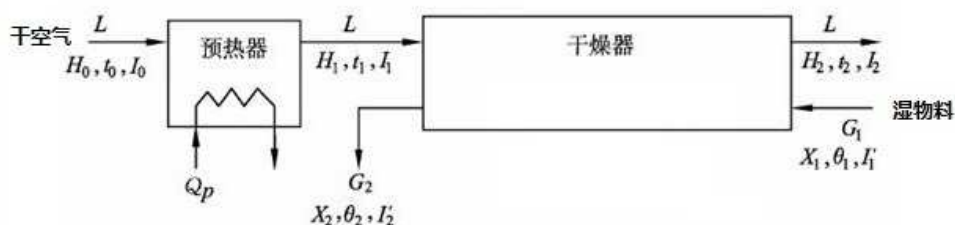
试求：(1) 塔顶、塔釜产品和进料的摩尔流量和摩尔组成；(2) 利用本题附图计算苯-甲苯物系在塔顶和塔釜间的平均相对挥发度；(3) 采用逐板计算法计算该塔所需的理论板层数；(4) 已知塔顶馏出液的汽化热为 393kJ/kg，塔釜采出液的汽化热为 363kJ/kg，计算塔顶全凝器和塔釜再沸器的热负荷（忽略热损失）。



题四附图

五、(20 分) 在一直径为 1.2m 的逆流吸收塔中，用水吸收混于空气中的甲醇蒸气。甲醇吸收的平衡关系服从亨利定律，亨利系数 $E=24.1\text{kPa}$ ，气膜吸收系数 $k_G=1.7 \times 10^{-5}\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa})$ ，液膜吸收系数 $k_L=2.4 \times 10^{-5}\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kmol}/\text{m}^3)$ 。进塔气体含甲醇 5.2%（体积），要求吸收率为 95%，操作温度为 30°C ，常压操作，进塔液体为纯水。已知单位时间流过塔的惰性气体量为 $52\text{kmol}/\text{h}$ ，气相总体积吸收系数 $K_Y a=0.05\text{kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ ，吸收剂用量为理论最小用量的 1.5 倍。水的密度为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ，摩尔质量为 $18\text{kg}/\text{kmol}$ 。试求：（1）该吸收过程为气膜控制还是液膜控制？（2）出塔液体组成 X_1 ；（3）所需填料层高度。

六、(20 分) 在常压下将含水量为 6%（湿基，下同）的湿物料以 $5700\text{kg}/\text{h}$ 的流量送入干燥器中，干燥产品的含水率为 0.3%，干燥流程如本题附图所示。所用加热空气的温度为 20°C ，湿度为 $0.01\text{kg}(\text{水})/\text{kg}(\text{绝干气})$ 。该加热空气被预热到 120°C 后进入干燥器，废气出口温度为 75°C ，忽略预热器向周围的热损失。设干燥过程为理想等焓干燥过程。试求：（1）绝干空气的用量；（2）预热器的热负荷；（3）将干燥器出口的废气在 101.3kPa 的恒定总压下冷却到 40°C ，计算每千克干空气所能析出的水分量（ 40°C 时水的饱和蒸汽压为 7.38kPa ）；（4）干燥器的热效率（忽略湿物料中水分带入系统中的焓）。



题六附图

七、简答题（每题 5 分，共 40 分）

1. 局部阻力损失的计算方法有哪些？
2. 离心泵安装时，为什么必须限制其安装高度？
3. 什么是沉降操作？
4. 列管式换热器设计时应考虑哪些问题？
5. 恒沸精馏和萃取精馏的原理是什么？
6. 什么是气体的溶解度？温度和压力对其有何影响？
7. 什么是塔板负荷性能图？
8. 通过恒定干燥条件下的干燥速率曲线，可以将干燥过程分为哪几个阶段？