

河北工业大学 2012 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A]卷

科目名称 化工原理

科目代码 854 共 3 页

适用专业、领域 化工过程机械、化学工程、化学工艺、化学工程（专业学位）

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、(34 分，每空 2 分，答案写在答题纸上，写在试题册上无效！) 填空题

(1)、垂直管路中流动着某流体，在 A、B 两截面间连接一支 U 型管压差计，管径一致时，U 型管压差计读数表达\_\_\_\_\_，也表达\_\_\_\_\_。

(2)、在离心泵操作时，出现输送量严重下降，真空表读数显示真空度低，可判断发生了\_\_\_\_\_现象。

(3)、用离心泵将江水送至敞口高位槽，现江水水位上升，而管路装置未变，则离心泵的扬程\_\_\_\_\_，流量\_\_\_\_\_。

(4)、旋风分离器的内径为 1m，进入旋风分离器的含尘气体线速度为 20m/s，\_\_\_\_\_  $\mu\text{m}$  的尘粒与 36 $\mu\text{m}$  的同密度尘粒在重力沉降室的沉降速度相同（保留 1 位小数）。

(5) 小型过滤实验发现：滤饼（非产品）的比阻大，且压缩性指数较高。那么，在过滤装置设计中，指出其中的两种有效加快过滤速率的途径：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(6) 在换热管的外侧开沟槽常可提高冷凝给热系数，其原因可理解为\_\_\_\_\_。

(7) 冷回流可使塔的分离效果好于泡点回流情形，其原因可解释为\_\_\_\_\_。

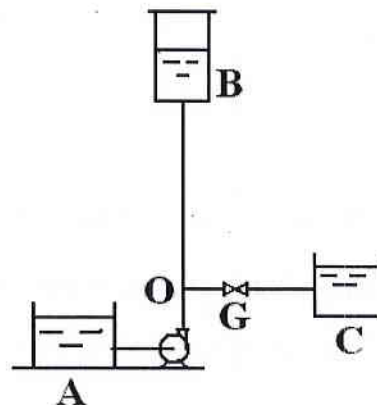
(8) 说明回流比变化对设计的精馏装置经济性的影响趋势：\_\_\_\_\_。

(9) 调整板式塔设计得到的负荷性能图，其它条件不变，板间距增加，则雾沫夹带线\_\_\_\_\_，漏液线\_\_\_\_\_。

(10) 在单级萃取操作中，增加 S/F（溶剂比），溶质的回收率\_\_\_\_\_，其后续工序的脱溶剂费用将\_\_\_\_\_。

(11) 在萃取操作中，降低操作温度，液-液平衡相图中，两相区域面积\_\_\_\_\_，从这个角度讲有利于萃取操作；但另一方面，过程的传质速率可能下降，其原因可理解为\_\_\_\_\_。

二、(共 20 分) 如图所示的输水系统, 流动一直处于阻力平方区, 管子均为  $\Phi 57 \times 3.5 \text{ mm}$ , 管路摩擦因数为 0.03, 离心泵的特性曲线方程为  $H_e = 58 - 0.05 q_v^2$  ( $q_v$  的单位为  $\text{m}^3/\text{h}$ )。自敞口储槽 A 液面至分支点 O 间的阻力当量长度为 20m, 自 O 至高位槽 B 液面间的阻力当量长度为 50m, 槽 B 液面上方静压强为 0.3MPa (表压)。A 槽液面与 O 间的高度差为 2m, A 槽液面与 B 槽液面的高度差为 12m。求解:



(1)、(14 分) 调小阀门 G 的开度, 使管路流向为  $O \rightarrow B$ , OB 支路流量为  $7.2 \text{ m}^3/\text{h}$ , 求此时泵的有效功率及 OC 支路的流量。

(2)、(6 分) 调大阀门 G 的开度, 使管路流向为  $B \rightarrow O$ , BO 支路流量为  $7.2 \text{ m}^3/\text{h}$ , 求此时泵的有效功率及 OC 支路的流量。

三、(共 24 分) 单程管壳式换热器的管程走冷却水, 壳程的有机饱和蒸汽被冷凝并进而被冷却, 冷、热流体呈逆流流动, 换热管规格为  $\Phi 25 \times 2.5 \text{ mm}$ , 管内流速为  $2 \text{ m/s}$ 。冷却水的进、出口温度分别为  $30^\circ\text{C}$ 、 $40^\circ\text{C}$ ; 蒸汽流量为  $6000 \text{ kg/h}$ , 蒸汽饱和温度为  $80^\circ\text{C}$ , 出口温度为  $40^\circ\text{C}$ , 其汽化潜热及液态比热容分别为  $850 \text{ kJ/kg}$ 、 $2.1 \text{ kJ}/[\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}]$ 。壳程冷凝及液体流动的对流给热系数分别为  $1200 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$ 、 $600 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$ , 管壁热阻及两侧污垢热阻忽略。水的物理性质: 密度、比热容、粘度、导热系数分别为  $1000 \text{ kg/m}^3$ 、 $4.18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 、 $1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、 $0.65 \text{ W}/[\text{m} \cdot ^\circ\text{C}]$ 。求解:

(1)、(5 分) 用水量;

(2)、(4 分) 换热管数目;

(3)、(5 分) 管程对流给热系数;

(4)、(10 分) 管长 (圆整到 10mm 数量级)。

四、(共 21 分) 某精馏系统, 原料液流量为  $100 \text{ kmol/h}$ , 初始温度为  $30^\circ\text{C}$ , 组成为 0.35 (易挥发组分摩尔分率, 下同), 其与塔底液体产品通过原料预热器换热后进入精馏塔。已知塔底液体产品进入原料预热器的进、出口温度分别为  $110^\circ\text{C}$ 、 $50^\circ\text{C}$ , 其比热容  $[\text{kJ}/(\text{kmol} \cdot ^\circ\text{C})]$  是原料比热容  $[\text{kJ}/(\text{kmol} \cdot ^\circ\text{C})]$  的 0.9 倍。塔顶产品纯度要求 0.99, 回收率 99.5%, 塔顶泡点回流, 其回流比为 1.35, 全塔平均相对挥发度为 1.8。已知原料液泡点温度为  $95^\circ\text{C}$ , 其汽化潜热和比热容分别为  $38000 \text{ kJ/kg}$ 、 $90 \text{ kJ}/(\text{kmol} \cdot ^\circ\text{C})$ 。求解:

(1)、(3 分) 塔顶产品流量、塔底产品流量及组成;

(2)、(4 分) 进料热状况参数;

(3)、(6分) 精馏段及提馏段操作线方程;

(4)、(4分) 塔顶第一块理论板下两流股的组成;

(5)、(4分) 与未预热相比, 原料预热后进塔操作方式的节能百分率。

五、(共 20 分) 某填料吸收塔, 塔内径为 2.0m, 要求溶质的吸收率 98%。吸收剂用量及组成分别为 200 kmol/h、0.0005 (溶质摩尔分率, 下同)。第一股原料气的流量及组成分别为 100 kmol/h、0.05; 第二股原料气的流量及组成分别为 150 kmol/h、0.01。在操作范围内的气-液平衡关系为  $y_e=0.78x$ , 填料的总体积传质系数为  $0.05 \text{ kmol}/(\text{s}\cdot\text{m}^3)$ 。填料塔的流体力学状况良好。

(1)、(10分) 将两股原料气混合后自该塔塔底进料, 计算所需填料的有效高度。

(2)、(7分) 第一股原料气自塔底进料, 而第二股原料气自塔中的恰当位置进料, 计算此时所需填料的有效高度。

(3)、(3分) 文字解释或图示表达为什么上述两种方式下所需填料的有效高度不同。

六、(共 16 分) 采用常压干燥系统干燥某种湿物料, 干燥系统由预热器及干燥器组成。已知干燥器的生产能力 (以干燥产品计) 为 54kg/h, 进预热器前空气的状态为: 温度 20℃、湿度 0.01kg/kg 干气; 进干燥器前温度 120℃, 出干燥器后空气的状态为: 温度 70℃、湿度 0.05kg/kg 干气。湿物料的含水量由 20% (湿基) 干燥至 5% (湿基), 忽略湿物料进、出干燥器的焓变, 干燥系统的热损失也忽略。求解:

(1)、(4分) 绝干空气用量;

(2)、(4分) 预热器的热负荷;

(3)、(5分) 向干燥器补充的热量;

(4)、(3分) 干燥系统的热效率。

七、(共 15 分, 每题 5 分) 实验题

(1)、指出离心泵特性曲线测定实验中需要测定的参数, 并指出选用的仪表。

(2)、采用管壳式换热器考察传热系数与冷、热流体流量的关系, 说明需测定那些数据, 并指出数据处理方法。(实验时冷热流体种类及流量一致)

(3)、测定干燥曲线及干燥速率曲线的间歇实验中, 指出何谓恒定的干燥条件, 如何保证?