

河北工业大学 2010 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 852 共 3 页适用专业 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、填空题（共 36 分，每空 1 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

1、自高位槽经管路向地面设施供水，设流动一直处于完全湍流区。管路长度不变，当管径增加后，流体流量_____，全部阻力损失_____。

(上升，不变，下降，不能确定)

2、某水平直管中，输水时的流量为 q_v ，输油时的流量也为 q_v ，油的密度是水的 0.75 倍，油的粘度是水的 1.5 倍。当油为层流流动时，其阻力损失为输送水时的_____倍；当油为完全湍流流动时，其阻力损失为输送水时的_____倍。

3、现从地面储罐通过离心泵向常压高位容器输水，若对地面储罐液面上方施加压力，其它条件不变，则离心泵的流量_____，压头_____，有效功率_____。

(上升，不变，下降，不能确定)

4、下列各因素中，与过滤常数无关的是_____和_____。

(滤饼空隙率；过滤时间；滤浆固含量；操作压差；过滤面积；滤饼的压缩性。)

5、板框过滤机恒压过滤 τ 时间后滤饼充满滤框，得滤液 V 。现板框过滤机滤框厚度减半，其它条件不变，当滤饼充满滤框时的过滤时间为_____ τ ；得到的滤液量为_____ V 。(忽略滤布阻力)

6、含尘气体在降尘室中除尘，其质量流量恒定，仅温度上升，而其它条件不变，则颗粒的沉降速度_____，气体的停留时间_____，除尘效率_____。

(增加，不变，下降，不能确定)

7、旋风分离器入口含尘气体的切向速度为 20 m/s，旋风分离器内径为 1m，则离心分离因数为_____。(重力加速度取 10m/s^2)

8、在套管式换热器中，环隙走饱和水蒸气，管内为被加热的空气，设饱和水蒸气供应充足。已知空气进口温度恒定，当空气的质量流量增加时，换热器的换热量_____，空气出口温度_____。

(提高，不变，下降，不能确定)

9、工业上使用管壳式换热器时，需确定流体其走管程还是壳程。通常，黏度大的流体宜走_____；高压流体宜走_____。

10、工业上，调节精馏塔的回流比常采用调节_____来实现。适宜回流比的选择需综合考虑_____和_____，以取得经济上的优化。

11、低浓度易溶气体的逆流吸收，若仅增加吸收剂用量为原来的 1.5 倍，而不改变其它条件，则此塔的气相传质单元高度_____，吸收率_____。

(提高，不变，下降，不能确定)

12、填料塔的流体力学状况对塔的分离效果至关重要，举出三种不正常的操作工况：_____、_____、_____。

13、板式塔和规整填料塔的选择问题。相对挥发度小的体系，宜选择_____；多侧线采出，宜选择_____。

14、某单级萃取过程，已知萃取后的E相组成 $(y_A, y_S) = (21\%, 61\%)$ ，R相组成 $(x_A, x_S) = (12\%, 43\%)$ ，又知E相与R相的质量相等，则溶质A的分配系数为_____，溶剂S的选择性系数为_____，萃取过程的溶剂/原料 $(S/F) =$ _____。

15、比较多级错流萃取与多级逆流萃取：平衡级数及要求的萃取率相同，则多级错流萃取所采取的 S/F (溶剂/原料) _____ 多级逆流萃取所采取的 S/F 。

(大于，等于，小于，不能确定)

16、用热空气干燥某湿物料，其它条件不变，当空气相对湿度增加时，恒速阶段的干燥速率_____，临界含水量_____，平衡含水量_____。

二、(共 22 分)用离心泵将清水从低位水池(常压)送入高位容器，两液面间的液位差为 20m，高位槽液面上方的静压强为 200 kPa(表压)。两容器间所有阻力的当量长度为 100m(出口阀门全开)，管内径为 32mm。流动处于阻力平方区， $\lambda=0.030$ 。泵的特性曲线为： $H_e=100-8 \times 10^6 q_v^2$ (q_v 的单位为 m^3/s)，泵的效率一直为 60%。求解：

(1) (10 分)离心泵的流量、有效压头及轴功率。

(2) (4 分)保持管路不变，通过改变泵的转速使流量增加为原来的 115%，求离心泵的压头及轴功率。

(3) (4 分)保持离心泵转速不变，通过管路改造而使流量增加为原来的 115%，求离心泵的压头及轴功率。

(4) (4 分)请提出管路改造的一种具体办法(注意原来流量下出口阀门已开至最大)。本问题中，你倾向于改变管路途径，还是改变离心泵转速途径，为什么？

三、(共 20 分)一管壳式冷凝器，换热管规格为 $\phi 25\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ ，有效长度为 3.0 m。有机蒸汽流量为 5000 kg/h，饱和温度为 90°C ，汽化潜热为 720 kJ/kg。冷却水走管程，比热容为 4.19 kJ/(kg $\cdot^\circ\text{C}$)，进、出口温度分别为 30°C 、 45°C 。蒸汽冷凝给热系数为 1200 W/($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)，管程侧污垢热阻为 0.0005 ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/W，此时管程的对流给热系数为 1800 W/($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)，蒸汽侧污垢热阻及管壁热阻忽略。管程一直为强制湍流流动。计算：

(1) (4 分)基于换热管外表面的总传热系数；

(2) (3 分)冷却水用量；

(3) (5 分)换热管根数(圆整为整数)；

(4) (8 分)当蒸汽流量增加到 6000 kg/h，不改变换热器，冷却水进口温度不变。为完成此任务，某位员工提出无需更换或改造换热器，只需将冷却水流量增加到原来的 2 倍即可。通过计算说明该员工提出的办法是否可行？

四、(共 18 分)在某板式精馏塔中分离 A、B 两组分构成的混合物，两组分相对挥发度为 2.75。进料量为 100 kmol/h，进料组成为 0.45 (轻组分摩尔分率，下同)， 30°C 下冷进料。塔顶产品回收率为 99.4%，塔底组

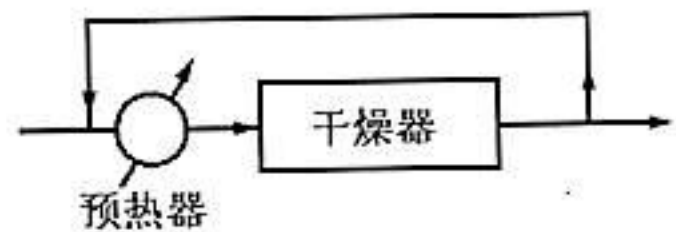
成 0.005。已知精馏段的液/汽比为 3/4，进料组成下的泡点温度为 110°C，进料液的比热容为 105kJ/(kmol·°C)，汽化潜热为 42000kJ/kmol。计算：

- (1) (5 分) 塔顶产品流量及组成，塔底产品流量；
- (2) (2 分) 回流比；
- (3) (3 分) 进料热状况参数；
- (4) (4 分) 提馏段的汽、液流量；
- (5) (4 分) 塔顶第 1 块理论板下两流股的组成。

五、(共 20 分) 在逆流操作的吸收塔中用清水吸收混合气中的氨，混合气流率 $G=0.02\text{kmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，氨的摩尔分数为 0.01，要求氨的吸收率为 96%，已知吸收剂用量为最小用量的 1.3 倍，气相总体积传质系数 $K_y a=0.025\text{kmol}/(\text{m}^3\cdot\text{s})$ ，且 $K_y a \propto G^{0.8}$ ，操作条件下的气液平衡关系 $y^*=1.25x$ 。求解：

- (1) (5 分) 液体用量；
- (2) (7 分) 填料层高度；
- (3) (3 分) 混合气的组成不变，流量加大。保持液气比前提下增加吸收剂用量，结果氨的吸收率下降，请给予解释。
- (4) (5 分) 混合气的组成不变，流量加大，保持液气比前提下增加吸收剂用量，并辅之以设备改造可保持氨的吸收率不变，指出可行的设备改造办法。你倾向于那种办法，为什么？

六、(共 19 分) 某常压操作的干燥器，新鲜空气的初始温度为 20°C，初始湿度为 0.005kg/kg 干气。将干燥器出口气体的 1/2 返回至预热器入口与新鲜空气一同被加热后进入干燥器。为保证干燥产品质量，空气进入干燥器的温度不得高于 90°C，出干燥器的温度为 70°C。干燥器为理想干燥器。试求：



- (1) (13 分) 蒸发每千克水分所需要的新鲜空气质量；
- (2) (3 分) 蒸发每千克水分预热器的供热量；
- (3) (3 分) 干燥器的热效率。

七、实验题 (共 15 分，每题 5 分。)

- 1、在直管流动阻力测量实验中，为了使 Re 的测试范围尽可能宽，针对测量仪表的选择写出要点，并加以说明。
- 2、指出恒压过滤常数的测定原理：采用板框式过滤机过滤，写出简要步骤。
- 3、全回流下精馏测定板式塔的全塔效率，从操作角度指出影响全塔效率的因素。