

大连理工大学二〇〇三 年硕士生入学考试

第 1 页

《 化工原理及实验 》 试题

共 4 页

注: 试题必须注明题号答在答题纸上, 否则试卷作废!

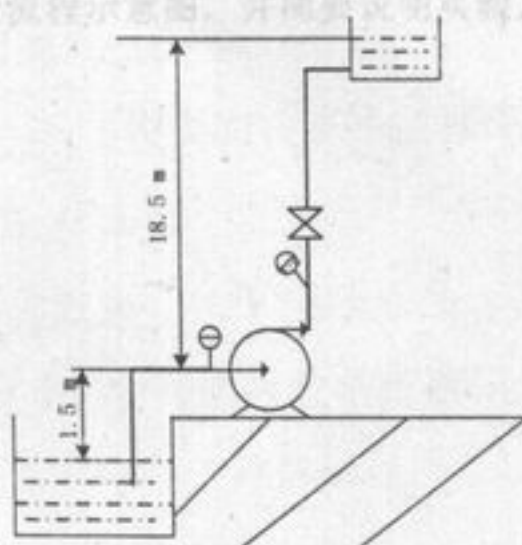
一、填空 (45 分)

1. 流体流动的两种基本类型为\_\_\_\_\_, 判断流体流动类型的无因次数群 (特征数) 是\_\_\_\_\_。
2. 在重力场中, 流体的机械能衡算方程的适用条件是\_\_\_\_\_。
3. 流体流动过程中, 影响摩擦因子的两个无因次数群 (特征数) 是\_\_\_\_\_, 在层流区, 摩擦因子与\_\_\_\_\_有关, 在完全湍流区, 摩擦因子与\_\_\_\_\_有关。
4. 一般说来, 随着流量的增大, 离心泵的压头将\_\_\_\_\_, 轴功率将\_\_\_\_\_。
5. 离心泵的流量调节方法有两种, 一种是\_\_\_\_\_, 另一种是改变离心泵的\_\_\_\_\_。
6. 流化床中流体流速应控制在\_\_\_\_\_范围内。
7. 傅立叶定律表明, 导热传热通量与\_\_\_\_\_成正比, 其比例系数一般称为\_\_\_\_\_。
8. 对填料塔气膜控制的逆流吸收过程, 如其它操作条件不变, 将气液流量同比例减少, 则气体出塔组成  $y_2$  将\_\_\_\_\_, 液体出塔组成  $x_1$  将\_\_\_\_\_。
9. 温度升高时, 气相分子扩散系数将\_\_\_\_\_, 液相分子扩散系数将\_\_\_\_\_。
10. 多级萃取的优点是\_\_\_\_\_, 缺点是\_\_\_\_\_。
11. 间歇精馏塔只有\_\_\_\_\_段, 当在回流比恒定条件下操作时, 随操作时间增加, 塔顶产品组成  $x_D$ \_\_\_\_\_, 塔顶温度\_\_\_\_\_。
12. 某精馏塔塔顶上升蒸汽组成为  $y$ , 温度为  $T$ , 经全凝器冷凝到泡点温度  $t$ , 部分回流液入塔, 其组成为  $x$ , 则  $y$  \_\_\_\_\_  $x$ ,  $T$  \_\_\_\_\_  $t$ 。
13. 精馏塔设计时, 若进料组成  $z_F$ 、塔顶、塔底产品组成  $x_D$ 、 $x_W$  和进料热状态参数  $q$  及回流比  $R$  均不变, 只增大进料量  $F$ , 则所需的塔径\_\_\_\_\_, 所需的理论板数\_\_\_\_\_。
14. 将不饱和空气在间壁式换热器中进行加热, 使温度由  $t_1$  升高至  $t_2$ ,

则其湿球温度  $t_w$  \_\_\_\_\_、露点温度  $t_d$  \_\_\_\_\_、相对湿度  $\phi$  \_\_\_\_\_、湿度  $H$  \_\_\_\_\_。

二、(20 分) 如图所示, 采用离心泵将  $20^\circ\text{C}$ 、 $45\text{m}^3/\text{h}$  的水从水池送至高位水槽, 已知吸入管路的总长度 (包括局部阻力的当量长度, 下同) 为  $50\text{m}$ , 出口阀半开时排出管线的总长度为  $270\text{m}$ , 吸入管线和排出管线的尺寸均为  $\Phi 108 \times 4$ , 管内流体流动的摩擦因子为  $0.024$ , 其它数据如图所示, 试求:

- 1 泵入口处真空表读数为多少,
- 2 管路中泵的压头、有效功率及轴功率 (泵的效率可取为  $70\%$ );
- 3 若该泵的特性曲线可以表示为  $H = 50.15 - 0.01 Q^2$  (压头  $H$  的单位为  $\text{m}$ , 流量  $Q$  的单位是  $\text{m}^3/\text{h}$ ), 试求泵出口阀全开时 (此时泵排除管线包括局部阻力当量长度在内的总长度为  $100\text{m}$ ) 的流量和压头。
- 4 定性分析出口阀由半开到全开时泵出口压力表和入口真空表的变化情况, 并图示泵工作点的变化。



第二题附图

三、(10 分) 拟用一板框过滤机在恒压下过滤某悬浮液, 要求在  $1.5$  小时内得到  $2\text{m}^3$  滤液, 已知过滤常数  $K=5 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{h}$ , 过滤介质阻力可忽略不计, 试求:

- 1 若用尺寸为  $900 \times 900 \times 30 \text{mm}$  的板框, 则需要滤框和滤板各多少;
- 2 过滤终了时, 用  $0.4\text{m}^3$  的洗涤水进行洗涤, 洗涤水的粘度与滤液粘度相同, 洗涤压力差与最终过滤压力差相同, 则洗涤时间为多少;
- 3 过滤辅助时间为  $0.5$  小时, 则该过滤机的生产能力为多少。

四、(19 分) 有一单管程列管换热器, 传热面积为  $40\text{m}^2$  (按外表面积计), 共有  $\Phi 25 \times 2.5$  的传热管  $86$  根, 现用该换热器以循环水冷却流量为  $28000\text{kg/h}$  的石油产品, 石油产品走壳程, 循环水走管程, 两流体逆流换

热。实际测得石油产品的进、出口温度分别为  $90^{\circ}\text{C}$  和  $50^{\circ}\text{C}$ , 冷却水的进、出口温度分别是  $25^{\circ}\text{C}$  和  $40^{\circ}\text{C}$ , 已知石油产品的比热容为  $C_{ph}=2.8\text{kJ/kg}$ , 水的有关物性分别为:

密度  $\rho=995\text{ kg/m}^3$       比热容  $C_p=4.17\text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$   
 粘度  $\mu=0.80\times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{S}$       导热系数  $\lambda=0.618\text{ W/(m}\cdot^{\circ}\text{C)}$

试求:

- 1 冷却水用量;
- 2 该换热器总传热系数;
- 3 管程和壳程的传热膜系数(又称表面传热系数)(可忽略两侧的污垢热阻和管壁热阻);
- \*4 (注:单考考生及报考化机专业的考生可不答该小题)由于污垢积累,石油产品的出口温度升高,为使石油产品出口温度仍为  $50^{\circ}\text{C}$ ,需增加冷却水量使得冷却水的出口温度为  $35^{\circ}\text{C}$  时,石油产品出口温度达到  $50^{\circ}\text{C}$ ,估算两侧污垢热阻之和为多少(各物性数据可视为不变,忽略管壁热阻)。

五、(19 分)在塔径为  $0.6\text{m}$  的常压填料吸收塔中,以洗油为吸收剂逆流吸收煤气中的苯蒸汽。已知进塔混合气量为  $916\text{m}^3/\text{h}$  (标准状态),其中含苯  $3\%$  (摩尔百分比),要求苯回收率为  $98\%$ ;进塔洗油中不含苯,其用量是最小溶剂用量的  $1.5$  倍。已知操作条件下的平衡关系为  $y_e=0.15x$ , 气相

总体积传质系数  $K_y a=162\text{ kmol/(m}^3\cdot\text{h)}$ , 试求:

1. 洗油用量 ( $\text{kmol/h}$ );
2. 出塔洗油中苯的摩尔分率;
3. 完成分离任务所需的填料高度;
4. 每小时回收苯多少千克?
- \*5. (注:单考考生及报考化机专业的考生可不答该小题)若填料层高度无限高时,出塔气、液相组成各为多少?

六、(19 分)拟用连续精馏塔分离苯-甲苯混合物,塔顶设全凝器,塔底设再沸器,在常压下操作。已知进料流量为  $1000\text{kmol/h}$ , 含苯  $0.4$  (摩尔分率,下同),要求塔顶馏出液中含苯为  $0.95$ , 苯的回收率不低于  $90\%$ 。泡点进料,泡点回流,回流比为最小回流比的  $2$  倍。在操作条件下苯、甲苯的平均相对挥发度为  $2.5$ , 试求:

1. 塔顶、塔底产品的流量和塔底产品组成;
2. 最小回流比;
3. 写出精馏段操作线和提馏段操作线方程;

4. 从塔顶往下数第二块理论板下降液体的组成。

七、(10 分) 在一常压绝热干燥器内干燥某湿物料, 现用温度为  $30^{\circ}\text{C}$ 、湿度为  $0.01\text{kg}$  水/ $\text{kg}$  干空气的新鲜湿空气, 经间壁式预热器预热至  $120^{\circ}\text{C}$  后进入干燥器, 离开干燥器的废气温度为  $70^{\circ}\text{C}$ 。干燥器的生产能力为  $600\text{kg/h}$  (按干燥产品计), 进入干燥器的湿物料含水量为  $10\%$  (湿基, 下同), 产品含水量为  $2\%$ , 若干燥过程可视为理想干燥过程, 试求:

1. 干燥过程蒸发水量;
2. 绝干空气消耗量;
3. 在  $t-H$  图上定性地绘出空气的状态变化过程。

参考公式:

$$I = (1.01 + 1.88H)t + 2490H \quad \text{kJ/kg 干空气}$$

八、(8 分) 设计一孔板流量计或文氏管流量计校正实验, 说明所需的设备、仪器、仪表, 绘出实验流程示意图, 并简要说明实验方法。