

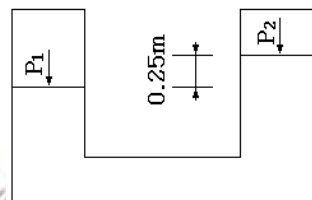
2007 年中国石油大学（华东）化工原理考研试题 B

注意：考生在本试卷或草稿纸上答题无效。所有试题答案必须标明题号，按序写在专用答题纸上。以下是试题内容：

一、填空选择题（40 分，除特出注明外，每空一分）

1. （2 分）东营当地大气压力为 761mmHg，某设备要求在绝压 0.5at 下操作，则该设备的真空度应为\_\_\_\_\_Pa。

2. （2 分）如题图所示 U 形管密闭容器，内装有密度为  $600\text{kg/m}^3$  的液体，两侧液面高度差为 0.25m，则两侧液面上方压力差  $p_2-p_1$  为\_\_\_\_\_kPa。



第 2 题图

3. （2 分）导致离心泵发生气缚的主要原因是\_\_\_\_\_。
4. 离心泵的工作点是由管路特性曲线和泵特性曲线决定的；离心泵工作点的调节可通过改变管路特性曲线或泵特性曲线实现。调节阀门开度改变泵工作点是通过调节\_\_\_\_\_特性曲线实现的。
5. 往复式气体压缩机的一个循环包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_四个过程。
6. 往复式气体压缩机的压缩比增大，其容积系数将\_\_\_\_\_，气体出口温度降\_\_\_\_\_。
7. 液体的粘度随着温度的上升而\_\_\_\_\_；气体的粘度随着温度的升高而\_\_\_\_\_。
8. 以下流量计中可以用来测量管路中流体的速度分布的流量计是\_\_\_\_\_。
- A. 孔板流量计    B. 文丘里管流量计    C. 转子流量计    D. 皮托管流量计
9. 在重力场中发生的沉降过程中，\_\_\_\_\_不是沉降速度的影响因素。
- A. 流体的流速    B. 颗粒的几何形状    C. 颗粒的大小    D. 流体物理性质
10. 要使降尘室的处理量加倍，操作温度、操作压力及原料气体性质保持不变；要维持原操作条件下的分离效果，不宜采用的措施是\_\_\_\_\_。
- A. 将降尘室长度加倍    B. 将降尘室的高度加倍
- C. 将降尘室的宽度加倍    D. 在原降尘室内高度方向中部加装一水平隔板
11. 提高真空转筒过滤机的转速，转筒上的滤饼厚度将\_\_\_\_\_；过滤机的生产能力将\_\_\_\_\_。
12. 板框式压滤机在进行有洗涤的恒压过滤过程时，其最佳操作周期必须满足\_\_\_\_\_条件。
13. 固体流态化过程中的两种不正常操作现象是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 以空床速度表达的流化床的正常操作范围是介于\_\_\_\_\_速度和\_\_\_\_\_速度之间。

14. 下列叙述正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 所有固体的导热系数都随温度上升而增大；    B. 所有液体的导热系数都随温度上升而增大；
- C. 所有气体的导热系数都随温度的上升而增大；    D. 以上全不对。

15. 饱和蒸汽冷凝过程中存在两种冷凝状态, \_\_\_\_\_ 冷凝的对流传热系数 > \_\_\_\_\_ 冷凝的对流传热系数。工业上多采用 \_\_\_\_\_ 冷凝方式。

16. 以下论述正确的是 \_\_\_\_\_。

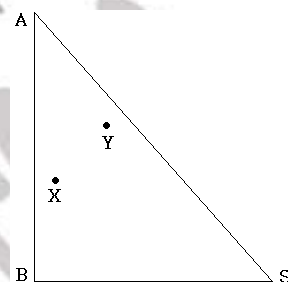
- A. 对于任何物体  $\alpha = \varepsilon$  都成立;                      B 对于任何物体  $\alpha_\lambda = \varepsilon_\lambda$  都成立;  
C. 对于任何物体  $\alpha$  是物体的自身性质, 仅与物体的自身温度相关;  
D.  $\alpha_\lambda$  是物体的自身性质, 它受物体自身温度和辐射源物体温度的共同影响。

17. 气体吸收过程是 \_\_\_\_\_ 过程的逆过程; 一般前者操作温度 \_\_\_\_\_ 后者; 前者操作压力 \_\_\_\_\_ 后者 (填 “大于”、“等于” 或 “小于”)。

18. (2 分) 逆流吸收塔用纯溶剂吸收混合气体中的溶质。若原料气中  $Y_b=3\%$  (摩尔比, 下同), 相平衡关系为  $Y^*=2X$ ; 问液气比等于 1 时最大吸收率为 \_\_\_\_\_ %。

19. (2 分) 如图所示, X 和 Y 两点中, 其萃取剂和稀释剂量的比

值关系为:  $\left(\frac{S}{B}\right)_X$  \_\_\_\_\_  $\left(\frac{S}{B}\right)_Y$ 。



第 32 题图

20. 写出常见的三种塔板的名称 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_。

二、简答和实验题 (每题 15 分, 共计 30 分)

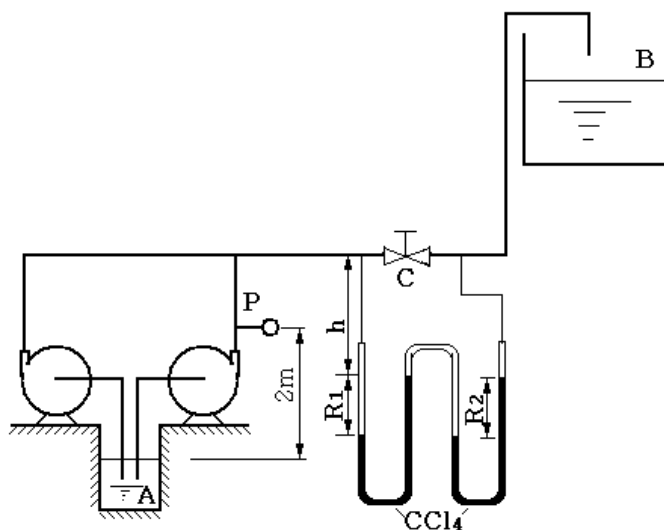
1. 试设计一套实验装置用于测定在特定温度和压力下离心泵性能曲线。

要求:

- 1) 画出实验装置的简图;
- 2) 列出主要设备名称;
- 3) 实验中应测定的数据;
- 4) 必要的数据处理过程。

2. 试画出塔板负荷性能图, 标注构成负荷性能图的几条线的名称, 并以 F1 型浮阀为例说明各条线绘制依据; 标出操作点, 用阴影表示适宜操作范围; 写出操作弹性的表达式。

三、(20 分) 如右图所示, 用清水泵将池 A 中的水输送到高位槽 B 中, 单台泵的特性曲线可用  $H=25-0.004Q^2$  表达, 式中  $Q$  的单位为  $\text{m}^3/\text{h}$ , 吸入管路的阻力损失为 4m 水柱, 泵出口处装有压力表, 泵的阻力损失及泵出口至压力表的阻力可忽略。管路规格为  $\Phi 57 \times 3.5\text{mm}$  的钢管。管路 C 处装有一个调节阀, 调节阀在某一开度时的阻力系数  $\zeta = 5.0$ , 两 U 型管压差计读数  $R_1=900\text{mm}$ ,  $R_2=800\text{mm}$ , 指示液为  $\text{CCl}_4$



(密度  $\rho_0=1600\text{kg}/\text{m}^3$ ), 连通管指示液面上充满水, 水的密度  $\rho=1000\text{kg}/\text{m}^3$ 。

试求: ①单台泵工作时管路中水的流量为多少?

②单台泵工作时泵出口处压力表读数为多少?

③并联一台相同型号的离心泵, 写出并联后泵的特性曲线方程;

④若并联后管路特性曲线方程为  $H_e=13.5+0.006Q_e^2$ , 式中  $Q_e$  的单位为  $\text{m}^3/\text{h}$ , 求并联后输水量为多少  $\text{m}^3/\text{h}$ ?

四、(20 分) 用水冷却套管换热器环隙中的水蒸气, 换热器内管为  $\Phi 25 \times 2.5\text{mm}$  的钢管 (导热系数  $\lambda=45\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ), 水在内管的流速以  $u$  ( $\text{m}/\text{s}$ ) 表示。在相隔半年的两个时间内分别测得基于内管外表面积的总传热系数为:

$$\text{新购进时: } \frac{1}{K_o} = 0.00012 + \frac{0.00027}{u^{0.8}}$$

$$\text{半年后: } \frac{1}{K_o} = 0.000464 + \frac{0.00027}{u^{0.8}}$$

假定换热器热损失可以忽略不计。试计算当管内水流速为  $2\text{m}/\text{s}$  时:

①新购进时水的对流传热系数  $\alpha_i$  及水蒸气侧的对流传热系数  $\alpha_o$ ;

②使用半年后, 污垢热阻占总热阻的百分数;

③试分析讨论强化该传热过程的主要途径。

计算中水的物性参数可取为:  $\rho=1000\text{kg}/\text{m}^3$ ,  $C_p=4.18\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ,

$\mu=1\text{cP}$ ,  $\lambda=0.6\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

五、(20 分) 在一内有  $5\text{m}$  填料的逆流吸收塔中, 用煤油为溶剂吸收混合气中的  $\text{CCl}_4$ , 单位塔

截面上混合气体的摩尔流量为  $140 \text{ kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ , 混合气体中  $\text{CCl}_4$  的初始浓度为 0.05 (摩尔分率, 下同), 入塔煤油中不含  $\text{CCl}_4$ ; 在操作条件下物系相平衡关系为  $Y^* = 0.5X$ , 以摩尔比为推动力计算的气相体积总传质系数  $K_{Ya}$  为  $150 \text{ kmol}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ , 操作液气比  $L/V = 1.5 (L/V)_{\min}$ 。

试求: ①该塔  $\text{CCl}_4$  的吸收率 (初始值可选 0.995, 相对误差不大于  $10^{-4}$ );

②因溶剂再生出现问题, 使得溶剂未冷却到规定的温度, 入吸收塔煤油的温度升高, 导致相平衡关系变为  $Y^* = 0.7X$ , 若仍维持在原液气比下操作, 试计算  $\text{CCl}_4$  吸收率的变化。

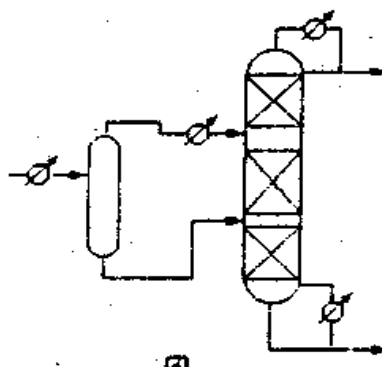
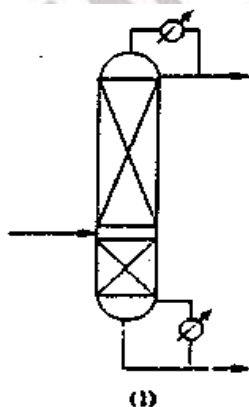
六、(20 分) 某厂需分离乙苯 (分子量为  $106 \text{ kg}/\text{kmol}$ ) / 苯乙烯 (分子量为  $104 \text{ kg}/\text{kmol}$ ) 二元体系, 拟建一座处理能力为 16 万吨/年的精馏塔 (按年开工时间 8000 小时计算)。要求该塔塔顶乙苯的回收率不小于 95% (塔底苯乙烯的回收率不小于 96%, 塔顶采用全凝器提供泡点回流, 塔底有再沸器,  $R = 1.5R_{\min}$ 。在塔操作的温度压力范围内体系平均相对挥发度为 1.5。考虑到苯乙烯组分易于聚合, 全塔压降不宜太高, 初步拟定该塔采用规整填料。填料制造商提供的规整填料 HETP 为 0.4m。Gilliland 关联图可用下式表示:

$$Y = \frac{N - N_{\min}}{N + 1} = 0.75(1 - X^{0.567}), \quad X = \frac{R - R_{\min}}{R + 1}$$

$$\text{其中: } N_{\min} + 1 = \frac{\lg \left[ \left( \frac{x_D}{x_W} \right) \cdot \left( \frac{1 - x_W}{1 - x_D} \right) \right]}{\lg \alpha}$$

①如果进料为乙苯的浓度为 50% 摩尔分率的泡点进料, 见图 (1), 试求:

a. 塔顶、塔底乙苯组成及流量 ( $\text{kmol}/\text{h}$ ); b. 试求精馏段和提馏段所需的填料高度



②如果对进料加热, 并进行闪蒸, 闪蒸后的气液相摩尔比为 1:1, 将气相冷凝到泡点后与液相分别进入塔内, 见图(2)。在分离要求不变的条件下, 操作回流比维持不变时求两股进料间塔段的操作线方程。