

## 04 硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：化工原理

适用专业：化学工程、化学工艺、生物化工、应用化学、工业催化、环境工程

所有试题答案写在答题本上，答案写在试卷上无效

### 一、填空（40分）

1. 水由敞口恒液位的高位槽通过一管道流向压力恒定的反应器（流动不处于阻力平方区），当管道上的阀门开度减小后，水流量将（1），摩擦系数（2），管道总阻力损失（3）。
2. 处于同一水平面的流体，维持等压面的必要条件是（4）、（5）、（6）。
3. 在某高原地区（大气压强为 680mmHg），用一台允许吸上真空高度为 4.4m 的离心水泵从井中吸水，若泵体与水面的垂直距离为 3.5m，此泵（7）。  
A. 操作正常    B. 发生气蚀    C. 电动机超载    D. 泵出口压力过高
4. 当两台同型号的离心泵串联操作时，与单台泵的操作比较其扬程（8），排量（9）。
5. 除去某粒径的颗粒时，若降尘室的高度增加一倍，则沉降时间（10），气流速度（11），生产能力（12）。
6. 正常操作的气固流化床，其气速应大于（13）速度，小于（14）速度。水平管气力输送气速的下限是（15）速度，垂直管气力输送气速的下限是（16）速度。

7. 饱和蒸汽冷凝时,  $\Delta t$  越大,  $\alpha$  越 (17); 液体核状沸腾时,  $\Delta t$  越大,  $\alpha$  越 (18)。
8. 在列管换热器中, 蒸汽一般通入 (19) 程, 压力高的物料则走 (20) 程。
9. 涡流扩散系数与分子扩散系数的本质区别是: 当  $T$ 、 $P$ 、物系一定时, 分子扩散系数 (21) (是、不是) 物性常数, 该系数与 (22) 相关; 而涡流扩散系数 (23) (是、不是) 物性常数, 与 (24) 相关。
10. 在逆流操作的填料解吸塔中, 若降低解吸气进塔的溶质浓度, 其它操作条件不变。

考试科目: 化工原理

共 4 页 第 2 页

则 (25)。(单项选择)

- A. 液相、汽相出塔浓度均下降      B. 汽相出塔浓度上升, 溶质回收率增大  
C. 液相出塔浓度下降, 溶质回收率下降      D. 汽相出塔浓度下降, 溶质回收率下降

11. 亨利定律的表达式之一为  $P = Ex$ , 若某气体在水中的  $E$  值很大, 说明该气体为 (26) 溶气体, 传质阻力通常集中在 (27) 膜, 此时气体流量的大小及其端动程度对传质总阻力的影响 (28) (大、小、不确定)。

12. 精馏塔设计时, 进料量  $F$ 、进料组成  $x_F$ 、进料冷凝分率  $q$ 、塔顶产品量  $D$ 、塔顶产品组成  $x_D$ 、回流比  $R$  均为定值, 若降低塔顶回流液的温度, 则完成分离任务所需的理论板数将 (29)。(增加、减少、不变、不确定)

13. 分离要求一定, 当回流比一定时, 在五种进料状况中, (30) 进料的  $q$  值最大, 此时, 提馏段操作线与平衡线之间的距离 (31), 分离所需的总理论板数 (32)。

14. 当原料组成、料液量、压力和最终温度都相同时, 用简单蒸馏和平衡蒸馏 (闪蒸) 的方法对二元理想溶液进行分离, 其结果是: 得到的馏出物浓度  $x_{D, \text{简单}}$  (33)  $x_{D, \text{平衡}}$ , 得到的馏出物总量  $D_{\text{简单}}$  (34)  $D_{\text{平衡}}$  ( $>$ 、 $<$ 、 $=$ )。

15. 在  $B-S$  部分互溶体系的单级萃取过程中, 若加入的萃取剂量增加 ( $S_{\min} < S < S_{\max}$ ), 其它操作条件不变, 则萃取液浓度 (35)。(升高、降低、不变、不确定)

16. 板式塔的类型很多, 在生产中应用最多的是 (36) 塔板和 (37) 塔板; 评价塔板性能的指标有很多, 对不同情况下有不同的侧重点, 对减压精馏塔通常强调 (38) 要小, 对沸点差小的物系通常强调 (39) 要高, 而对于操作负荷经常变化的情况往往强调 (40) 要大。

## 二、(20 分)

需将  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  的水送至塔顶, 塔顶压力为  $0.5 \text{ kgf/cm}^2$  (表), 与取水池水面的高度差为  $10 \text{ m}$ ;  $20^\circ\text{C}$  时水的粘度取  $\mu = 1 \text{ cP}$ ; 输水管为  $\phi 89 \times 4 \text{ mm}$ 、长  $18 \text{ m}$ , 管路局部阻力系数  $\sum \zeta = 13$

(阀全开, 不包括出口阻力); 摩擦系数为:  $\lambda = 0.01227 + 0.7543/\text{Re}^{0.38}$ 。试求:

- (1) 输送所需的理论功率 (kW);
- (2) 一泵的特性曲线可近似用下式表示:

$$\text{扬程: } H = 22.4 + 5Q - 20Q^2 \quad (\text{m})$$

$$\text{效率: } \eta = 2.5Q - 2.1Q^2$$

式中  $Q$  的单位为  $\text{m}^3/\text{min}$ 。求出最高效率点的效率并评价此泵的适用性。如适用, 求调节阀消耗的功率增加多少?

### 三、(15 分)

有一板框过滤机, 在一定压力下过滤某种悬浮液。当滤渣完全充满滤框时的滤液量为  $10 \text{ m}^3$ , 过滤时间为  $1 \text{ h}$ 。随后在相同压力下, 用 10% 滤液量的清水 (物性可视为和滤液相同) 洗涤, 每次拆装需时间  $8 \text{ min}$ , 且已知在这一操作中  $V_e = 1.5 \text{ m}^3$ 。

- (1) 求该机的生产能力, 以  $\text{m}^3$  (滤液) /  $\text{h}$  表示;
- (2) 如果该机的每一个滤框厚度减半, 长宽不变, 而框数加倍, 仍用同样的滤布, 洗涤水量不变, 但拆装时间增为  $15 \text{ min}$ 。试问: 在同样操作条件下进行上述过滤, 则生产能力将变为多少  $\text{m}^3$  (滤液) /  $\text{h}$ ?

(过滤基本方程:  $V^2 + 2VV_e = KA^2\tau$ )

## 四、(20 分)

有一单程列管式冷凝器，安有  $\phi 25 \times 2.5\text{mm}$ ，长 2m 的钢管 60 根。水蒸汽在管间冷凝，冷凝温度为  $100^\circ\text{C}$ 。冷却水走管内，流量为  $50\text{m}^3/\text{h}$ ，其进、出温度分别为  $20^\circ\text{C}$  和  $40^\circ\text{C}$ 。

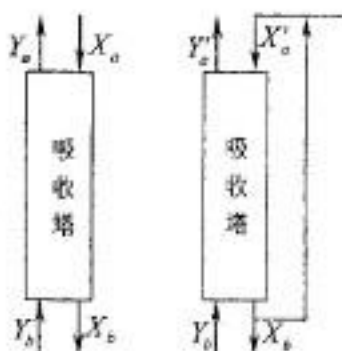
(1) 试计算此冷凝器的总传热系数  $K_o$ ；

(2) 在保持原来冷凝量的前提下，为节约水，要求冷却水量减少一半。今拟将水侧由单程改为 4 程。设管壁两侧的污垢热阻及管外蒸汽冷凝热阻均忽略不计，换热器热损失不计，试通过计算说明该方案从传热原理上是否可行。

计算中取水的平均物性为： $C_p = 4.187\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ， $\rho = 996\text{kg}/\text{m}^3$ ， $\mu = 1\text{cP}$ 。



某吸收塔用  $25\text{mm} \times 25\text{mm}$  的钢制鲍尔环作填料，充填高度为  $6\text{m}$ ，塔径为  $1\text{m}$ ，用清水逆流吸收空气中的丙酮 ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ) 蒸汽 (图 a 所示)。已知入塔混合气的流量为  $3000\text{m}^3/\text{h}$ ，其中丙酮含量  $y_b$  为  $0.05$  (摩尔分率，下同)，塔顶逸出废气中丙酮含量  $y_a$  为  $0.005$ ，塔底液体中每千克水中带有  $60\text{g}$  丙酮，操作在  $101.3\text{kPa}$ 、 $25^\circ\text{C}$  下进行，物系的相平衡关系为  $Y = 2X$ 。



(a)

(b)

试求：(1) 该塔的气相总体积传质系数  $K_y a$ ；

(2) 每小时回收的丙酮量 ( $\text{kg/h}$ )；

(3) 若为了增加该填料塔的液相喷淋密度，将塔底液体中抽出一股与塔顶清水混合加入 (图 b 所示)。循环溶剂量是新鲜溶剂量量的  $1/10$ ，假定  $Y_b$ 、 $X_b$  与混合气量等条件不变，吸收过程为气相阻力控制，求所需的填料层高与原来的填料层高的比值。

## 六、(28分)

在连续精馏塔内分离某二元理想混合物，已知进料量  $F = 60\text{ kmol/s}$ ，进料组成  $x_F = 0.4$  (摩尔分率，下同)，进料为饱和蒸汽，塔顶产品的组成  $x_D = 0.95$ ，塔底产品的组成  $x_W = 0.1$ ，体系相对挥发度  $\alpha = 3$ ，塔顶采用全凝器取热，泡点回流，回流比  $R = 2R_{\min}$ ，塔底采用再沸器加热。试求：

(1) 塔顶产品量和塔底产品量；

(2) 该塔的提馏段操作线方程；

(3) 如果再沸器因长期使用而结垢，请问会对塔顶、塔底产品的质量造成什么影响？应该采取什么措施？