

---

**中国科学院大学**  
**2013 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题**  
**科目名称：化工原理**

**考生须知：**

1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
  2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上均一律无效。
  3. 可以使用无字典存储和编程功能的计算器。
- 

**一. 单选题（每题2分，共20分）**

1. 液体在两截面间的管道内流动时，其流动方向是（ ）  
A. 从位能大的截面流向位能小的截面；  
B. 从静压能大的截面流向静压能小的截面；  
C. 从动能大的截面流向动能小的截面；  
D. 从总能量大的截面流向总能量小的截面。
2. 改变离心泵出口阀门开度时，下列各项不会发生改变的是（ ）  
A. 管路特性曲线；            B. 泵的特性曲线；  
C. 管路所需压头；            D. 工作点。
3. 含尘气体通过一水平放置的边长为 4m，宽为 2m，高为 1m 的除尘室，若颗粒的沉降速度为 0.2m/s，则该降尘室的处理能力为（ ）  
A. 0.4 m<sup>3</sup>/s；    B. 0.8 m<sup>3</sup>/s；    C. 1.6 m<sup>3</sup>/s；    D. 2.4 m<sup>3</sup>/s。
4. 用板框过滤机过滤某矿浆，该板框过滤机的过滤面积为 50 m<sup>2</sup>，滤饼厚度为 30mm，当滤饼充满滤室时，过滤得到的滤饼总体积为（ ）  
A. 1.5 m<sup>3</sup>；    B. 0.75 m<sup>3</sup>；    C. 0.5 m<sup>3</sup>；    D. 0.375 m<sup>3</sup>。
5. 在中央循环管式蒸发器中蒸发某溶液，加热所用饱和蒸汽温度为140℃，蒸发

产生的二次蒸汽温度为 $86^{\circ}\text{C}$ ，总温差损失为 $12^{\circ}\text{C}$ ，则该蒸发器的有效温度差为( )

A.  $74^{\circ}\text{C}$ ; B.  $66^{\circ}\text{C}$ ; C.  $54^{\circ}\text{C}$ ; D.  $42^{\circ}\text{C}$ 。

6. 在操作的吸收塔中，用清水逆流吸收混合气体中的溶质，在其它条件都不变时仅降低入塔气体的浓度，则吸收率将( )

A. 增大; B. 降低; C. 不变; D. 不确定。

7. 对于精馏过程，若保持  $F, q, \bar{V}$  (塔釜上升蒸汽量)不变，而增大回流比  $R$ ，则塔顶产物流率  $D$  ( )

A. 增大; B. 减小; C. 不变; D. 不能确定。

8. 穿过三层平壁的定态导热过程，已知各层温差为 $\Delta t_1=30^{\circ}\text{C}$ ， $\Delta t_2=20^{\circ}\text{C}$ ， $\Delta t_3=10^{\circ}\text{C}$ ，则第一层热阻  $R_1$  和第二、三层热阻  $R_2$  及  $R_3$  的关系为( )

A.  $R_1 > (R_2+R_3)$ ; B.  $R_1 = (R_2+R_3)$ ; C.  $R_1 < (R_2+R_3)$ ; D.  $R_1 = (R_2-R_3)$ 。

9. 用纯溶剂单级萃取，进料组成  $x_F$  及萃余相组成  $x_R$  一定，若溶质分配系数  $k_A$  增大时，则所需溶剂比  $S/F$  ( )

A. 增大; B. 不变; C. 减小; D. 不确定。

10. 关于湿球温度与绝热饱和温度，下列叙述错误的是( )

A. 湿球温度是传热和传质速率均衡的结果，绝热饱和温度是热量和物料衡算导出的;

B. 湿球温度属于静力学范围，而绝热饱和温度属于静力学范围;

C. 湿球温度表达了气体入口状态已确定时与之接触的液体温度的变化极限;

D. 对于空气-水系统，可认为湿球温度与绝热饱和温度相等。

## 二. 填空题 (每空1分, 共30分)

1. 流体流动中受到的力可分为\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_两种。

2. 流量  $q_v$  增加一倍，孔板流量计的阻力损失为原来的\_\_\_\_\_倍，转子流量计的阻力损失为原来的\_\_\_\_\_倍。

3. 加快过滤速率原则上\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_以及\_\_\_\_\_三种途径。

4. 适用于高粘度液体的搅拌器有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。

5. 根据冷、热流体的接触情况，工业上的传热过程可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_及

---

\_\_\_\_\_三种基本传热方式。

6. 固体颗粒在气体中自由沉降时所受的力有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。固体颗粒的自由沉降分为\_\_\_\_\_阶段和\_\_\_\_\_阶段。
7. 蒸发过程的节能方式主要有：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_及\_\_\_\_\_等。
8. 对于接近常压的低浓度溶质的气液平衡系统，当总压增加时，亨利系 $E$ \_\_\_\_\_，相平衡常数 $m$ \_\_\_\_\_， $H$ \_\_\_\_\_（增大、减小、不变）。
9. 板式塔操作过程中，可能出现的不正常操作现象有：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。
10. 在总压为101.3 kPa下，将不饱和湿空气由温度 $t_1$ 降至温度 $t_2$ 时，该湿空气的湿度 $H$ 将\_\_\_\_\_，相对湿度 $\phi$ 将\_\_\_\_\_，露点 $t_d$ 将\_\_\_\_\_（增大、减小、不变）。

### 三. 简答题（共30分）

1. 何谓量纲分析法，量纲分析法的基础是什么？（4分）
2. 采用离心泵从地下贮槽中泵送液体，原本操作正常的离心泵本身完好，但无法泵送液体，试分析导致故障的可能原因。（4分）
3. 过滤过程典型的操作方式有哪种？各种操作方式的特点及其基本方程式是什么？（4分）

---

4. 蒸发操作中，引起沸点升高的主要原因有哪几种？（4分）

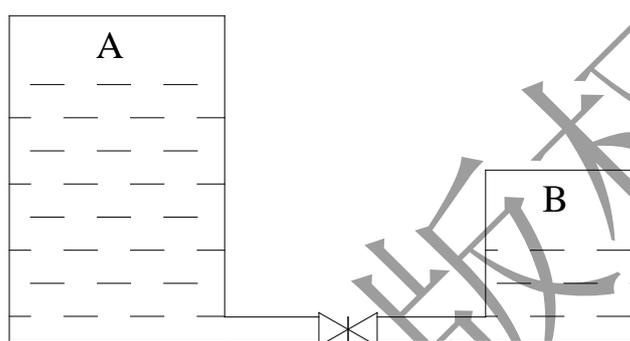
5. 试简述精馏过程中  $q$  值（加料热状态参数）大小代表的加料状态。（5分）

6. 液体沸腾时有两个阶段，分别是什么，工业过程一般控制在哪个阶段？工业上为强化沸腾给热一般采取什么方法？（5分）

7. 分配系数  $k_A < 1$  是否说明所选择的萃取剂不合适？在萃取操作中，如何判断某溶剂进行萃取分离的难易与可能性？（4分）

#### 四. 分析计算题 (共70分)

1. 如图所示, 两敞口贮槽的底部在同一水平面上, 二者底部由一内径为 75 mm, 长为 200 m 的水平管和局部阻力系数为 0.17 的全开闸阀彼此相连, A 贮槽直径为 7 m, 盛水深度为 7 m, B 贮槽直径 5 m, 盛水深为 3 m, 若将闸阀全开。试求 (共 12 分): (1) A 贮槽的水平面与 B 贮槽水平面相平时水槽的水深 (3 分); (2) 当 A 贮槽水面降低至 6m 所需的时间 (9 分)。(设管道摩擦系数  $\lambda = 0.02$ , 液体自 A 贮槽向 B 贮槽移动时, 两槽内液面上升或下降的速率忽略不计)



2. 体积流量为  $0.95 \text{ m}^3/\text{s}$ , 温度为  $20^\circ\text{C}$ , 压强为  $9.81 \times 10^4 \text{ Pa}$  的含尘气体在进入反应器之前需进入除尘室除尘, 并将气体温度预热至  $260^\circ\text{C}$  (预热前后气体压强不变)。已知气体中尘粒的密度  $\rho_s = 1800 \text{ kg/m}^3$ , 除尘室的底面积为  $60 \text{ m}^2$ ;  $20^\circ\text{C}$  时气体密度  $\rho = 1.205 \text{ kg/m}^3$ , 气体粘度  $\mu = 1.81 \times 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ,  $260^\circ\text{C}$  时气体密度  $\rho = 0.6622 \text{ kg/m}^3$ , 气体粘度  $\mu = 2.79 \times 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。试求 (共 10 分):

- (1) 若先预热后进入除尘室除尘, 理论上可全部除去的最小颗粒直径 (6 分);
- (2) 若先除尘后预热, 为保证除去的最小颗粒直径不变, 则气体流量需为多少? (4 分)

3. 有一台由 200 根管束组成的单程列管式换热器, 管径为  $\phi 25\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ 。管内流体流量为  $50000 \text{ kg/h}$ , 其平均比热容为  $4.5 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ , 将其由  $20^\circ\text{C}$  加热到  $70^\circ\text{C}$ , 管内侧的对流传热系数为  $1.0 \text{ kW}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ 。管外为  $110^\circ\text{C}$  饱和蒸汽, 该蒸汽经换热后冷凝为同温度的水, 冷凝的传热系数为  $11 \text{ kW}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ , 管壁的导热系数  $\lambda_s = 15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ 。试求(12 分):

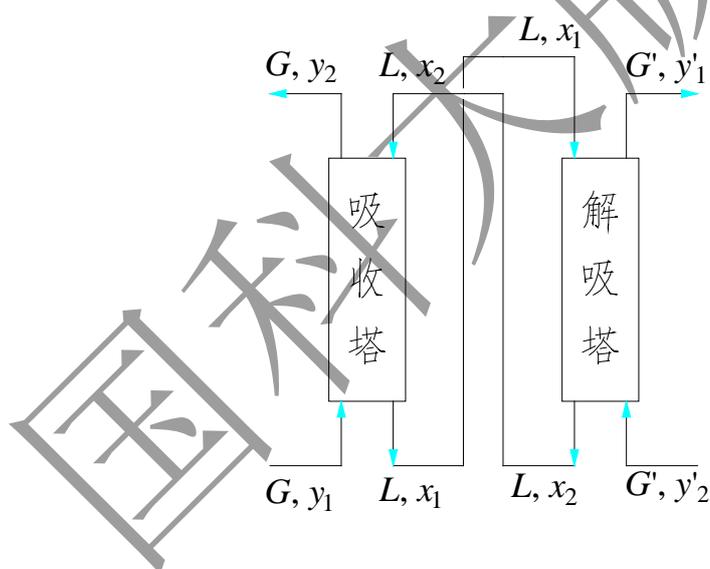
(1) 换热器的有效长度(6分);

(2) 若换热器改为  $\phi 19\text{mm} \times 2\text{mm}$  的细管, 流量、总管数和管长均不变, 求流体的出口温度(6分)。

4. 如图所示的低浓度气体吸收—解吸系统, 已知吸收塔的传质单元高度  $H_{OG}=0.4\text{ m}$ , 解吸塔的传质单元高度为  $H'_{OG}=1.0\text{ m}$ , 处理气体量  $G=1000\text{ kmol/h}$ , 吸收剂循环量  $L=150\text{ kmol/h}$ , 解吸气体流量  $G'=300\text{ kmol/h}$ , 各有关浓度如下:  $y_1=0.015$ ,  $y'_1=0.045$ ,  $y'_2=0$ ,  $x_2=0.005$ , 吸收系统的相平衡关系为  $y_e=0.15x$ , 解吸系统的相平衡关系为  $y'_e=0.6x$ 。试求 (14分):

(1) 吸收塔的填料层高度  $H$  及解吸塔填料层高度  $H'$  (7分);

(2) 若在实际操作中, 解吸气体流量变为  $G'=250\text{ kmol/h}$ , 则吸收塔中气体的回收率  $\eta$  为多少 (7分)? (设  $L$ 、 $G$ 、 $y_1$ 、 $y_2$ 、 $H_{OG}$ 、 $H'_{OG}$  均不变)



5. 在一常压连续精馏塔中分离易挥发组分 A, 已知原料液流量为  $100\text{ kmol/h}$ , 进料组成为 0.4(A 摩尔分率), 泡点进料, 泡点回流, 且操作回流比为最小回流比的 1.2 倍, 若要求馏出液组成为 0.9, 且 A 的回收率为 90%, 物系的相对挥发度为 2.47, 试求: 精馏段与提馏段操作线方程。(12分)

6. 用空气在常压下干燥某湿物料, 过程操作参数如图所示。若干燥过程为理想

干燥过程，忽略预热器的热损失，试求（10分）：

- (1) 空气出预热器的温度  $t_1$  及预热器的热负荷  $Q_P$ （7分）；
- (2) 干燥系统的热效率（3分）。

