

中国科学院研究生院
2012 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. 关于层流与湍流,下列叙述错误的是（ ）
A. 层流与湍流的判断依据是雷诺数 Re ;
B. 层流无径向流动而湍流有径向流动;
C. 当雷诺数 $Re < 2000$ 时,如外界对流动进行瞬时扰动,流型即由层流转向湍流;
D. 当雷诺数 $Re > 4000$ 时,一般情况下总出现湍流。
2. 下列各项中,对离心泵理论压头没有影响的是（ ）
A. 流量; B. 叶片形状; C. 叶片尺寸; D. 流体密度。
3. 以下过滤机是连续式过滤机的是（ ）
A. 板框压滤机;
B. 箱式叶滤机;
C. 三足式离心机;
D. 回转真空过滤机。
4. 关于颗粒的自由沉降,下列说法正确的是（ ）
A. 颗粒在沉降过程中仅受重力和浮力作用;
B. 自由沉降整个过程均是等速沉降;

- C. 当沉降处于斯托克斯定律区时，沉降速度与颗粒直径的平方成正比；
D. 颗粒间的自由沉降充分考虑了颗粒间的碰撞或接触。
5. 关于传热系数 K ，下列说法错误的是（ ）
- A. K 是一个平均值；
B. K 随所取的传热面不同而不同；
C. K 可表示传热面的强热，与冷热流体的物性无关；
D. 降低最大热阻可使 K 值提高。
6. 吸收过程的推动力为（ ）
- A. 气相浓度与液相浓度之差；
B. 气相实际浓度与平衡浓度之差；
C. 气相温度与液相温度之差；
D. 气相实际温度与平衡温度之差。
7. 某理想双组分混合物，其中 A 为易挥发组分，液相组成 $x_A = 0.6$ ，常压下相应的泡点温度为 t_1 ，气相组成 $y_A = 0.6$ ，常压下相应露点温度为 t_2 ，则（ ）
- A. $t_1 > t_2$ ； B. $t_1 < t_2$ ； C. $t_1 = t_2$ ； D. 不能确定。
8. 在一套双效蒸发器内将 1000kg/h 的 NaOH 溶液由 10%(质量分数)浓缩至 30%，设第二效蒸发的水量比第一效多 20%，则第一效溶液的质量分数为（ ）
- A. 20.0%； B. 14.3%； C. 16.3%； D. 12.8%。
9. 关于筛板塔的板效率，下列说法错误的是（ ）
- A. 点效率设定板上液层在垂直方向混合均匀；
B. 默弗里板效率考虑了液沫夹带和漏液等塔板间的非理想流动；
C. 默弗里板效率考虑了塔板上气液两相的非理想流动；
D. 湿板效率考虑了液沫夹带的影响。
10. 在萃取操作中，萃取剂的加入量应该使物料与萃取剂的混合液总组成 M 位于（ ）
- A. 溶解度曲线上方区域； B. 溶解度曲线上；
C. 两相区； D. 任何位置。

二. 填空题 (每空1分, 共30分)

1. 描述流体运动的两种方法分别是: _____ 与 _____。
2. 离心泵的工作点是 _____ 曲线和 _____ 曲线的交点。
3. 为达到均匀混合效果, 搅拌器应具备两个基本功能, 即釜内的 _____ 与 _____。
4. 从床内流体和颗粒的运动状况来看, 流态化分为 _____ 及 _____。
5. 从过滤原理上, 过滤分为两种方式, 分别为 _____ 与 _____。
6. 根据引起流动的原因, 对流给热可分为 _____ 与 _____。
7. 根据冷凝液在壁面上的存在和流动方式, 冷凝分为 _____ 冷凝与 _____ 冷凝。
8. 蒸发操作中, 引起沸点升高的主要原因有: _____ 及 _____。
9. 吸收过程涉及两相间的物质传递, 它包括三个步骤: _____、 _____ 以及 _____。
10. 精馏塔操作中, 进料量 F 与热状态 q 不变, 塔釜加热量不变, 而进料浓度 x_F 减小, 若维持塔顶产品组成 x_D 与塔底产品组成 x_W 不变, 则回流比 R _____, 馏出量 D _____, 塔底量 W _____。
11. 如果板式塔设计不合理或操作不当, 可能产生 _____、 _____ 及 _____ 等不正常现象, 使塔无法工作。
12. 萃取操作过程中选择萃取溶剂的主要原则为: _____、 _____、 _____。
13. 无论气相或液相, 物质传递的机理包括 _____ 和 _____ 两种。

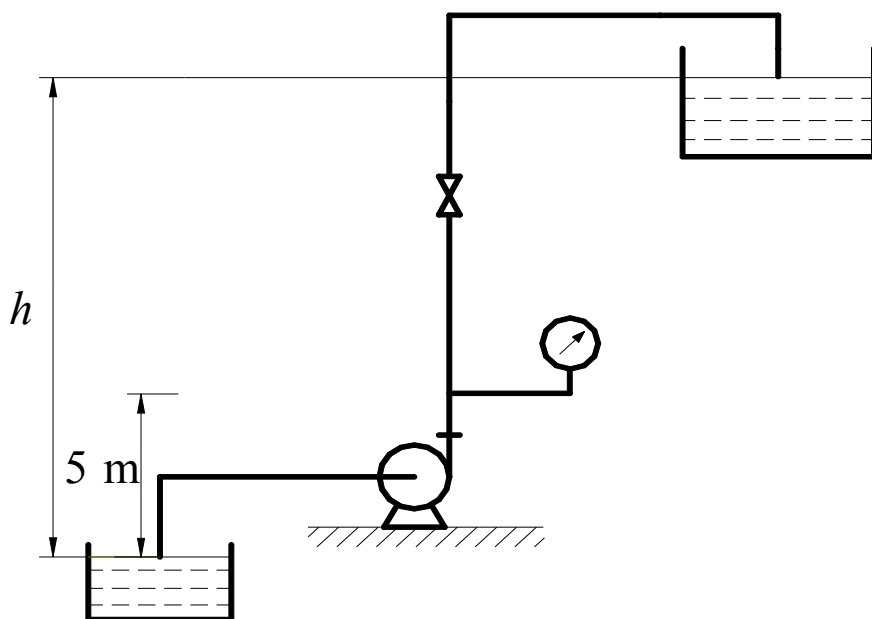
三. 简答题 (共32分)

1. 什么是离心泵的汽蚀现象, 如何避免汽蚀现象的发生 (4分)?
2. 试简述搅拌过程强化液流湍动的措施 (4分)。

3. 试简述辐射传热中黑体和灰体的概念，并阐述影响辐射传热的主要因素（6分）。
4. 试简述蒸发操作的节能方法（4分）。
5. 试绘制筛板塔的负荷性能图，并解释图中各条线的意义（7分）。
6. 试分析多级错流萃取与多级逆流萃取的基本特点（4分）。
7. 试简述湿球温度与绝热饱和温度的异同点（3分）。

四. 分析计算题（共68分）

1. 如图所示，用离心泵将水池中的水输送到敞口的高位槽中，水温为 25°C ，管路规格为 $\phi 83\text{mm} \times 3.5\text{mm}$ ，泵的出口上安装有压力表，压力表安装位置距贮水池的水面高度为 5 m 。当输水量为 $36\text{ m}^3/\text{h}$ 时，进水管道的全部阻力损失为 0.2 J/N ，出水管道的全部阻力损失为 0.5 J/N ，压力表读数为 $2.45 \times 10^5\text{ Pa}$ ，泵的效率为 70% 。在输送过程中，假设贮水池液面的下降速度与高位槽液面的下降速度均可忽略，



试求（共 10 分）：

- (1) 两液面的高度差 h 为多少？（5 分）
- (2) 泵所需的实际功率为多少？（5 分）

2. 某中试车间使用板框压滤机过滤某水悬浮液，该压滤机有 10 个尺寸为 $800\text{mm}\times 800\text{mm}\times 42\text{mm}$ 的板框。过滤过程为恒压过滤，过滤 10 min，得到滤液 1.3 m^3 ，再过滤 10 min，得到滤液 0.7 m^3 ，已知水悬浮液中固体体积质量分数为 5%，过滤形成的滤饼空隙率为 45%。试求（共 11 分）：

- (1) 该板框压滤机的过滤面积 A ，及滤框充满滤饼所需的时间（8 分）；
- (2) 若过滤后用总滤液体积 10% 的清水洗涤滤饼，且每批操作的辅助时间为 20 min，求该过滤机的生产能力（3 分）。

3. 拟在直径为 1m 的吸收塔中用纯溶剂逆流吸收某混合气体中的组分 A ，混合气体的流量为 80 kmol/h ，已知混合气体中 A 的摩尔分数为 0.06，要求 A 的吸收率为 90%，平衡关系为 $y_e = 2x$ ，气相总传质系数 $K_y a = 160\text{ kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ，纯溶剂用量为最小用量的 1.5 倍。试求(共 12 分)：

- (1) 该吸收的操作线方程及液相出塔浓度（5 分）；
- (2) 所需填料塔的高度（7 分）。

4. 在常压连续精馏塔中分离 A 、 B 两组分混合液，其中 A 为易挥发组分，混合液流量为 100 kmol/h ，原料液中 A 的摩尔分数为 0.5，要求馏出液中 A 的摩尔分数为 0.9，釜液中 A 的摩尔分数为 0.05，且操作回流比为最小回流比的 2 倍，物料的平均相对挥发度为 3， A 的泡点为 90°C ，原料汽化热为 $3.5\times 10^4\text{ kJ/kmol}$ ，平均比热容为 $140\text{ kJ}/(\text{kmol}\cdot^\circ\text{C})$ ，试求（共 15 分）：

- (1) 泡点加料时，精馏段与提馏段的操作线方程（9 分）；
- (2) 进料温度 40°C 时的操作回流比（6 分）。

5. 用冷却水将某溶液在单壳程单管程列管换热器中由 150°C 冷却到 80°C ，溶液走壳程，已知溶液流量为 10^5 kg/h ，比热容为 $3.34\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ，壳程对流传热

系数为 $1163 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ；水在管内与壳程溶液呈逆流流动，流量为 $3.729 \times 10^5 \text{ kg/h}$ ，冷却水入口温度为 50°C ，平均温度下水的比热容为 $4.18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ，管程对流传热系数为 $7568.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ；换热器管路外径为 25 mm ，壁厚为 2.5 mm ，忽略管壁热阻与热损失。试求（共 12 分）：

- (1) 冷却水出口温度 t_2 ，以外表面为基准的总传热系数 K_2 （4 分）；
- (2) 该换热器经过长时间使用后，由于管内壁沉积了大量水垢使得传热效果降低，在水流量不变的情况下，只能将溶液冷却到 108°C ，试求新工况下冷却水出口温度及以外表面为基准的总传热系数 K'_2 ？（8 分）

6. 采用一水平放置的沉降室回收某气体中的固体颗粒，空气流量为 $5 \text{ m}^3/\text{s}$ ，沉降室的规格为（长×宽×高） $5 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ 。已知固体颗粒为球形，其密度为 $1800 \text{ kg}/\text{m}^3$ ；气体密度为 $1.2 \text{ kg}/\text{m}^3$ ，粘度为 $1.8 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{S}$ 。试求（共 8 分）：

- (1) 能完全除去的最小颗粒粒径（5 分）；
- (2) 若要使完全除去的最小颗粒粒径变为原来的 0.5 倍，则至少需添加多少层隔板？（3 分）