

北京化工大学
2013 年攻读硕士学位研究生入学考试
化工原理(含实验)试题

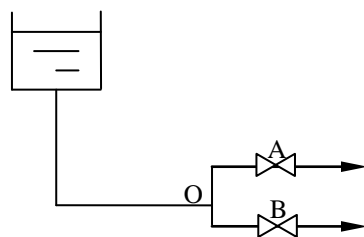
注意事项

- 1、答案必须写在答题纸上，写在试题上均不给分。
- 2、答题时可不抄题，但必须写清题号。
- 3、答题必须用蓝、黑墨水笔或圆珠笔，用红色笔或铅笔均不给分。

一、填空题 (每空 1 分，共计 40 分)

1、粘度的物理意义为_____。

2、如图所示的分支管路，当阀 A 关小时，分支点压力 p_o 将_____，分支管流量 q_{VB} 将_____，总管流量 q_V 将_____。



一、2 题 附图

3、用离心泵将敞口贮槽中的水送至一密闭高压高位槽中。现改为输送密度大于水的某种液体，若其它条件不变，为保证原输送量，则泵出口阀门的开度应_____。

4、离心通风机的全风压是指_____。

5、含尘气体通过长为 4m、宽为 3m、高为 1m 的除尘室，已知颗粒的沉降速度为 0.03m/s，则该除尘室的生产能力为 _____ m^3/s 。

6、在长为 L 、高为 H 的降尘室中，颗粒的沉降速度为 u_t ，气体通过降尘室的水平流速为 u ，则理论上颗粒能在降尘室内被 100% 分离的必要条件是_____。

7、从某焙烧炉出来的含尘气体，依次经过一台降尘室和一台旋风分离器进行除尘。若气体流量增加，则降尘室的除尘效率_____，旋风分离器的除尘效率_____。

8、恒压过滤时，恒压过滤方程式表明滤液体积与过滤时间的关系曲线为_____形状。

9、当洗涤压差与过滤终了时压差相同，洗液粘度与滤液粘度相近时，板框过滤机的洗涤速率 $(dV/d\tau)_W$ 为过滤终了时速率 $(dV/d\tau)_F$ 的_____倍。

10、恒压过滤实验中，测得过滤时间 τ 与单位面积滤液量 q 之间的关系为：

$\Delta\tau/\Delta q=3740q+200$ (式中 τ —s, q — m^3/m^2), 则过滤常数 K =_____, 过滤介质的当量滤液量 q_e =_____ (注明单位)。

11、在无相变强制对流传热过程中, 热阻主要集中在_____ ; 在蒸汽冷凝传热过程中, 热阻主要集中在_____。

12、列管换热器制成多管程的目的是_____ ; 壳程设置折流挡板的目的是_____。

13、设备保温层外包一层表面_____、颜色_____的金属, 可使设备的热损失减少。

14、等板高度定义为_____。

15、某连续精馏塔, 进料状态 $q=1$, $D/F=0.5$ (摩尔流率比), $x_F=0.4$ (摩尔分率), 回流比 $R=2$, 且知提馏段操作线方程的截距为零, 则提馏段操作线的斜率 (L'/V') =_____, 馏出液 x_D =_____。

16、在连续精馏塔中进行全回流操作, 已测得相邻实际塔板上液相组成分别为 $x_{n-1}=0.7$ 、 $x_n=0.5$ (均为易挥发组份摩尔分率)。已知操作条件下相对挥发度为 3, 则 y_n =_____, 第 n 板的液相单板效率 E_{mL} =_____。

17、影响板式塔液沫夹带量的主要设计尺寸是_____和_____。

18、在多级逆流萃取中, 欲达到同样的分离程度, 溶剂比愈大, 则所需理论级数愈_____ ; 当溶剂比为最小值时, 理论级数为_____。

19、在 B-S 部分互溶物系中加入溶质 A 组分, 将使 B-S 互溶度_____。恰当降低操作温度, B-S 互溶度_____。

20、在萃取设备中, 分散相的形成可借助_____的作用来达到。

21、喷雾干燥器是一种处理_____物料, 并且直接获得粉状产品的干燥装置。

22、一定湿度 H 的气体, 当总压 P 加大时, 露点温度 t_d _____ ; 而当气体温度 t 升高时, 则 t_d _____。

23、判断正误:

(1) 萃取剂加入量应使原料和萃取剂的和点 M 位于溶解度曲线之上方区。 ()

(2) 单级 (理论) 萃取中, 在维持进料组成和萃取相浓度不变的条件下, 若用含有少量溶质的萃取剂代替纯溶剂, 所得萃余相浓度将减少。 ()

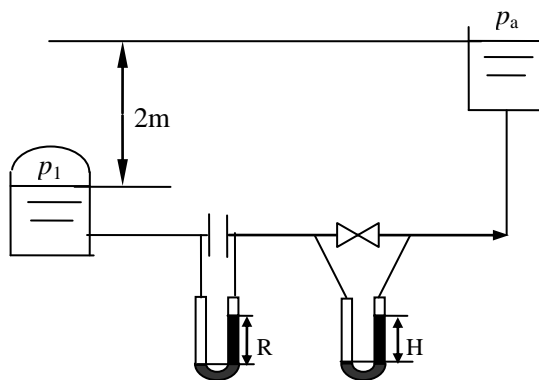
(3) 在精馏塔设计中, 若 x_F 、 x_D 、 R 、 q 、 x_W 相同, 则直接蒸汽加热与间接蒸汽加热相比, $N_{T, \text{间}}$ 大于 $N_{T, \text{直}}$; $\left(\frac{D}{F}\right)_{\text{间}}$ 小于 $\left(\frac{D}{F}\right)_{\text{直}}$ 。 ()

(4) 湿球温度是大量空气与少量水在绝热条件下充分接触时所达到的平衡温度。 ()

(5) 在单级萃取操作中 B-S 部分互溶, 用纯溶剂萃取, 已知萃取相浓度 $y_A/y_B = 11/5$, 萃余相浓度 $x_A/x_B = 1/3$, 则选择性系数 β 为 6.6。 ()

二、计算题 (24 分)

如图所示, 用压缩空气将密度为 1100 kg/m^3 的碱液自低位槽送到高位槽中, 两槽液位恒定。管路中装有一个孔板流量计和一个截止阀。已知管子规格为 $\phi 57 \times 3.5 \text{ mm}$, 直管与局部阻力当量长度 (不包括截止阀) 的总和为 50 m 。孔板流量计的流量系数为 0.65 , 孔径为 30 mm 。截止阀某一开度时, 测得 $R = 0.21 \text{ m}$, $H = 0.1 \text{ m}$,



二题 附图

U 型压差计的指示液均为汞 (密度为 13600 kg/m^3)。设流动为完全湍流, 摩擦系数为 0.025 。求:

- (1) 阀门的局部阻力系数;
- (2) 低位槽中压缩空气的压力;
- (3) 若压缩空气压力不变, 而将阀门关小使流速减为原来的 0.8 倍, 设流动仍为完全湍流, 且孔板流量计的流量系数不变, 则 H 与 R 变为多少?

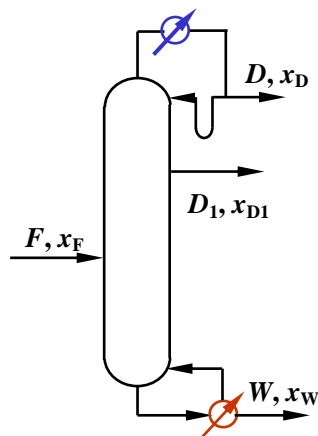
三、计算题 (20 分)

有一传热 (外) 面积为 26 m^2 的单管程列管式换热器, 换热管规格为 $\phi 25 \times 2.5 \text{ mm}$, 其中 130°C 的饱和水蒸汽在壳程冷凝来加热管内的某种溶液, 溶液的初始温度为 20°C , 平均比热容为 $4.18 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ 。换热器新投入使用时现场中测得: 当溶液流量为 $6.8 \times 10^4 \text{ kg/h}$ 时, 可将其加热到 80°C ; 当溶液流量增加 50% 时, 可将其加热到 73.5°C 。设流体在管内为湍流流动, 换热管壁阻忽略不计, 溶液的物性参数为常数。试求:

- (1) 两种工况下的总传热系数；
- (2) 原流量下溶液及水蒸汽冷凝的对流给热系数；
- (3) 若该换热器使用一年后，由于溶液结垢，在原流量下其出口温度只能达到75℃，计算污垢热阻值。

四、计算题 (20 分)

如图所示的苯和甲苯混合液精馏塔，原料流量为 100kmol/h，进料组成为 0.50（易挥发组分的摩尔分率，下同），进料为饱和液体状态，塔顶蒸汽采用全凝器，馏出液组成为 0.98。塔上部侧线产品为饱和液体，其中易挥发组分的收率为 1/3，且其组成为 0.90。釜液组成为 0.03。物系在操作条件下的相对挥发度为 2.5，设最佳位置进料。试求：



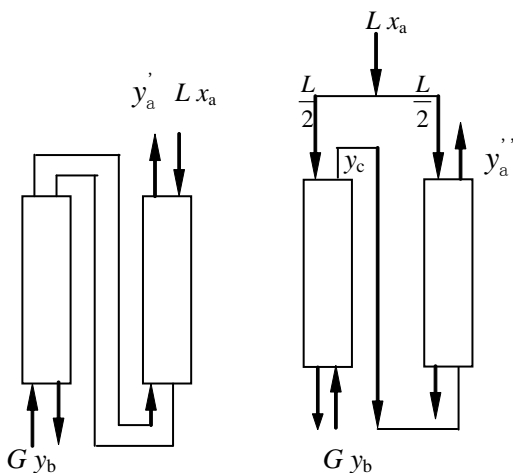
四题 附图

- (1) 塔顶、塔底及侧线抽出产品的流量；
- (2) 用公式等说明最小回流比出现在精馏塔何处，并计算出最小回流比；
- (3) 若操作回流比为最小回流比的 2.15 倍，写出塔顶与侧线间以及侧线与进料间的操作线方程。

五、计算题 (24 分)

在一塔径为 1m 的常压逆流填料塔中用清水吸收某可溶组分，混合气体溶质含量为 0.05（摩尔分数，下同），已知混合气的处理量为 2800m³/h（标准状态），操作条件下的平衡关系为 $y^*=1.2x$ ，气相总体积传质系数为 180kmol/(m³·h)，吸收剂用量为最小用量的 1.5 倍，气体出塔溶质含量为 0.01，吸收过程为气膜控制。试求：

- (1) 吸收剂出塔浓度；
- (2) 完成上述任务所需的填料层高度；
- (3) 现为提高溶质的吸收率，另加一个完全相同的塔，计算在两种流体入口组成、流量及操作条件不变的前提下，采用如图（a）和（b）组合流程时的吸收率各为多少？并画出两种组合流程时的吸收操作线。



(a) 串联

(b) 串、并联

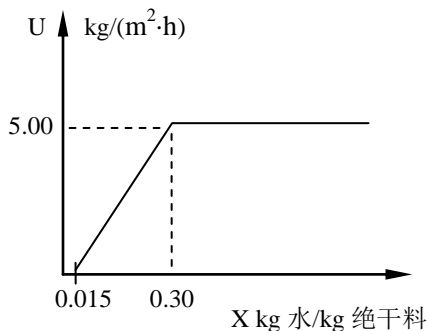
五题 附图

六、计算题 (12 分)

50kg 某物料在恒定干燥条件下进行干燥，物料的初始含水量 50%（湿基），与干燥介质（空气）接触的面积为 2m^2 。由实验测得的干燥速率曲线如图所示。试求：

(1) 除去物料中 24kg 水所需的干燥时间为多少小时；

(2) 将空气的质量流速 G 增大 1 倍，若临界湿含量不变，则干燥时间缩短为多少？(空气的对流给热系数 $\alpha \propto G^{0.8}$)



六题 附图

七、实验题 (10 分)

利用一套管式换热器，测定空气-水蒸汽换热系统中空气的对流给热系数，并获得流体在管内强制湍流的对流给热准数关联式。

(1) 说明需测量哪些数据，画出实验装置示意图，并在图上标出主要测量点；

(2) 列出计算公式, 说明如何由所测数据计算出空气的对流给热系数及各准数;

(3) 说明在何种坐标纸中标绘准数关系线, 以及如何获得准数关联式中的系数与指数。

北京化工大学
2014 年攻读硕士学位研究生入学考试
化工原理(含实验)试题

注意事项

- 1、答案必须写在答题纸上，写在试题上均不给分。
- 2、答题时可不抄题，但必须写清题号。
- 3、答题必须用蓝、黑墨水笔或圆珠笔，用红色笔或铅笔均不给分。

一、填空题 (每空 1 分，共计 40 分)

- 1、层流与湍流的本质区别在于_____。
- 2、一定质量流量的水在圆管内做定态流动，若水温升高，则雷诺数 Re _____。
- 3、流体在圆形直管中定态流动，若管径一定而将流量增大一倍，则层流时能量损失是原来的_____倍；完全湍流时能量损失是原来的_____倍。
- 4、用转子流量计测量流体的流量，当流量增加一倍时，转子流量计的能量损失为原来的_____倍。
- 5、现用齿轮泵输送某种液体，采用旁路调节方式。若将旁路阀关小，而其它条件保持不变，则齿轮泵提供的压头将_____。
- 6、降尘室的生产能力随含尘气体温度的升高而_____，原因是_____。
- 7、离心分离因数是指_____。
- 8、恒压过滤某悬浮液，若过滤介质阻力忽略不计，且滤饼为不可压缩，则获得的滤液量与过滤时间的_____次方成正比；当过滤压差增大一倍时，同一过滤时间所得滤液量为原来的_____倍。
- 9、当洗涤压差与过滤终了时压差相同，洗液黏度与滤液黏度相近时，叶滤机的洗涤速率与过滤终了时过滤速率的比值为_____。
- 10、聚式流化床的两种不正常操作现象分别是_____和_____。
- 11、一包有石棉泥保温层的高温管道，当石棉泥受潮后，其保温效果将变_____，原因是_____。
- 12、在大容积沸腾时，应控制操作在_____阶段，在该阶段，沸腾给热系数随温度差的增加而_____。
- 13、在列管式换热器中安排流体的流程时，一般原则为具有腐蚀性、高压的流体走_____，被冷却的流体走_____。
- 14、对一定操作条件下的填料吸收塔，若增加填料层高度，则填料塔的 H_{OG} 将

_____， N_{OG} 将_____。

15、对于某吸收塔，若所用操作液气比小于设计时的最小液气比，则其操作时的吸收率将_____该塔原设计的吸收率。若吸收剂入塔浓度降低，其他操作条件不变，则吸收率将_____、出口液相浓度将_____。

16、精馏塔操作时，若增大系统压强，则其相对挥发度将_____，塔顶温度将_____，塔釜温度将_____。

17、精馏塔的塔顶温度总是_____塔底温度，其原因之一_____；原因之二_____。

18、板式塔中液面落差 Δ 表示_____。
为了减少液面落差，设计时可采取措施：_____。

19、设计填料塔时，空塔气速一般取_____气速的 50~80%，取该气速的原因是_____。

20、判断正误：

(1) 已知物料的临界含水量为 0.2kg 水/ kg 绝干料，空气的干球温度为 t ，湿球温度为 t_w ，现将该物料自初始含水量 $X_1=0.45$ kg 水/ kg 绝干料干燥至 $X_2=0.1$ kg 水/ kg 绝干料，则在干燥终了时物料表面温度 $t_m=t$ 。()

(2) 选择性系数 $\beta=\infty$ 存在于 B-S 完全不互溶物系中。()

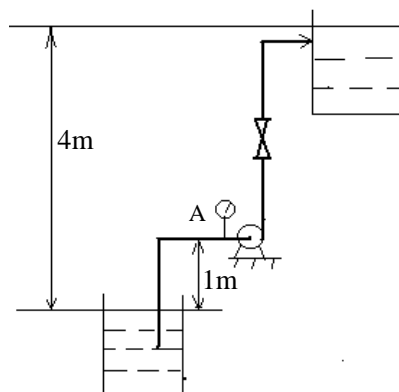
(3) 进行萃取操作时应使分配系数大于 1。()

(4) 在 B-S 部分互溶物系中加入溶质 A 组分，将使 B-S 互溶度增大；恰当降低操作温度，B-S 互溶度增大。()

(5) 干燥热敏性物料时，为提高干燥速率，不宜采取的措施是提高干燥介质的温度。()

二、计算题 (22 分)

在一定的转速下，某离心泵在输送范围内的特性方程为 $H=18-0.046q_v^2$ (H —m, q_v — m^3/h)。现用该泵将密度为 $1200kg/m^3$ 的溶液从贮槽送至高位槽，两槽均为敞口，且液面维持恒定。已知输送管路为 $\phi 45 \times 2.5mm$ ，泵吸入管路总长为 20m (包括所有局部阻力的当量长度)，摩擦系数为 0.022。当调节阀全开时，泵入口处真空表读数 p_A 为 0.028MPa。试求：



二题图

(1) 管路系统的输流量， m^3/h ；

(2) 管路特性方程；

(3) 若操作中将泵的转速提高 10%，则输液量变为多少？

三、计算题 (22 分)

欲设计一列管式换热器,用 110°C 的饱和水蒸汽将 2100kg/h 的常压空气由 20°C 加热至 85°C 。设蒸汽冷凝热阻、管壁热阻及两侧污垢热阻均可忽略不计,平均温度下空气的物性为 $\mu=0.02\text{mPa}\cdot\text{s}$, $c_p=1.0\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$, $\lambda=0.029\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

(1) 若初步选用单管程换热器,空气走管程,管束由 120 根 $\phi 25\times 2.5\text{mm}$ 的钢管组成,试确定所需的管长;

(2) 若在实际生产中将该换热器制成双管程投入使用,设空气流量、进口温度及水蒸汽温度均不变,则空气的出口温度将达到多少? (空气的物性可认为近似不变)

四、计算题 (20 分)

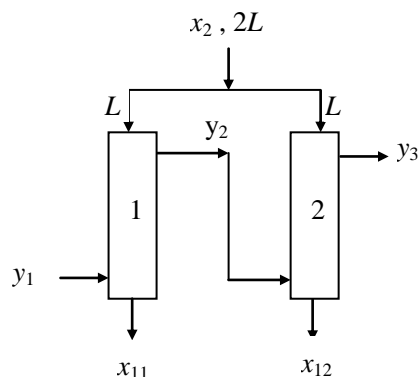
采用常压连续精馏塔分离二元理想混合液。塔顶蒸汽通过分凝器后, 60% 的蒸汽冷凝成液体作为回流液, 其组成为 0.86。其余未凝的蒸汽再经全凝器后全部冷凝, 并作为塔顶产品送出, 其组成为 0.90 (以上均为轻组分的摩尔分数)。若已知操作回流比为最小回流比的 1.2 倍, 泡点进料, 塔顶第一块板以液相组成表示的默弗里板效率为 0.60, 试求:

- (1) 精馏段操作线方程;
- (2) 由第二块板进入第一块板的气相组成;
- (3) 原料液的组成。

五、计算题 (22 分)

如附图所示, 用两个完全相同的填料塔吸收混合气体中的溶质 A, 填料塔的塔径为 1m , 混合气体处理量为 0.4 标准 m^3/s , 溶质含量为 0.05 (摩尔分数), 每个塔中均用喷淋量为 0.71 kmol/s 的清水吸收溶质 A, 要求总吸收率为 99%, 操作条件下的相平衡关系为 $y_e=35x$, $K_x a=0.86\text{kmol}/(\text{m}^3\cdot\text{s})$ 。试求:

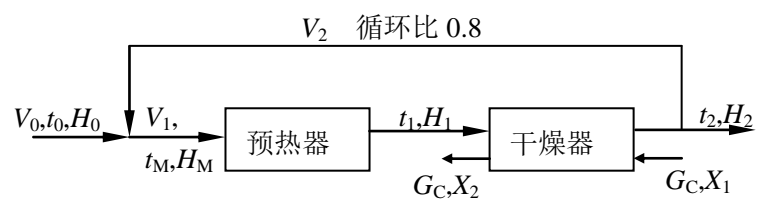
- (1) 两个塔的塔高为多少 m?
- (2) 若因故混合气体中溶质浓度提高了, 试用具体的分析过程说明吸收率如何变化?



五题图

六、计算题 (14 分)

在常压连续逆流干燥器中干燥某湿物料，采用部分废气循环流程，由干燥器出来的部分废气与新鲜空气混合后进入预热器，达到一定温度后再送入干燥器。已知新鲜空气的温度为 25℃、湿度为 0.005kg 水汽/kg 干气，废气的温度为 40℃、湿度为 0.034kg 水汽/kg 干气，循环比（循环废气中绝干空气质量与混合气中绝干空气质量之比）为 0.8。湿物料的处理量为 1000kg/h，湿基含水量由 50% 下降至 3%。干燥过程可视为等焓干燥过程。试求：



六题图

- (1) 在 I-H 图上定性绘出空气的状态变化过程；
- (2) 新鲜空气用量 (kg 湿空气/h)；
- (3) 若因气体离开干燥器进入管道温度下降 10℃，判断物料是否会返潮。已知 30℃ 时水的饱和蒸汽压为 4.25kPa。

七、实验题 (10 分)

1. 在用空气解吸富氧水中氧的实验中，测定液相总体积传质系数 $K_x a$ 。若空气的流量一定而增加富氧水的流量，则 $K_x a$ 如何变化？若富氧水流量一定而增加空气的流量， $K_x a$ 又将如何变化？为什么？
2. 已知乙醇-丙醇混合物系的相平衡数据，现欲在全回流下测定一精馏塔的全塔效率及某块塔板的液相默弗里板效率，试说明实验中需测哪些数据，并说明如何由所测数据计算出全塔效率及默弗里板效率。

北京化工大学
2015 年攻读硕士学位研究生入学考试
化工原理(含实验)试题

注意事项

- 1、答案必须写在答题纸上，写在试题上均不给分。
- 2、答题时可不抄题，但必须写清题号。
- 3、答题必须用蓝、黑墨水笔或圆珠笔，用红色笔或铅笔均不给分。

一、填空题 (每空 1 分，共计 16 分)

- 1、某气体转子流量计的量程范围为 $4\sim 40\text{m}^3/\text{h}$ ，现用于测量常压、 40°C 的二氧化碳，则能测得的最大流量为_____ m^3/h 。
- 2、在除去某粒径的颗粒时，若降尘室的高度增加，则沉降时间_____，气流速度_____，生产能力_____。
- 3、评价旋风分离器分离性能的指标通常有_____和_____。
- 4、板框过滤机采用横穿洗涤操作，其洗涤面积是过滤面积的_____倍。
- 5、当温度为 T 时，耐火砖的辐射能力大于铝板的辐射能力，则铝的黑度_____耐火砖的黑度。
- 6、当填料塔内喷淋量一定时，填料层单位高度的压力降与空塔气速关系线上存在着两个转折点，其中下转折点称为_____，上转折点称为_____。
- 7、如果板式塔设计不合理或操作不当，可能产生_____、_____或_____等不正常现象，使塔无法工作。
- 8、在多级逆流萃取中，欲达到一定分离程度，溶剂比愈大，则所需理论级数愈_____，当溶剂比为最小值时，理论级数为_____。
- 9、萃取操作处理 A-B 混合液，所用萃取剂与原溶剂 B-S 完全不互溶，则选择性系数 $\beta =$ _____。

二、简答题 (每小题 4 分，共计 24 分)

- 1、为什么离心泵的压头与被输送液体的密度无关，而离心通风机的全风压与被输送气体的密度有关？

2、对于恒压过滤过程，间歇过滤机的过滤时间越长，是否其生产能力就越大？为什么？

3、试给出影响蒸汽冷凝给热系数 α 的三个主要因素，并说明它们是如何影响 α 的。

4、在板式精馏塔设计时，有哪些因素影响塔板数？

5、用水吸收空气中的氧，欲提高总传质系数，可采取哪些有效措施？为什么？

6、萃取操作的依据是什么？如何选择萃取剂？

三、计算题 (22 分)

用离心泵将 20℃清水（密度以 1000kg/m³ 计）从敞口水池送入吸收塔顶部，吸收塔塔顶气相表压为 98.1kPa。已知进入塔内输水管的出口截面比水池液面高 22m，输送管路为 $\phi 108 \times 4$ mm 的钢管，调节阀全开时的管路总长为 200m（包括所有局部阻力的当量长度），摩擦系数取为 0.03。现有一台离心泵，在一定转速下，该泵在流量 60~90m³/h 范围内的特性方程表示为 $H=41.1-8 \times 10^{-4} q_v^2$ (H —m, q_v —m³/h)。试求：

(1) 管路特性方程；

(2) 要求达到 70m³/h 的输水量，该泵能否完成输送任务？

(3) 若单泵不能完成此输送任务，现将两台型号相同的泵串联操作，是否可行？计算说明。

(4) 两泵串联操作时通过关小调节阀以使输水量仍为 70m³/h，写出此时的管路特性方程。

四、计算题 (22 分)

有一套管换热器，内管为 $\phi 54 \times 2$ mm，有效长度为12m，用120℃的饱和水蒸汽于环隙间冷凝以加热管内湍流流动的苯。已知苯的流量为4000kg/h，比热容为1.9kJ/(kg·℃)，温度从30℃升至60℃；蒸汽冷凝的对流给热系数为 1×10^4 W/(m²·℃)，冷凝相变焓为2205kJ/kg；管内侧污垢热阻为 4×10^{-4} m²·℃/W，忽略管壁热阻、管外侧污垢热阻及热损失。试求：

- (1) 蒸汽冷凝量, kg/h;
- (2) 管内苯的对流给热系数;
- (3) 若苯的流量增加 50%, 而其出口温度仍维持在 60°C , 可采取哪些措施? 对其中一种进行定量计算。

五、计算题 (22 分)

用一常压连续精馏塔分离苯和甲苯混合液, 混合液的流量为 1000kmol/h , 其中含苯 0.40 (摩尔分数, 下同), 要求塔顶馏出液中含苯 0.90, 塔釜残液中含苯 0.02。泡点进料, 塔顶冷凝器为全凝器, 塔釜间接蒸汽加热, 操作回流比取最小回流比的 1.5 倍。物系在操作条件下全塔平均相对挥发度为 2.5, 试求:

- (1) 塔顶轻组分的回收率;
- (2) 精馏段和提馏段操作线方程;
- (3) 若塔顶第一块板的液相 $E_{\text{ML}}=0.6$, 则离开塔顶第二块板蒸汽组成为多少?
- (4) 在精馏塔操作中, 若将进料状态改为饱和蒸汽进料, 而保持 F 、 R 、 D 、 x_F 不变, 此时能否完成分离任务? 为什么? 给出分析过程。

六、计算题 (20 分)

用一填料层高度为 3m 的吸收塔, 采用清水逆流吸收空气中的氨, 要求从含氨 0.06 (摩尔分数) 的空气中回收 99% 的氨。混合气体的质量流率为 $620\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$, 水的质量流率为 $900\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$ 。在操作压力 101.3kPa、温度 20°C 下, 物系的相平衡关系为 $y_e=0.9x$ 。已知气相体积传质系数 k_{Ga} 与气相质量流率的 0.7 次方成正比。试计算:

- (1) 吸收塔的传质单元数 N_{OG} 和传质单元高度 H_{OG} ;
- (2) 若气体流率增大一倍, 其他条件不变, 完成吸收任务, 所需填料层高度为多少 m?
- (3) 定性画出两种工况下的平衡线 and 操作线。

七、计算题 (14 分)

将干球温度为 21°C 、湿度为 0.008kg 水汽/kg 绝干气 的空气，经预热器加热至 93°C 后送入干燥器中，对含水量为 45% （湿基，下同）的湿物料进行干燥，干燥后含水量为 5% ，产品产量为 0.13kg/s ，空气离开干燥器时的湿度为 0.03kg 水汽/kg 绝干气 。若忽略预热器的热损失，试求：

- (1) 绝干空气消耗量 L (kg 绝干气/s) 和水份汽化量 (kg/h)；
- (2) 预热器所需热量 Q_p (kW)；
- (3) 在 $I-H$ 图中示意画出空气的状态变化过程。

八、实验题 (10 分)

试设计一实验流程，通过该装置可以测定无缝钢管的 $\lambda \sim \text{Re}$ 关系曲线及标准孔板的 $C_0 \sim \text{Re}$ 关系曲线。

- (1) 说明需测量哪些参数，画出实验流程示意图，并标出测试仪表的名称及测试点；
- (2) 简述实验步骤；
- (3) 说明 $\lambda \sim \text{Re}$ 及 $C_0 \sim \text{Re}$ 关系曲线分别在何种坐标纸中标绘

北京化工大学
2016 年攻读硕士学位研究生入学考试
化工原理试题

注意事项

- 1、答案必须写在答题纸上，写在试题上均不给分。
- 2、答题时可不抄题，但必须写清题号。
- 3、答题必须用蓝、黑墨水笔或圆珠笔，用红色笔或铅笔均不给分。

一、填空题 (每空 1 分，共计 16 分)

- 1、雷诺数的物理意义是_____。
- 2、用转子流量计测量流体流量时，随流量的增加，转子上、下两端的压差值将_____。
- 3、用离心泵输送某种液体，离心泵的结构及转速一定时，其输送量取决于_____。
- 4、流化床在正常操作范围内，随操作气速的增加，床层空隙率_____，床层压降_____。
- 5、为减少圆形管道的导热损失，在其外侧包覆三种保温材料 A、B、C，若厚度相同，且热导率 $\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$ ，则包覆顺序由内至外应为_____。
- 6、水在管内作湍流流动，若流量提高至原来的 2 倍，则其对流传热系数约为原来的_____倍；若管径改为原来的 1/2，而流量保持不变，则其对流传热系数约为原来的_____倍。
- 7、在浮阀塔设计中，哪些因素考虑不周时，则塔易发生降液管液泛，请举出其中三种情况：_____； _____； _____。
- 8、塔板中溢流堰的主要作用是_____。
- 9、部分互溶物系单级萃取操作中，在维持相同萃余相浓度前提下，用含有少量溶质的萃取剂 S' 代替纯溶剂 S，则所得萃取相量与萃余相量之比

将_____，萃取液中溶质 A 的质量分数将_____。

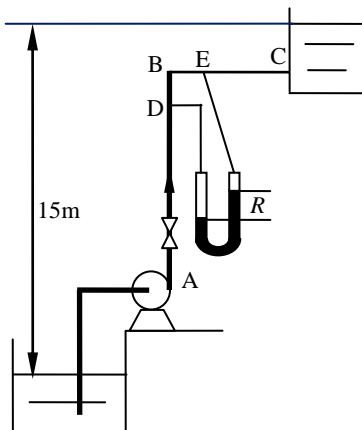
10、在萃取设备中，分散相的形成可借助_____ 或 _____的作用来达到。

二、简答题 (每小题 4 分，共计 24 分)

- 1、试说明离心泵的叶轮及泵壳的主要作用。
- 2、为什么重力降尘室多设计为扁平形状？
- 3、液体沸腾的必要条件是什么？沸腾曲线分为哪几个阶段？
- 4、简述量纲分析法的主要步骤。
- 5、简述萃取过程中分配系数与选择性系数定义，以及他们的关系。
- 6、说明填料塔载点和泛点的含义，以及他们的应用价值。

三、计算题 (24 分)

如图所示，用离心泵将水由低位槽送至高位槽，两槽均为敞口。泵吸入管路为 $\phi 57 \times 3.5\text{mm}$ ，管长为 10m；压出管路中 AB 段为 $\phi 57 \times 3.5\text{mm}$ ，管长为 20m，BC 段为 $\phi 48 \times 4\text{mm}$ ，管长为 20m，其中 DB 与 BE 的管长均为 2m（均包括局部阻力的当量长度），D、E 截面间的垂直距离为 1.5m。若管路中的摩擦系数均为 0.03，U 形压差计的示数为 120mmHg（水银的密度为 13600kg/m^3 ），试计算：



- (1) D、E 截面间的压强差；
- (2) 水在管内的流量， m^3/h ；
- (3) 若水从高位槽沿同样的管路流向低位槽，保持水流量不变，是否需要泵？计算说明。

四、计算题 (24 分)

一套管换热器，内管为 $\phi 54 \times 2\text{mm}$ ，外管为 $\phi 116 \times 4\text{mm}$ 。120℃的饱和水蒸

汽在环隙冷凝，欲将管内流量为 4000kg/h 的某溶液从 50°C 加热至 80°C 。水蒸汽冷凝的对流传热系数为 $10^4\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ ，相变焓为 2205kJ/kg 。在定性温度下溶液的物性参数为 $c_p=1.86\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ， $\lambda=0.134\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ， $\mu=0.39\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。为减小热损失，在换热器外包有平均热导率为 $0.095\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 的保温层，要求每米管长的热损失不超过 94.8W/m ，保温层外侧温度不超过 40°C 。设换热器内管及外管的壁阻、污垢热阻均可忽略不计，试求：

(1) 套管换热器的长度；

(2) 保温层厚度；

(3) 加热蒸汽用量， kg/h ；

(4) 若该换热器在实际操作中将饱和蒸汽的温度升高至 130°C ，而溶液的流量及进口温度不变，则其出口温度将变为多少？（忽略溶液物性的变化）

五、计算题 (24 分)

用一连续精馏塔分离苯-甲苯混合物，其相对挥发度为 2.5，进料量为 200kmol/h ，其含苯 0.5（摩尔分率，下同），泡点进料，要求塔顶馏出液含苯 0.95，塔底釜残液含苯 0.06。塔顶设置一分凝器和一全凝器，分凝器的液相作为塔顶回流液，操作时回流液量为最小回流液量的 2 倍，气相作为产品在全凝器中冷凝，塔釜间接蒸汽加热。已知塔顶蒸汽冷凝相变焓为 21700kJ/kmol ，试求：

(1) 塔顶苯的回收率和塔底甲苯的回收率各为多少？

(2) 最小回流比；

(3) 分凝器的热负荷为多少 kW ？

(4) 若塔顶第一块塔板的单板效率 $E_{\text{ML}}=0.6$ ，则塔顶第一块板气相增浓为多少？

六、计算题 (24 分)

在一塔截面积为 1m^2 的填料塔内，用清水逆流吸收空气中的氨，其操作

压力为 101.3kPa，气体流量为 896 标准 m^3/h ，进口气体中含氨 0.06（摩尔分率），清水流量为 900kg/h，操作条件下物系的相平衡关系为 $y^*=0.9x$ ，气相总体积传质系数为 $28.94\text{kmol}/(\text{m}^3\text{h})$ ，试求：

（1）要求氨的吸收率为 95%，填料层高度为多少 m？

（2）若填料层高度不变，吸收压力增加 1 倍，气液流量和进口组成不变，则吸收率达到多大？

（3）定性画出两种工况下的平衡线 and 操作线。

七、计算题 (14 分)

在常压恒定干燥条件下，将温度 65°C 、湿度为 0.02kg 水汽/kg 绝干气的空气，以 4m/s 的流速平行吹过铺于盘中的湿物料表面。设对流传热系数 $\alpha=0.0204G^{0.8}\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ [G 为质量流速，单位为 $\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$]。查得该湿空气的湿球温度 t_w 为 31°C ，相应温度下的相变焓 $r_w=2421\text{kJ/kg}$ 。试求：

（1）恒速干燥阶段时的干燥速度；

（2）物料由含水量 28.57% 降至 20%（均为湿基），所需干燥时间为多少小时？（设 $\frac{G_c}{A}=21.5\text{ kg 绝干料}/\text{m}^2$ ，临界含水量 $X_c=0.195\text{kg 水/kg 绝干料}$ ）