

注意：所有试题答案必须标明题号，按序写在专用答题纸上，写在本试卷上或草稿纸上者一律不给分。

一、填空题（共 30 分，每空 2 分）：

1. 在大气压为  $101.3 \times 10^3 \text{Pa}$  的地区，某真空蒸馏塔塔顶真空表读数为  $9.81 \times 10^4 \text{Pa}$ 。若在大气压为  $8.73 \times 10^4 \text{Pa}$  的地区使塔内绝对压强维持相同的数值，则真空表读数应为\_\_\_\_\_Pa，相当于\_\_\_\_\_kgf/cm<sup>2</sup>。
2. 某一离心泵在运行一段时间后，发现吸入口真空表读数不断下降，管路中的流量也不断减少直至断流。经检查，点机、轴、叶轮都处在正常运转后，可以断定泵内发生了\_\_\_\_\_现象；应检查进口管路有否\_\_\_\_\_。
3. 将降尘室用隔板分层后，若能将 100% 除去的最小颗粒直径要求不变，则生产能力将\_\_\_\_\_，沉降时间\_\_\_\_\_。（填“变大”、“变小”或“不变”）
4. 流化床的操作气速范围是\_\_\_\_\_，在此气速范围内，床层压降保持恒定。质量为  $m$  的颗粒床层在截面为  $A$  的气固流化系统中，床层压降可近似为\_\_\_\_\_。
5. 通过三层平壁的定态传导过程，各层界面接触均匀，第一层两侧面温度为  $120^\circ\text{C}$  和  $80^\circ\text{C}$ ，第三层外表面温度为  $40^\circ\text{C}$ ，则第一层热阻  $R_1$  与第二、三层热阻  $R_2$ 、 $R_3$  的大小关系为： $R_1$ \_\_\_\_\_ $R_2 + R_3$ 。（填“>”、“<”、“=”或“无法确定”）
6. 科希霍夫定律的形式是\_\_\_\_\_，能以相同的吸收率且部分地吸收由零到  $\infty$  的所有波长范围的辐射能的物体称为\_\_\_\_\_。
7. 双组分气体 A、B 在进行稳定分子扩散时， $J_A$  及  $N_A$  分别表示在传质方向上某截面溶质 A 的分子扩散通量与传质通量。当整个系统为单向扩散时（B 为停滞组分），则有： $|J_A|$ \_\_\_\_\_ $|J_B|$ ， $|N_A|$ \_\_\_\_\_ $|N_B|$ 。（填“>”、“<”或“=”）
8. 萃取操作选择萃取剂的基本原则为：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。（写出两条）

二、分析简答题：（共 20 分，每题 4 分）

1. 试述离心泵和往复泵在操作时的区别。
2. 试述 Lobo-Evans 假定的主要内容。
3. 画出塔板的负荷性能图，标明各条线的名称，并分析在板式塔的结构设计中，哪些因素考虑不周时，易发生降液管液泛现象，举出三个原因。
4. 一精馏塔用以分离某二元理想混合液，进料量为  $F$ ，组成  $x_F$ ，泡点进料，经过  $N$  块理论板分离后在塔顶、塔底分别得到组成为  $x_D$ 、 $x_W$  的产品。现分别采取：①冷液进料；②将料液预热至汽液混合状态后进料。试分析对于改变后的进料热状况，能否采取调节回流比的方法达到同样的分离要求？

### 三、计算题：（共 100 分，每题 20 分）

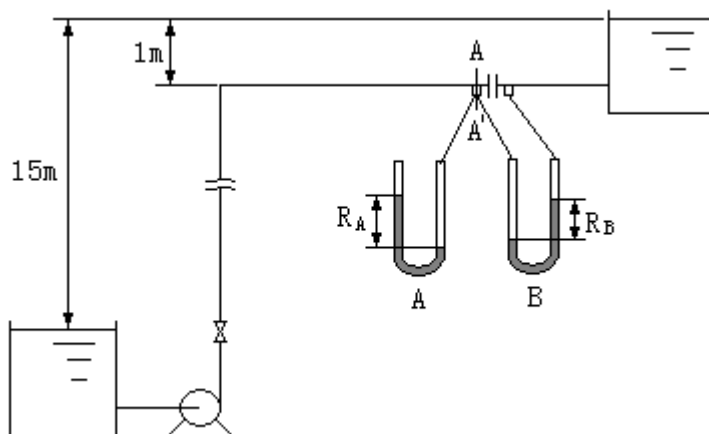
1. 用离心泵将蓄水池内的常温水在定态流动条件下送至高位槽，操作状态下的流程如下图所示。采用  $\phi 57 \times 3.5\text{mm}$  的无缝钢管，在图中水平管路上装有孔径为 20mm 的孔板流量计，用角接法安装的 U 形管压差计 B 测量孔板两侧的压差。由于工作上的需要，在 A-A' 面上又设置了一个开口压差计 A，通过其上  $R_A$  的变化掌握 A-A' 截面上的压强情况。两压差计均用汞为指示剂，其中  $R_B = 0.47\text{m}$ 。压差计 A 左支管液面上灌有一小段水（图中未标出），计算是可以忽略这段水柱。从蓄水池至 A-A' 面间的管路长度为 100m（包括全部的当量长度在内，下同），由截面 A-A' 至高位槽的管路长度为 150m。水池与高位槽以及高位槽与水平管间的相对位置均示于图中，忽略系统中管路的进、出口阻力损失。已知：水的密度为  $1000\text{kg/m}^3$ ，粘度为  $1\text{Cp}$ ，汞的密度为  $13600\text{kg/m}^3$ ；管路可按光滑管处理；孔板流量计的流速可用下式求出：

$$u_0 = C_0 \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \quad C_0 = 0.60, \text{ 视为常数。}$$

试求：(1) 管路中水的流速  $u$ ，m/s；

(2) 若离心泵的效率为 0.8，求泵的轴功率；

(3) 已知当截止阀全关时，压差计 A 指示剂两液面等高，且与其测压面 A-A' 中心线间的垂直距离为 0.5m（图中未反映出），求操作条件下压差计 A 上的读数  $R_A$ 。



2. 用板框过滤机进行恒压过滤碳酸钙水悬浮液，边长为 800mm、厚度为 50mm 的正方形滤框共有 15 个。已测得在指定条件下的过滤常数  $K = 2 \times 10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$ ， $q_e = 0.01\text{m}^3/\text{m}^2$ ，滤饼体积与滤液体积之比为 0.12。

试求：(1) 滤饼充满滤框所需的过滤时间  $\tau$ ，min；

(2) 过滤完毕后用 1/10 滤液体积的清水进行横穿洗涤，求洗涤所用的时间（洗涤的压强

差和洗水粘度与过滤终了时相同)  $\tau_w, \text{min}$ ;

(3)若每批操作的辅助时间为 25min, 求生产能力  $Q, \text{m}^3/\text{h}$ 。

3. 某车间需将流率为  $30\text{m}^3/\text{h}$ 、浓度为 10% 的 NaOH 水溶液由  $20^\circ\text{C}$  预热至  $60^\circ\text{C}$ , 溶液走管程, 然后加热压强为  $19.62\text{kPa}$  (表压) 的反应器内, 其流程如图所示。加热介质为  $127^\circ\text{C}$  的饱和蒸汽。碱液管全部采用直径为  $\phi 76 \times 3\text{mm}$  的钢管。当阀门全开时, 管路、换热器及所有局部阻力的当量长度之和为 330m。摩擦阻力系数可取为定值 0.02。

该车间库存一台两管成列管换热器, 其规格为: 列管尺寸:  $\phi 25 \times 2\text{mm}$

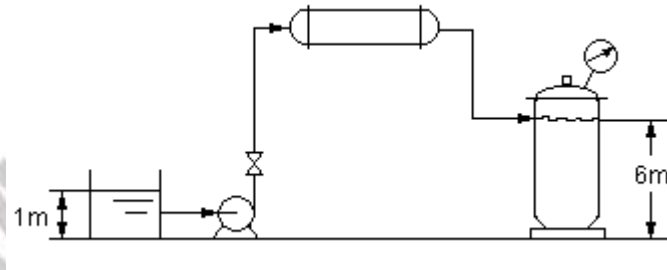
长度: 3m

总管数: 72 根

操作条件下, NaOH 水溶液的物性常数: 密度  $\rho = 1100\text{kg}/\text{m}^3$ , 导热系数  $\lambda = 0.58\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ , 比热  $C_p = 3.77\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ , 粘度  $\mu = 1.5\text{cP}$ 。蒸汽冷凝传热系数为  $1 \times 10^4\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , 该测污垢热阻为  $0.0003\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ , 忽略管壁和热损失。

试求: (1)库存换热器能否满足传热任务;

(2)若离心泵的特性曲线方程为:  $H = 41.17 - 0.007Q^2$ ,  $H$  的单位为  $\text{m}$ ,  $Q$  的单位为  $\text{m}^3/\text{h}$ , 当碱液在上述管路中达到最大输送量时, 求碱液的出口温度。(计算时总传热系数  $K$ 、流体物性可视为不变)



4. 某逆流吸收塔, 用清水吸收混合气体中的氨。气体入塔浓度为  $7.6\text{g}/\text{Nm}^3$ , 混合气处理量为  $5520\text{Nm}^3/\text{h}$ , 要求氨的回收率为 0.9。操作压力  $101.33\text{kPa}$ 、温度  $30^\circ\text{C}$  时的平衡关系为  $Y^* = 2X$ , 操作液气比为最小液气比的 1.2 倍, 气相总体积传质系数  $K_y a = 0.06\text{kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ , 塔径为  $1.2\text{m}$ 。试求: (1)气相传质单元高度  $H_{OG}, \text{m}$ ;

(2)塔的填料层高度  $h, \text{m}$ ;

(3)若该塔操作时, 因解吸不良导致入塔水溶液的  $X_a' = 0.0005$ , 其它入塔条件及操作条件不变, 则回收率又为若干?

(4)在  $Y-X$  图上定性画出原工况及新工况 (解吸不良) 下的操作线与平衡线示意图。

5. 设一连续精馏塔, 塔板无穷多, 塔釜间接蒸汽加热, 塔顶全凝器, 泡点回流。进料中含易

挥发组分 0.41 (摩尔分率, 下同), 进料量为  $100\text{kmol/h}$ , 以饱和蒸汽状态进入塔中部某适当部位。塔顶馏出液量为  $40\text{kmol/h}$ , 浓度  $x_D=0.95$ , 体系的相对挥发度为 2.5。

试求: (1) 塔底残液的组成、回流比  $R$ ;

(2) 若塔釜停止供应蒸汽, 保持  $F$ 、 $x_F$ 、 $q$ 、 $D$  不变, 求塔顶馏出液及塔底残液的组成。