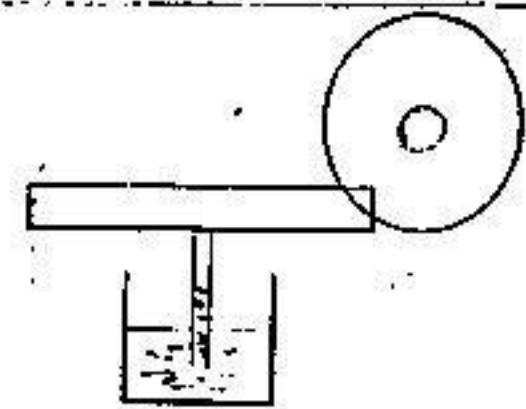


考试科目: 化工原理

一、概念题(共10题, 每题2分)

1. (1) 风机的进口管内径为100 mm, 入口处真空度为12 mmHg, 空气的密度为1.2 kg/m³, 则风机的风量为 $V = 0.1098 \text{ m}^3/\text{s}$

(2) 层流底层越薄, 流动阻力越 大



2. (1) 某同学进行离心泵特性曲线测定实验, 启动泵后, 出水管不出水, 泵进口处真空表指示真空度很高, 你认为以下可能的原因中, 哪一个是真正的原因(C)?

- (A) 水温太高 (B) 真空表坏了 (C) 吸入管路堵塞 (D) 排出管路堵塞

(2) 下列各泵中没有自吸能力的是(A)

- (A) 油泵 (B) 隔膜泵 (C) 螺杆泵 (D) 计量泵

3. (1) 已知旋风分离器的平均旋转半径为0.5 m, 气体的切向进口速度为20 m/s, 那么该分离器的分离因数为 81.6

(2) 过滤介质阻力忽略不计时, 最佳等压过滤循环是 $\frac{2\tau^2}{0.5 \times 0.8}$

- (A) $Q_{过滤} = Q_{洗涤}$ (B) $Q_{过滤} + Q_{洗涤} = Q_{抽}$ (C) $Q_{过滤} = Q_{洗涤} + Q_{抽}$ (D) $Q_{洗涤} = Q_{过滤} + Q_{抽}$ (此处Q表示时间)

4. (1) 在板框过滤机中, 如滤饼不可压缩, 介质阻力不计, 过滤时间增加一倍时, 其过滤速率为原来的 $\frac{1}{2}$ 倍

(2) "在离心机中回转半径越大, 分离因数越大", "在旋风分离器中回转半径越大, 分离因数越大"

- (A) 只有第一种说法对 (B) 只有第二种说法对 (C) 两种说法都对 (D) 两种说法都不对

5. (1) 用水在逆流操作的套管换热器中冷却某物料, 要求热流体的温度T₁、T₂及流量W₁不变, 今因冷却水进口温度增高, 为保证完成生产任务, 提高冷却水的流量W₂, 其结果是 B

- (A) K增大, Δt_m不变 (B) Q不变, Δt_m下降, K增大 (C) Q不变, K增大, Δt_m不确定 (D) Q增大, Δt_m下降

(2) 在温度为T时, 已知耐火砖的辐射能力大于磨光铜的辐射能力, 则耐火砖的黑度为 A

- (A) 0.85 (B) 0.03 (C) 1

6. (1) 在低浓度难溶气体的逆流吸收塔中, 若其他条件不变, 而入口液体量增加, 则此塔的气相总传质单元数 增加

(2) 根据表面更新理论, 传质系数应与扩散系数的 0.5 次方成正比

7. (1) 精馏分离α=2.5的二元理想混合液, 已知回流比R=3, 塔顶x_D=0.96, 测得精馏段相邻二块板的下降液体浓度分别为0.4和0.45, 则其中下面一块板的汽相单板效率E_m为 C

- (A) 22.2% (B) 32.68% (C) 41.1% (D) 107.5%

(2) 连续操作的精馏塔, 若将塔顶的泡点回流改为冷液回流, 则所需的理论板数将 减少

8. (1) 下列情况不是诱发降液管液泛的原因: D

- (A) 液、气负荷过大 (B) 过量雾沫夹带 (C) 塔板间距过小 (D) 过量漏液

(2) 一般而言, 填料塔的压降 > 板式塔的压降

9. (1) 一吸湿性物料和一非吸湿性物料, 具有相同的干燥面积, 在相同的干燥条件下进行干燥, 前者的干燥速率为U_A, 后者的干燥速率为U_B, 则在恒速干燥段U_A > U_B

(2) 同一物料, 如恒速段的干燥速率增加, 则临界含水量 C

- (A) 减小 (B) 不变 (C) 增大 (D) 不一定

考试科目：化工原理

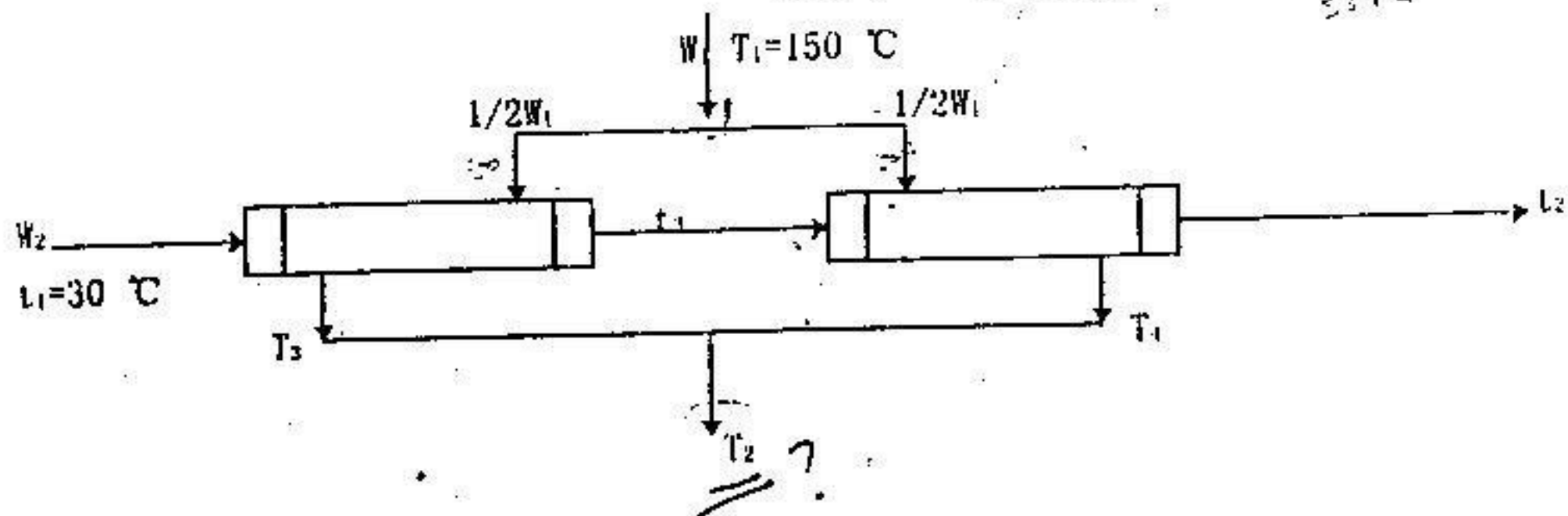
下面二题中任选一题：

10a (1) 在多级逆流萃取中，若操作点Δ位于S一侧，欲达到同样的分离程度，溶剂比愈大，则操作点Δ愈靠近S点。
(2) 萃取因数1/A的物理意义是 $\frac{K_1}{K_2} = \frac{K_1}{K_2} \times \frac{V_2}{V_1}$

10b (1) 在双效并流蒸发系统中，将10000 kg/h的10%稀溶液浓缩到50%。若二效的蒸发水量相等，则出第一效溶液的浓度为 20%。
(2) 当每个蒸发器的传热面积、蒸汽压强以及冷凝器真空度相同时，多效蒸发的生产强度 大于 单效蒸发。

二、(20分) 用离心泵将低位槽中的溶液送至高位槽，再从高位槽输送到某塔设备中。高位槽中的液位维持恒定。离心泵在一定转速下的特性方程为 $H=26-0.4 \times 10^6 Q^2$ (H的单位为m, Q的单位为m³/s) 两槽液面高度差为10 m。管路系统的阻力损失 $\Sigma H_f=0.6 \times 10^6 Q^2$ (ΣH_f 的单位为m, Q的单位为m³/s)。设流动在阻力平方区。试计算：(1) 若前道工序向低位槽正常供料，使低位槽中的液位也恒定，求流量。(2) 若生产过程中前道工序发生故障，致使向低位槽的供料停止，但高位槽中液位仍维持恒定，求低位槽中液面下降2 m所需的时间。低位槽面积为5 m² (泵始终处于正常工作状态)。

三、(20分) 两流体热交换采用图示流程，两个列管式热交换器相同。换热管φ19x2 mm，管长为3 m。管束共有90根，单程换热。已知冷流体走管内，流量为10000 kg/h，进口温度为30℃，比热容1.05 kJ/(kg·K)，粘度0.02厘泊，导热系数0.03 W/(m·K)。热流体进口温度为150℃，且 $(Wc_p)_h=2(Wc_p)_c$ 。热流体管壁与垢层的热阻均可忽略不计。求热流体出口温度T₂。



四、(20分) 用精馏塔分离某水溶液，水为难挥发组分。已知x_D=0.95, x_W=0.10, x_F=0.50 (均为mol分率)。原料于泡点状态下进入塔的中部。塔顶采用全凝器，泡点回流，回流比R=1.5 R_{min}。塔底用饱和水蒸汽直接加热。该系统的相对挥发度α=3，每层塔板的板效率E_m=0.5。求：(1) 从塔顶第一块实际板下降的液体组成x₁；(2) 塔顶的采出率D/F。

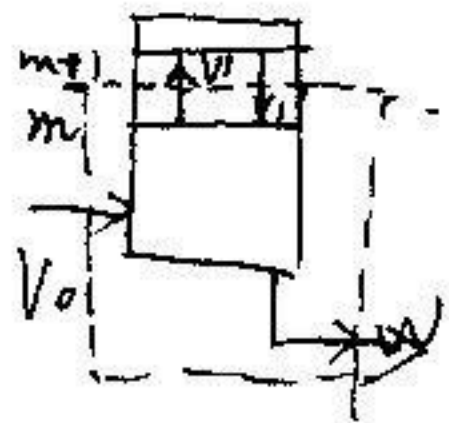
五、(20分) 用填料塔逆流吸收混合气中的可溶组分。该物系的相平衡关系为Y=2X。吸收剂入塔浓度X₂=0.0002，混合气入塔浓度Y₁=0.01，操作液气比L/V=1.5(L/V)_{min}。可溶组分的回收率可达η=90%。(1) 假设吸收剂回收(解吸)操作不慎，X₂升至0.00035，那么回收率下降为多少？液相出塔浓度升至多少？(2) 如改用板式塔，设计条件不变，需理论板数多少？

Handwritten calculations for Question 5:

$$N_T = \frac{1}{\ln A} \ln \left[(A-1) \frac{Y_1 - Y_2^*}{Y_2 - Y_2^*} + 1 \right] - 1$$
$$A = \frac{L}{mV} = \frac{2.51}{2} = 1.40 \quad Y_2^* = 2 \times 0.0002 = 0.0004$$
$$N_T = \frac{1}{\ln 1.4} \ln \left[1.4 \frac{0.01 - 0.0004}{0.001 - 0.0004} + 1 \right] - 1 = 4.95 \approx 5$$
$$A = N_T = \frac{\ln \frac{A-1}{1-\eta}}{\ln A} - 1 \quad \text{或} \quad N_T = \frac{1}{\ln A} \ln \left[(A-1) \frac{Y_1 - Y_2^*}{Y_2 - Y_2^*} + 1 \right] - 1$$

Additional notes: $\eta = \frac{Y_1 - Y_2}{Y_1 - Y_2^*}$, $\eta = \frac{Y_1 - Y_2}{Y_1 - Y_2^*}$ 表示回收率与最大回收率之比。当X=0.00035, η=0.90, 求Y2.

四. 解: $\because y_1 = x_D = 0.95, \quad 2y_1 = \frac{3x_1}{1+2x_1} \quad \therefore 0.95 = \frac{3x_1}{1+2x_1} \quad \therefore x_1 = 0.864$



物料衡算 $V' + W = L' + V_0$
 $V' y_{m+1} + W x_w = L' x_m$
 $\text{又 } V' = V_0 \quad W = L'$

$\because x_D = x_F = 0.5 \quad \therefore y_2 = \frac{3 \times 0.5}{1+2 \times 0.5} = 0.75$
 $R_{min} = \frac{0.95 - 0.75}{0.75 - 0.5} = 0.8$
 $\therefore R = 1.5 \times 0.8 = 1.2$

全物料衡算 $\begin{cases} F + V_0 = D + W \\ F x_F = D x_D + W x_w \\ V_0 = V = V + (2-1)F = V = (2+1)D = 2.2D \end{cases}$

$\begin{cases} 100 + 2.2D = D + W \\ 100 \times 0.5 = D \times 0.95 + W \times 0.1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D = 35.2 \\ W = 142.32 \end{cases}$

$\frac{P}{F} = 35.2\%$

五. 解: $\textcircled{1} Y = 2X, \quad m=2, \quad Y_1 = 0.01, \quad X_2 = 0.0002, \quad Y_2 = (1-0.9) \times 0.01 = 0.001$

$(\frac{L}{V})_{min} = \frac{Y_1 - Y_2}{X_1^* - X_2} = \frac{0.01 - 0.001}{\frac{0.01}{2} - 0.0002} = 2.0625$
 $\frac{L}{V} = 1.5 \times 2.0625 = 3.094$

~~$X_2 = 0.00025$~~ $S = \frac{mV}{L} = \frac{2}{3.094} = 0.647$
 $Y_2^* = mX_2 = 2 \times 0.0002 = 0.0004$

$N_{OG} = \frac{1}{1-S} \ln \left[(1-S) \frac{Y_1 - Y_2^*}{Y_2 - Y_2^*} + S \right] = \frac{1}{1-0.647} \ln \left[(1-0.647) \frac{0.01 - 0.0004}{0.001 - 0.0004} + 0.647 \right] = 5.21 \approx 5.79$

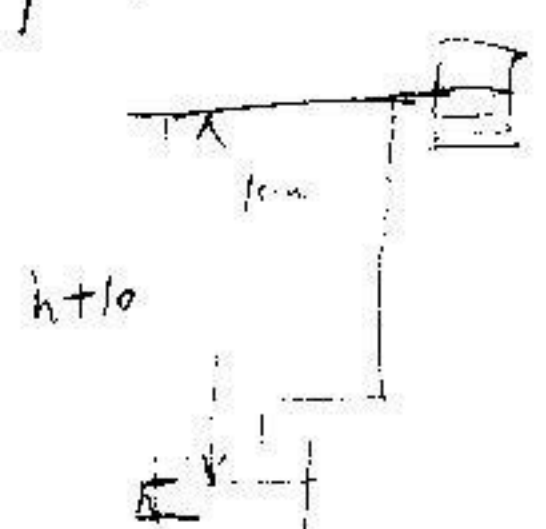
若 $X_2 = 0.00035$, $\because S = \frac{mV}{L}$ 不变, $H_{OG} = \frac{V}{k_y a \Omega}$ 不变, $\therefore H_{OG}$ 不变, $\therefore N_{OG}$ 也不变.

$\therefore N_{OG} = 5.79 = \frac{1}{1-0.647} \ln \left[(1-0.647) \frac{0.01 - 0.00035 \times 2}{0.001 - 0.00035 \times 2} + 0.647 \right]$

$\therefore Y_2 = 0.0013$

$\therefore \eta = \frac{Y_1 - Y_2}{Y_1} = \frac{0.01 - 0.0013}{0.01} = 87\%$

$X_1 = X_2 + \frac{V}{L}(Y_1 - Y_2) = 0.00035 + \frac{1}{3.094}(0.01 - 0.0013) = 0.00317$



二. 解: (1) $\frac{L}{\rho g} H_e = \Delta z + \frac{Q^2}{2gA^2} + \sum h_f = 10 + 0.6 \times 10^6 Q^2$
 $H = 26 - 0.4 \times 10^6 Q^2 \quad H_e = H \quad \therefore Q = 0.004 \text{ m}^3/\text{s}$

(2) 由题意: $A \cdot dh = Q \cdot dt$. 又令某时刻液面下降 h ($h < 2$) 时, 液面下降速度为 $10+h$.

$\therefore H_e = 10+h + 0.6 \times 10^6 Q^2 = 26 - 0.4 \times 10^6 Q^2$

$\therefore Q = \sqrt{16-h} \times 10^{-3}$

$\therefore A \cdot dh = \frac{\sqrt{16-h}}{1000} \cdot dt$ 积分之 $\int_0^2 \frac{dh}{\sqrt{16-h}} = \int_0^{\theta} \frac{1}{2000} dt$
 $\therefore \frac{1}{2000} \theta = 8 - 2\sqrt{14} \quad \therefore \theta = 103.3 \text{ s}$

37.38