

化学工程、化学工程专业入学考试复试样题

答案写在答题纸上，写清题号，不必抄题。

一、简答题（12分）：

1. 何为层流内（底）层？其厚度与哪些因素有关？其厚度的大小又是如何影响流动阻力和传热阻力的？

2. 为预热某一反应釜内的料液，在釜外安装夹套，用水蒸气加热之。试提出对此夹套式换热器强化传热的措施。

3. 试从理论上定性分析进料热状况参数 q 值对板式精馏塔塔板数的影响；并从传质角度说明哪种情况下进料为佳？

二、计算题（各14分，两题共28分）

1. 在一单管程列管式换热器中，用水蒸汽冷凝加热空气，空气在管内湍流流动。现将单管程改为双管程，其它条件不变，计算说明此时总传热系数和空气通过换热器的流动阻力分别为原来的多少倍？由此可获得什么结论？

（设管路的摩擦系数可用 $\lambda = 0.3164 / \text{Re}^{0.25}$ 计算，忽略管束进出口等局部阻力，并且忽略温度变化对物性的影响。）

2. 某逆流操作的填料吸收塔，塔截面积 1 m^2 。用清水吸收混合气中的氨气，混合气量为 0.06 kmol/s ，其中氨的浓度为 0.01 （摩尔分率），要求氨的回收率至少为 95% 。已知吸收剂用量为最小用量的 1.5 倍，气相总体积吸收系数 $K_y a$ 为 $0.06 \text{ kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ，且 $K_y a \propto G^{0.8}$ 。操作压力 101.33 kPa ，操作温度 30°C ，在此操作条件下，气液平衡关系为 $y^* = 1.2x$ ，试求：

(1) 填料层高 (m)；

(2) 当混合气量增大 20% ，同时按比例增大吸收剂用量时，定性分析溶质吸收率的变化；

(3) 若混合气量增大, 仍维持溶质吸收率不变, 可采取哪些措施?

三、有一气相热分解反应 $A \rightarrow R+S$, 现已知该反应在某温度下进行, 其速率方程式为:

$$-r_A = k_p P_A [\text{mol}/(\text{cm}^3 \text{min})]$$

$$\text{其中: } k_p = 4.71 \times 10^{-1} [\text{mol}/(\text{cm}^3 \text{min} \cdot \text{atm})]$$

该反应在平推流反应器中等温等压条件下进行, 压力为[1atm]。加入的原料气中只含有A组分, 加料速率为 $150[\text{cm}^3/\text{min}]$ (标准状态)。试求:

- (1) 当 A 的转化率在 0.85 时, 所需的反应器体积为多少?
- (2) 若操作温度为 25°C , 物料在反应器内停留了多长时间? (20 分)

四、可逆液相反应 $A \rightleftharpoons R$ 在间歇反应器中进行。已知:

- (1) 应起始时反应器内没有 R;
- (2) 逆反应都可以作为基元反应处理;
- (3) 在 65°C 时达到 58.1% 转化率需时 1 分钟, 而在 25°C 时达到 60% 转化率需时 10 分钟;

$$(4) \text{ 该反应的 } \Delta G_{298}^0 = -14130 [\text{J}/\text{mol}], \Delta H_{298}^0 = -75300 [\text{J}/\text{mol}];$$

(5) 在一定温度范围内, C_{PA}, C_{PR} 均为常数。

求该反应的平衡常数、正逆反应速率常数的数学表达式。 (10 分)

五、说明解题原理 (20 分)

试说明等摩尔浓度的乙醚 (1) 与水 (2) 二元体系在 150°C 和 1 bar 状态下气体混合物焓值的计算原理。包括解题条件的分析, 热力学模型 (具体形式)、基础数据类型、以及解题步骤等说明。不需要给出计算结果。

提示: 计算多组分体系焓值的基本公式为

$$H_m = \sum x_i H_{m,i}^0 + \Delta_{\text{mix}} H_m$$

六、系统能量分析（10分）

右图系统中所示的各设备除了反应器以外，均保温良好。假设物流的动能与位能可忽略，试分别做出整个系统的能量平衡方程与焓平衡方程，并分析能量损失原因。

