

# 吸收综合练习 1

2020.4

班级 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_

## 一、填空

1、采用吸收操作实现气体混合物的分离必须重点解决选择合适的吸收剂，提供适当设备，溶剂再生三方面的问题。

2、亨利定律的三种表达形式： $p_e=mx$ 、 $p_e=Hc$  和  $y=mx$ 。吸收操作中，总压降低， $E$  不变、 $H$  不变、 $m$  上升。（上升、下降、不变）

3、分子扩散的实质是分子的微观运动的宏观统计结果。漂流因子的表达式为： $\frac{c_M}{c_{BM}}, \frac{P}{P_{BM}}$ ，它反映单向扩散时因存在主体流动而使  $N_A$  为  $J_A$  的某一倍数。

4、对流传质理论中，其中三个重要的传质模型分别是：有效膜（双膜）理论、溶质渗透理论 和 表面更新理论。

5、在逆流吸收操作的填料塔中，当解吸因数 $<1$ 时，若填料层高度 $H \rightarrow \infty$ ，则气液两相将于塔顶达到平衡，若用纯溶剂吸收，则溶质的吸收率最大可以达到100%。

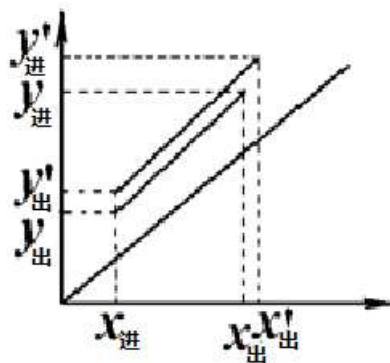
6、一个液膜控制的气体吸收过程，为加大吸收速率，应采用增加吸收剂流量、减小吸收剂进口浓度、降低吸收温度等措施。

7、在填料吸收塔的计算中，表示传质分离任务难易程度的一个量是 $N_{OG}$ ，而表示设备传质效能高低的一个量是 $H_{OG}$ 。

8、 $NH_3$ 、 $HCl$ 等易溶气体溶解度大，其吸收过程通常为气膜控制； $H_2$ 、 $CO_2$ 、 $O_2$ 等难溶气体溶解度小，其吸收过程通常为液膜控制。

9、逆流吸收，进口气体组成 $y_{进}$ 和吸收剂入口浓度 $x_{进}$ 及流量不变，气体流量 $G$ 增加。若为气膜阻力控制，则 $y_{出}$  变大， $x_{出}$  变大。若为液膜控制则 $H_{OL}$  不变， $N_{OL}$  不变， $H_{OG}$  变大。（变大，变小，不变，不确定）

10、用逆流操作的吸收塔处理含低浓度易溶气体混合物，如其他操作条件不变，而入口气体的浓度 $y_{进}$ 增加，则此塔的液相总传质单元数 $H_{OL}$ 将不变。出口气体组成 $y_{出}$ 将变大。出口液相组成 $x_{出}$ 将变大。（变大、变小、不变、不确定）（由物料衡算可知， $y_{进}$ 增大， $x_{出}$ 增大）



## 二、计算题

1、在逆流操作的吸收塔内，用清水吸收氨—空气混合气中的氨，混合气进塔时氨的浓度  $y_b=0.01$ （摩尔分率），吸收率为 90%，操作压力为 101.3kPa，溶液为稀溶液，系统为理想物系，操作温度下氨在水中的饱和蒸汽压为 91.17kPa。试求：

- (1) 相平衡系数  $m$  （0.9）
- (2) 溶液最大出口浓度； （0.011）
- (3) 最小液气比； （0.81）
- (4) 吸收剂的用量为最小用量的 2 倍、传质单元高度为 0.5m 时的填料层高度。（1.81m）

解： 属低浓气体吸收

$$(1) y_2 = y_1(1 - \eta) = 0.01 \times (1 - 90\%) = 0.001$$

$$\text{理想物系，则： } y = \frac{p_A^0}{P} x = \frac{91.17}{101.3} x = 0.9x$$

$$\therefore m = 0.9$$

$$\text{溶液最大出口浓度为 } x_{1e} = \frac{y_1}{m} = \frac{0.01}{0.9} = 0.011$$

$$(2) \left( \frac{L}{G} \right)_{\min} = \frac{y_1 - y_2}{\frac{y_1}{m} - x_2} = \frac{0.01 - 0.001}{\frac{0.01}{0.9} - 0} = 0.81$$

$$(3) \frac{L}{G} = 2 \left( \frac{L}{G} \right)_{\min} = 2 \times 0.81 = 1.62$$

$$\frac{1}{A} = \frac{m}{L/G} = \frac{0.9}{1.62} = 0.556$$

$$N_{OG} = \frac{1}{1 - \frac{1}{A}} \ln \left[ \left( 1 - \frac{1}{A} \right) \frac{y_1 - mx_2}{y_2 - mx_2} + \frac{1}{A} \right]$$

$$= \frac{1}{1-0.556} \ln \left[ (1-0.556) \frac{0.01}{0.001} + 0.556 \right] = 3.62$$

$$H = H_{OG} \cdot N_{OG} = 0.5 \times 3.62 = 1.81m$$

2、在逆流操作的填料塔内，用纯溶剂吸收低浓混合气体中的可溶组分 A。已知吸收剂用量为最小用量的 1.5 倍，气相总传质单元高度  $H_{OG}=1.11m$ ，操作条件下的气液相平衡关系为  $y = mx$ （气液组成均以摩尔分率表示），要求 A 组分的回收率为 90%。在此填料塔内，若将混合气的流量增加 10%，而其他操作条件不变，已知  $K_y a \propto G^{0.7}$ 。

试求

- (1) 原工况的  $N_{OG}$  (4.65)
- (2) 所需的填料层高度 (5.16m)
- (3) 混合气的流量增加 10% 后的  $N_{OG}$  (4.52)
- (4) 混合气的流量增加 10% 后的回收率 (87.6%)

$$\text{解: } \left( \frac{L}{G} \right)_{\min} = \frac{y_1 - y_2}{\frac{y_1}{m} - x_2} = m \eta = 0.9m$$

$$\frac{L}{G} = 1.5 \left( \frac{L}{G} \right)_{\min} = 1.5 \times 0.9m = 1.35m$$

$$\frac{1}{A} = \frac{m}{L/G} = \frac{m}{1.35m} = 0.741$$

$$\begin{aligned} N_{OG} &= \frac{1}{1 - \frac{1}{A}} \ln \left[ \left( 1 - \frac{1}{A} \right) \frac{y_1}{y_2} + \frac{1}{A} \right] = \frac{1}{1 - \frac{1}{A}} \ln \left[ \left( 1 - \frac{1}{A} \right) \frac{1}{1 - \eta} + \frac{1}{A} \right] \\ &= \frac{1}{1 - 0.741} \ln \left[ (1 - 0.741) \frac{1}{1 - 0.9} + 0.741 \right] = 4.65 \end{aligned}$$

$$H = H_{OG} \cdot N_{OG} = 1.11 \times 4.65 = 5.16m$$

若混合气的流量增加 10%，而其他操作条件不变，则

$$\left( \frac{L}{G} \right)' = \frac{L}{G} \times \frac{G}{G'} = 1.35m \times \frac{1}{1.1} = 1.227m$$

$$\frac{1}{A'} = \frac{m}{(L/G)'} = \frac{m}{1.227m} = 0.815$$

$$\text{又 } \frac{H_{OG}}{H'_{OG}} = \frac{G}{G'} \times \frac{K'_y a}{K_y a} = \frac{G}{G'} \times \left( \frac{G'}{G} \right)^{0.7} = \left( \frac{G}{G'} \right)^{0.3} = \left( \frac{1}{1.1} \right)^{0.3} = 0.972 \text{ 倍}$$

$$\therefore \frac{N'_{OG}}{N_{OG}} = \frac{H_{OG}}{H'_{OG}} = 0.972$$

$$N'_{OG} = 0.972 \times 4.65 = 4.52$$

$$\text{又 } N'_{OG} = \frac{1}{1 - \frac{1}{A'}} \ln \left[ \left( 1 - \frac{1}{A'} \right) \frac{1}{1 - \eta'} + \frac{1}{A'} \right]$$

$$= \frac{1}{1 - 0.815} \ln \left[ (1 - 0.815) \frac{1}{1 - \eta'} + 0.815 \right]$$

$$\therefore \eta' = 87.6\%$$