

# 练习七

## 第八章 吸收

## 一、填空

1、吸收操作的基本依据

是气体在吸收剂中的溶解度差异，吸收过程的经济性主要决定于解吸。

2、吸收、解吸操作时，低温对吸收有利；高温对解吸有利；高压对吸收有利；低压对解吸有利。

3、亨利定律有3种表达方式，在总压 $p < 5\text{ atm}$ 下，若 $p$ 增大，则 $m$ 减小， $E$ 不变， $H$ 不变；若温度 $t$ 下降，则 $m$ 减小， $E$ 减小， $H$ 减小。

(增大，减少，不变，不确定)

- 4、漂流因子的数值=1，表示无主体流动。已知分子扩散时，通过某一考察面PQ有四股物流： $N_A$ 、 $J_A$ 、 $N$ 和 $N_m$ 。试用 $>$ ,  $=$ ,  $<$  表示；等分子反向扩散时： $J_A = N_A > N = N_m = 0$ ；  
A组分单向扩散时： $N_m = N = N_A > J_A > 0$ 。
- 5、若 $1/K_y = 1/k_y + m/k_x$ ，当气膜控制时， $K_y \approx \underline{k_y}$ ；当液膜控制时， $K_y \approx \underline{k_x/m}$ 。
- 6、 $N_{OG} = (y_1 - y_2) / \Delta y_m$ 的适用条件是  
平衡线在吸收塔操作范围内可近似看成直线；用数值积分法求 $N_{OG}$ 时的平衡关系是曲线。

7、最小液气比 ( $L/G$ )<sub>min</sub> 对 设计型 (设计型, 操作型) 是有意义的。如实际操作时  $(L/G) < (L/G)$ <sub>min</sub>，则产生的结果是  $y_2$  不能达到规定的分离要求。

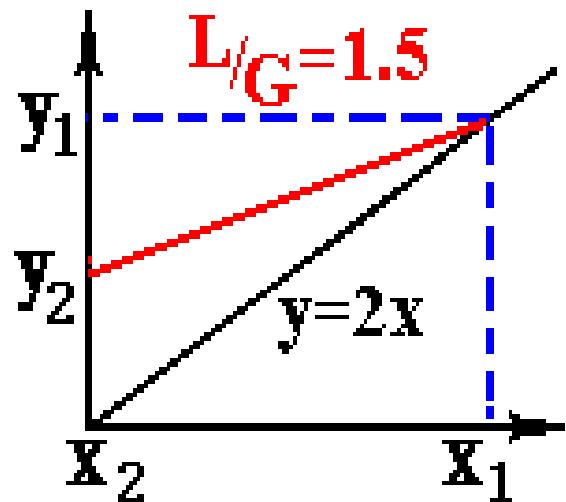
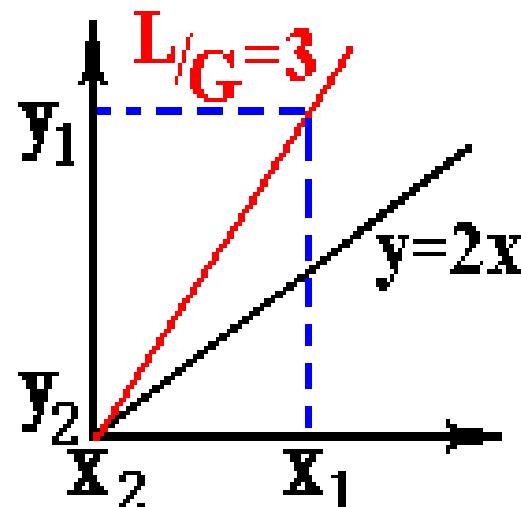
8、设计时, 用纯水逆流吸收有害气体, 平衡关系为  $y=2x$ , 入塔  $y_1=0.1$ , 液气比  $(L/G)=3$ , 则出塔气体浓度最低可降至 0, 若采用  $(L/G)=1.5$ , 则出塔气体浓度最低可降至 0.025。

$$\therefore \frac{L}{G} = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - 0}$$

$$y_2 = y_1 - \frac{L}{G} x_1$$

$$= y_1 - \frac{L}{G} \frac{y_1}{m}$$

$$= 0.1 - 1.5 \times 0.05 = 0.025$$



9、用纯溶剂逆流吸收，已知 $L/G=m$ ，回收率为0.9，  
则传质单元数 $N_{OG}=\underline{\text{9}}$ 。

$$\therefore \frac{L}{G} = m$$

操作线与平衡线平行

$$\therefore N_{OG} = \frac{y_1 - y_2}{\Delta y_m} = \frac{y_1 - y_2}{y_2} = \frac{y_1 - 0.1y_1}{0.1y_1} = \frac{0.9}{0.1} = 9$$

10、操作中逆流吸收塔， $x_2=0$ ，今入塔 $y_1$ 上升，而其它入塔条件均不变，则出塔 $y_2$  上升，回收率 $\eta$  不变。（变大，变小，不变，不确定）

$$\text{塔高 } H = N_{OG} H_{OG}$$

$H_{OG}$ 一定

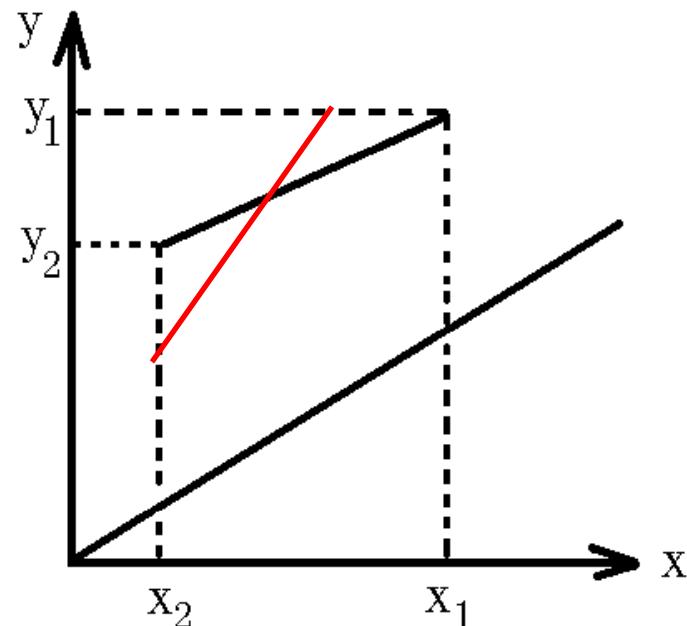
$$N_{OG} = \frac{1}{1 - \frac{1}{A}} \ln \left[ \left(1 - \frac{1}{A}\right) \frac{y_1 - 0}{y_2 - 0} + \frac{1}{A} \right]$$

$\frac{y_1}{y_2}$  不变

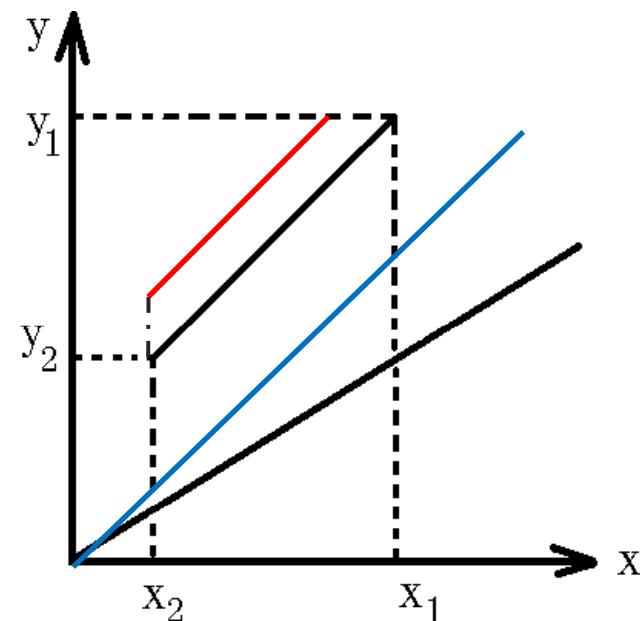
## 二、作图题

以下各小题y~x图中所示为原工况下的平衡线与操作线，试画出按下列改变操作条件后的新平衡线与操作线：

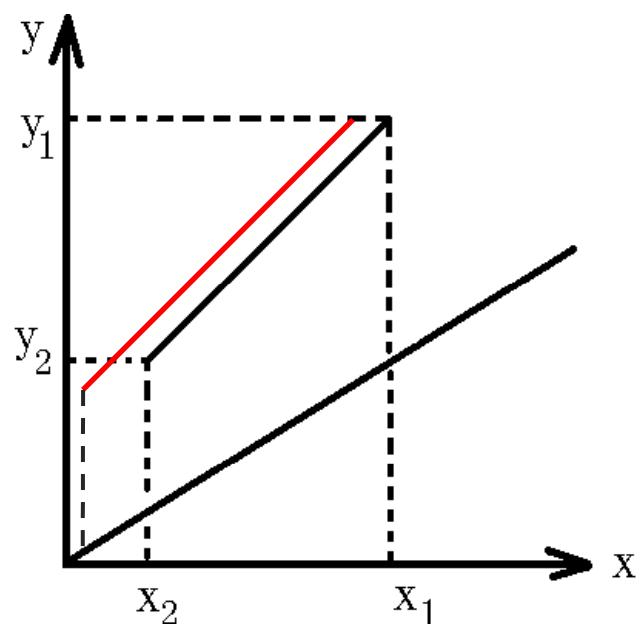
1. 吸收剂量增大



2. 操作温度升高

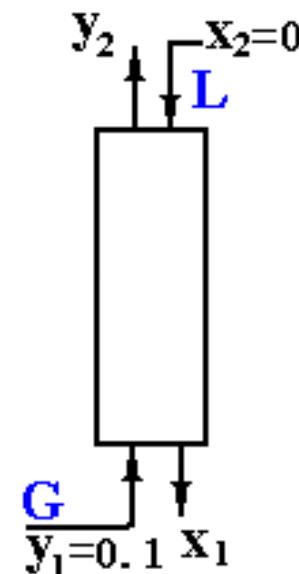


### 3. 吸收剂入口浓度降低



三、用清水逆流吸收除去混合物中的有害气体，已知入塔气体组成， $y_1=0.1$ ， $\eta=90\%$ ，平衡关系： $y=0.4x$ ，液相传质单元高度 $H_{OL}=1.2m$ ，操作液气比为最小液气比的1.2倍。

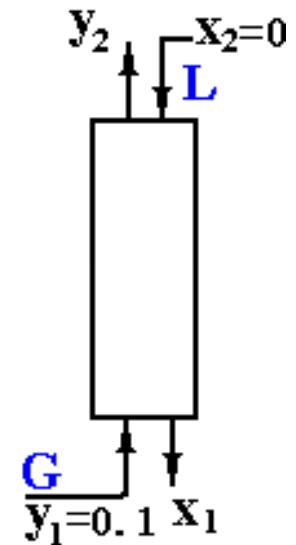
试求：① 塔高；  
② 若塔高不受限制， $L/G$ 仍为原值，则 $\eta_{max}$ 为多少？



(1)

$$\eta = 0.9 = \frac{y_1 - y_2}{y_1}$$

$$y_2 = (1 - \eta) y_1 = (1 - 0.9) \times 0.1 = 0.01$$



物料衡算：

$$\left\{ \begin{array}{l} G(y_1 - y_2) = L(x_1 - x_2) \\ \left( \frac{L}{G} \right)_{\min} = \frac{y_1 - y_2}{x_e - x_2} = \frac{0.1 - 0.01}{0.1 / 0.4 - 0} = 0.36 \\ \frac{L}{G} = 1.2 \times 0.36 = 0.43 \end{array} \right.$$

$$x_1 = \frac{G}{L} (y_1 - y_2) = \frac{(0.1 - 0.01)}{0.43} = 0.208$$

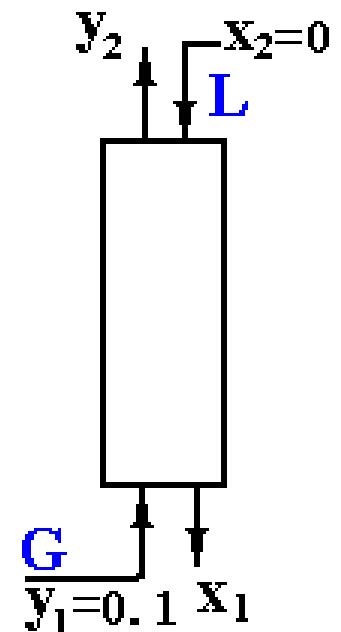
$$\Delta x_1 = x_{1e} - x_1 = \frac{y_1}{m} - x_1 = \frac{0.1}{0.4} - 0.208 = 0.042$$

$$\Delta x_2 = x_{2e} - x_2 = \frac{y_2}{m} - x_2 = \frac{0.01}{0.4} - 0 = 0.025$$

$$\Delta x_m = \frac{\Delta x_1 - \Delta x_2}{\ln \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}} = \frac{0.042 - 0.025}{\ln \frac{0.042}{0.025}} = 0.0328$$

$$N_{OL} = \frac{x_1 - x_2}{\Delta x_m} = \frac{0.0208 - 0}{0.0328} = 6.35$$

$$\therefore H = H_{OL} \cdot N_{OL} = 1.2 \times 6.35 = 7.62 \text{m}$$



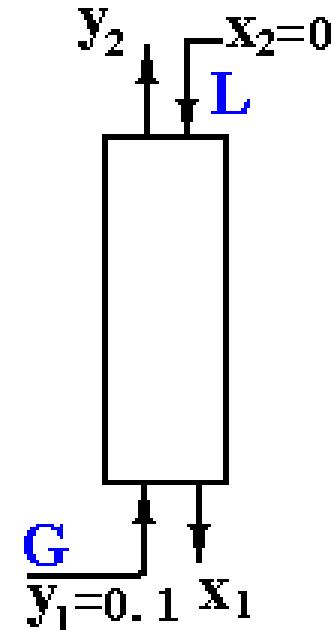
(2)

$$\frac{L}{G} = 0.43 > m = 0.4$$

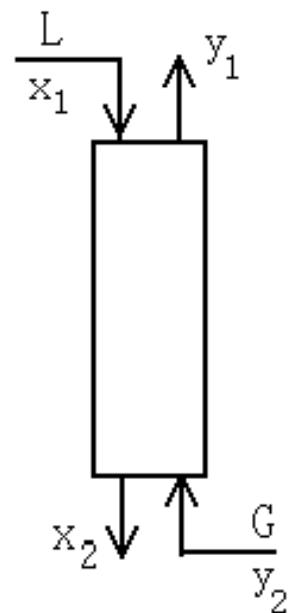
在塔顶达到平衡

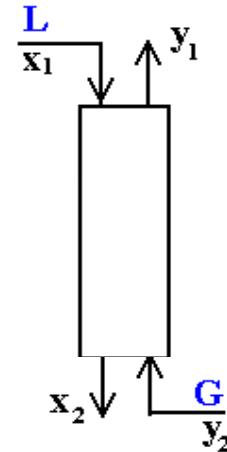
$$\therefore y_2' = y_{2e} = mx_2 = 0$$

$$\therefore \eta_{\max} = \frac{y_1 - y_2'}{y_1} = \frac{y_2}{y_1} = 100\%$$



四、解吸塔高6m,  $L=200\text{kmol/h}$ ,  $x_1=0.08$  (摩尔分率, 下同), 用 $y_2=0$ ,  $G=350\text{kmol/h}$ 的惰性气体解吸时, 得 $y_1=0.036$ , 且知平衡关系:  $y=0.5x$ , 试求: ① 该塔的气相传质单元高度 $H_{OG}$ ;  
 ② 当操作中 $G$ 增加到 $400\text{kmol/h}$ 时, 则 $x_2$ 为多少? (设 $L$ ,  $y_2$ ,  $x_1$ 不变,  $G$ 增加时 $H_{OG}$ 基本不变)  
 ③ 在 $y \sim x$ 图上画出 $G$ 变化前后的操作线。





## (1)物料衡算

$$G(y_1 - y_2) = L(x_1 - x_2)$$

$$\therefore x_2 = x_1 - \frac{G}{L}(y_1 - y_2) = 0.08 - \frac{350}{200}(0.036 - 0) = 0.017$$

$$\therefore \Delta y_1 = y_{1e} - y_1 = mx_1 - y_1 = 0.5 \times 0.08 - 0.036 = 0.004$$

$$\therefore \Delta y_2 = y_{2e} - y_2 = mx_2 - y_2 = 0.5 \times 0.017 - 0 = 0.0085$$

$$\Delta y_m = \frac{\Delta y_2 - \Delta y_1}{\ln \frac{\Delta y_2}{\Delta y_1}} = \frac{0.0045}{\ln \frac{0.085}{0.0040}} = 0.006$$

$$N_{OG} = \frac{y_1 - y_2}{\Delta y_m} = \frac{0.036}{0.006} = 6 \quad \therefore H_{OG} = \frac{H}{N_{OG}} = \frac{6}{6} = 1(m)$$

(2) ∵ H不变,  $H_{OG}$ 基本不变  
 $\therefore N_{OG}$ 基本不变

$$\therefore \frac{L}{G'} = \frac{200}{400} = 0.5$$

操作线与平衡线平行

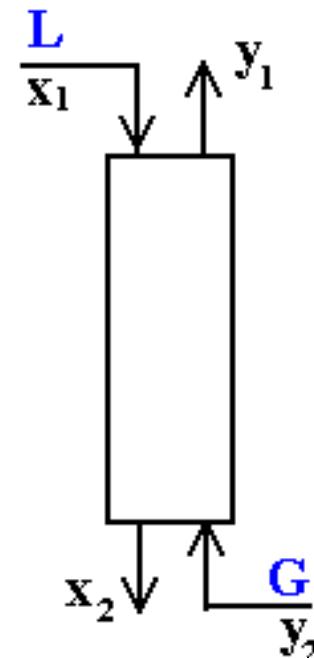
$$\therefore N_{OG} = \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy}{y_e - y} = \frac{y'_1 - y'_2}{mx'_2} = \frac{y'_1}{0.5x'_2} = 6$$

$$G'(y'_1 - y'_2) = L(x_1 - x_2')$$

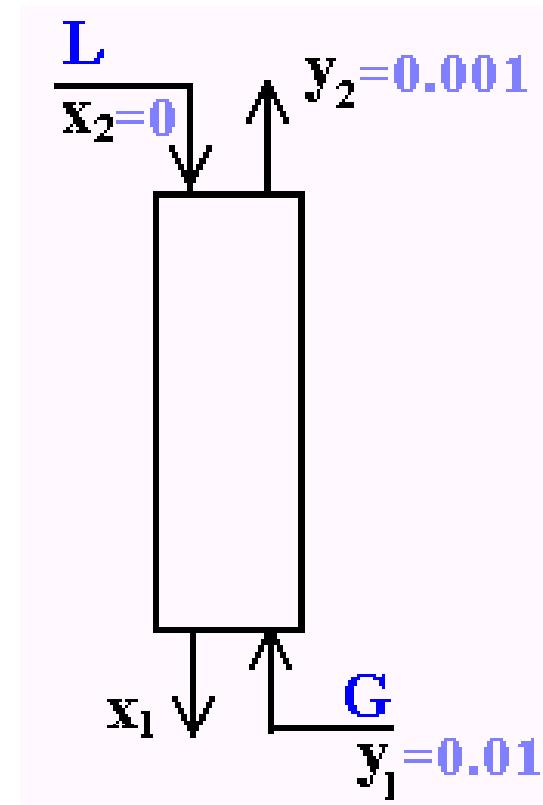
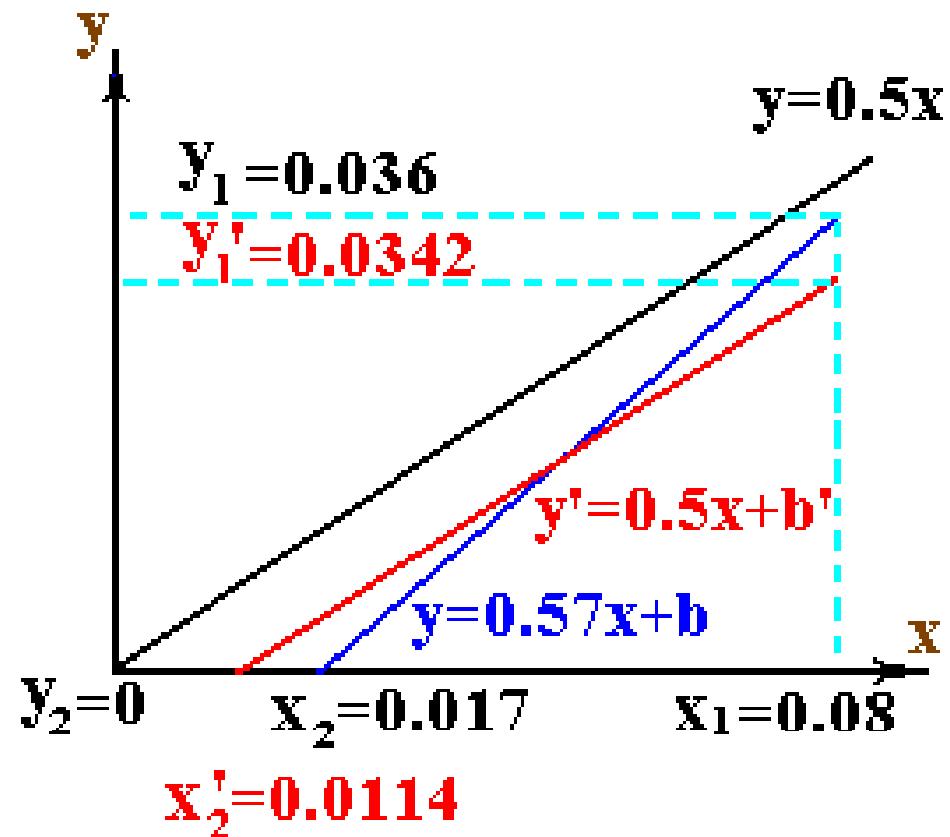
$$\therefore y'_1 = \frac{L}{G'}(x_1 - x_2') = \frac{200}{400}(0.08 - x_2') = 0.04 - 0.5x_2'$$

$$x_2' = 0.0114$$

$$y'_1 = 0.0342$$

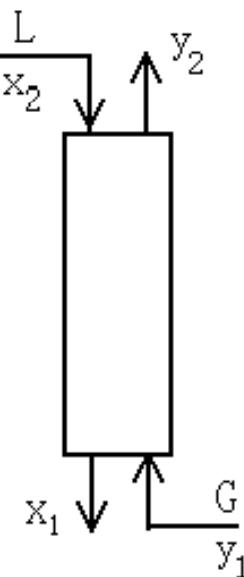


(3)



五、某逆流吸收塔，用含溶质为 $x_2=0.0002$ 的溶剂吸收。已知混合气体入塔浓度 $y_1=0.01$ （摩尔分率，下同），要求回收率 $\eta=0.9$ ，平衡关系为： $y=2x$ ，且知 $L/G=1.2(L/G)_{min}$ ， $H_{OG}=0.9m$ 。

试求：① 塔的填料层高度；  
② 若该塔操作时，因解吸不良导致入塔 $x_2'=0.0005$ ，其它入塔条件不变，则回收率 $\eta'=?$



$$(1) \quad \eta = \frac{y_1 - y_2}{y_1}$$

$$\therefore y_2 = (1 - \eta) \cdot y_1 = (1 - 0.9) \times 0.01 = 0.001$$

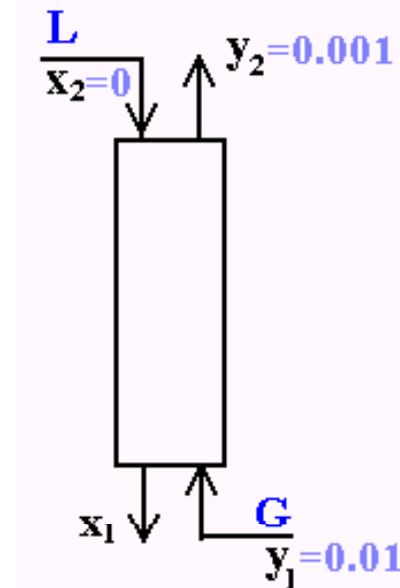
$$\left(\frac{L}{G}\right)_{\min} = \frac{y_1 - y_2}{x_{1e} - x_2} = \frac{y_1 - y_2}{y_1 - m} = \frac{0.01 - 0.001}{0.01/2 - 0.0002} = 1.875$$

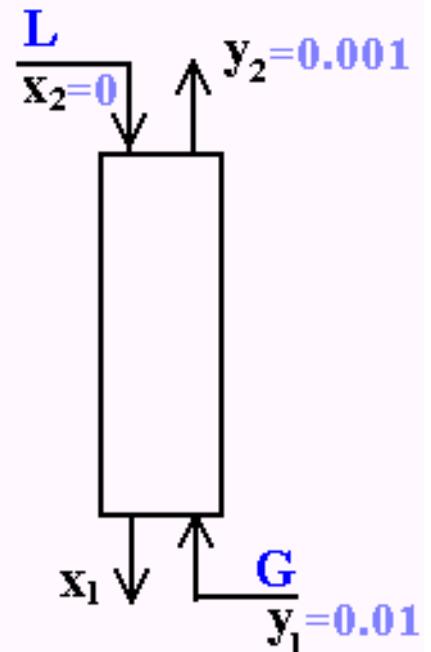
$$\frac{L}{G} = 1.2 \left(\frac{L}{G}\right)_{\min} = 1.2 \times 1.875 = 2.25$$

$$\frac{1}{A} = \frac{m}{L/G} = \frac{2}{2.25} = 0.889$$

$$\begin{aligned}
 N_{OG} &= \frac{1}{1 - \frac{1}{A}} \ln \left[ \left( 1 - \frac{1}{A} \right) \frac{y_1 - mx_2}{y_2 - mx_2} + \frac{1}{A} \right] \\
 &= \frac{1}{1 - 0.889} \ln \left[ \left( 1 - 0.889 \right) \frac{0.01 - 2 \times 0.0002}{0.001 - 2 \times 0.0002} + 0.889 \right] = 8.83
 \end{aligned}$$

$$\therefore H = H_{OG} \cdot N_{OG} = 0.9 \times 8.83 = 7.95 \quad (m)$$





$\because H$ 不变,  $H_{OG}$ 不变

$\therefore N_{OG}$ 不变,  $\frac{1}{A}$ 也不变

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

$$8.83 = \frac{1}{1 - 0.889} \ln \left[ \left( 1 - 0.889 \right) \frac{0.01 - 2 \times 0.0005}{y_2' - 2 \times 0.0005} + 0.889 \right]$$

$$\therefore y_2' = 1.56 \times 10^{-3}$$

$$\therefore \eta = \frac{y_1 - y_2'}{y_1} \times 100\% = \frac{0.01 - 1.56 \times 10^{-3}}{0.01} \times 100\% = 84.4\%$$