

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： $J_A = N_A > N = N_m = 0$ ；

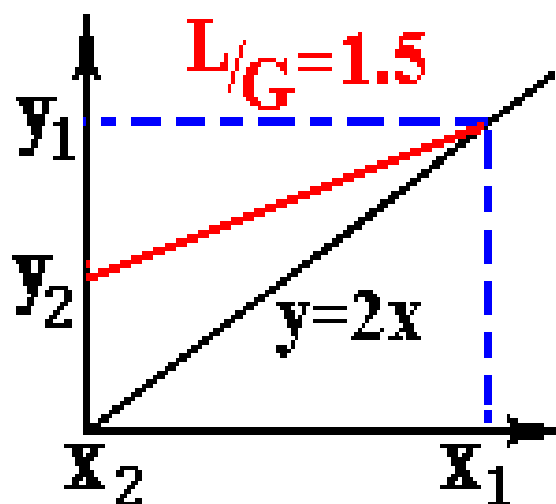
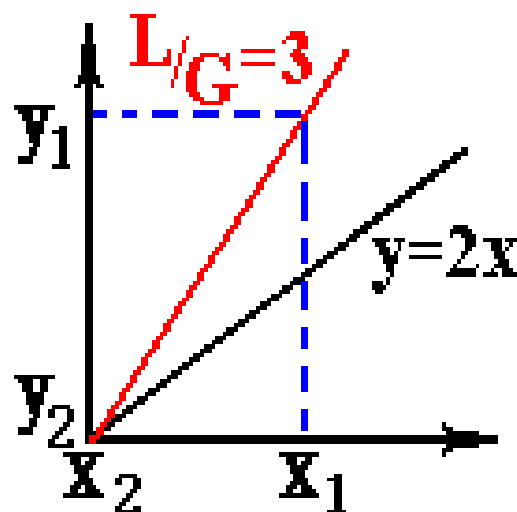
A组分单向扩散时： $N_m = N = N_A > J_A > 0$ 。

5、若 $1/K_y = 1/k_y + m/k_x$ ，当气膜控制时， $K_y \approx k_y$ ；当液膜控制时， $K_y \approx k_x/m$ 。

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 $(L/G)_{\min}$ 对 设计型（设计型，操作型）是有意义的。如实际操作时 $(L/G) < (L/G)_{\min}$ ，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 η 不变。（变大，变小，不变，不确定）

$$\text{塔高 } H = N_{OG} H_{OG}$$

H_{OG} 一定

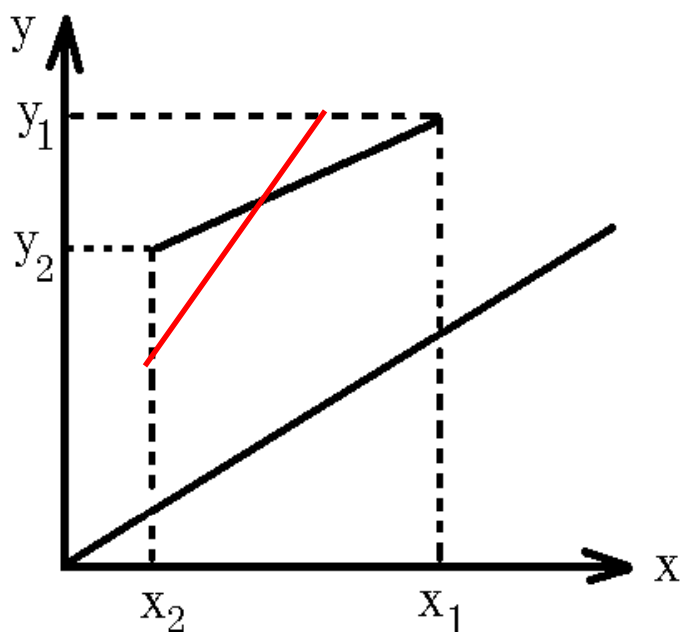
$$N_{OG} = \frac{1}{1 - \frac{1}{A}} \ln \left[\left(1 - \frac{1}{A} \right) \frac{y_1 - 0}{y_2 - 0} + \frac{1}{A} \right]$$

$\frac{y_1}{y_2}$ 不变

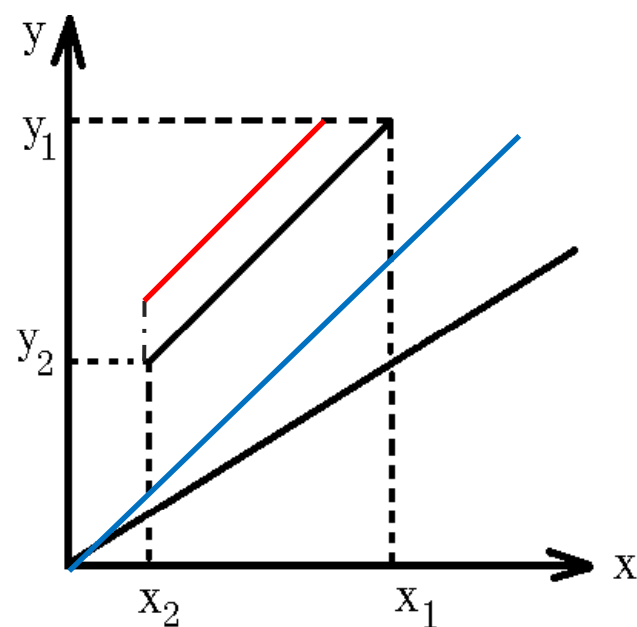
二、作图题

以下各小题 $y \sim x$ 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：

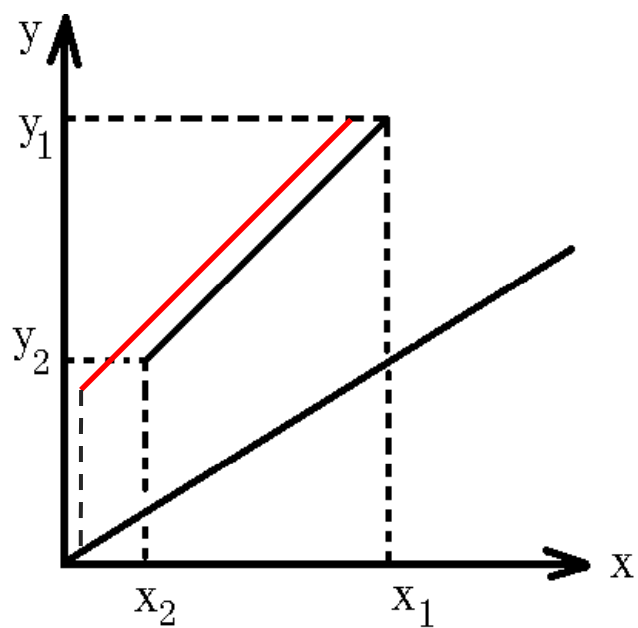
1. 吸收剂用量增大



2. 操作温度升高



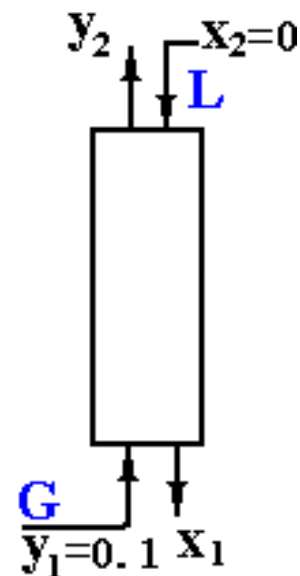
3. 吸收剂入口浓度降低



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 $H_{OL}=1.2\text{m}$ ，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 η_{\max} 为多少？



(1)

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

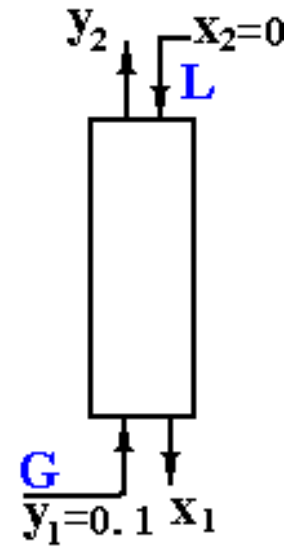
$$y_2 = (1 - \eta)y_1 = (1 - 0.9) \times 0.1 = 0.01$$

物料衡算：

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

$$\left(\frac{L}{G} \right)_{\min} = \frac{y_1 - y_2}{x_e - x_2} = \frac{0.1 - 0.01}{0.1 / 0.4 - 0} = 0.36$$

$$\frac{L}{G} = 1.2 \times 0.36 = 0.43$$



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

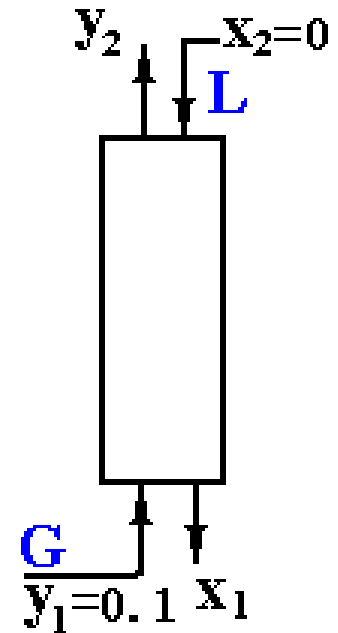
$$\Delta x_1 = x_{1e} - x_1 = \frac{y_1}{m} - x_1 = \frac{0.1}{0.4} - 0.208 = 0.042$$

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

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

$$N_{OL} = \frac{x_1 - x_2}{\Delta x_m} = \frac{0.208 - 0}{0.0328} = 6.35$$

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



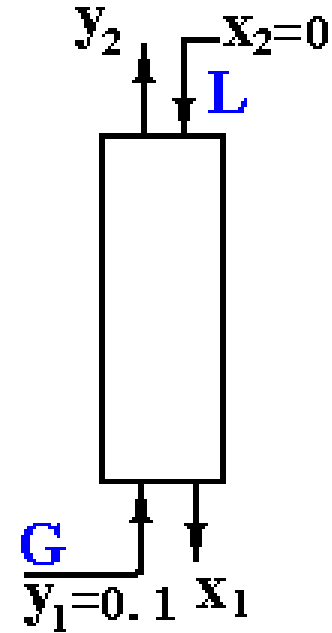
(2)

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

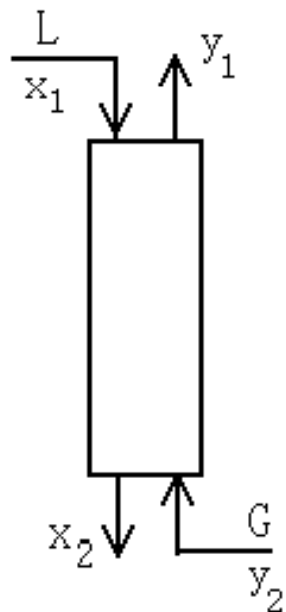
在塔顶达到平衡

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

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

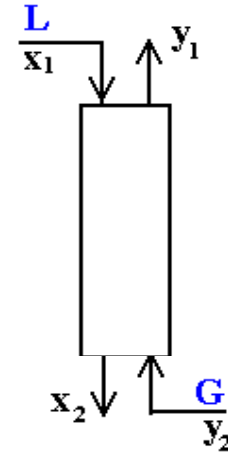


- 四、解吸塔高6m, $L=200\text{kmol/h}$, $x_1=0.08$ (摩尔分率, 下同), 用 $y_2=0$, $G=350\text{kmol/h}$ 的惰性气体解吸时, 得 $y_1=0.036$, 且知平衡关系: $y=0.5x$, 试求: ① 该塔的气相传质单元高度 H_{OG} ;
- ② 当操作中 G 增加到 400kmol/h 时, 则 x_2 为多少? (设 L , y_2 , x_1 不变, G 增加时 H_{OG} 基本不变)
- ③ 在 $y\sim x$ 图上画出 G 变化前后的操作线。



(1)物料衡算

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



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

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

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

$$\Delta y_m = \frac{\Delta y_2 - \Delta y_1}{\ln \frac{\Delta y_2}{\Delta y_1}} = \frac{0.0045}{\ln \frac{0.0085}{0.0040}} = 0.006$$

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

(2) $\because H$ 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

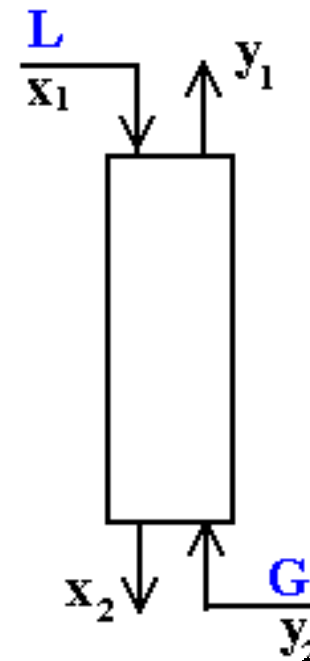
$$\therefore N_{OG} = \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy}{y_e - y} = \frac{y'_1 - y'_2}{mx'_2} = \frac{y'_1}{0.5x'_2} = 6$$

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

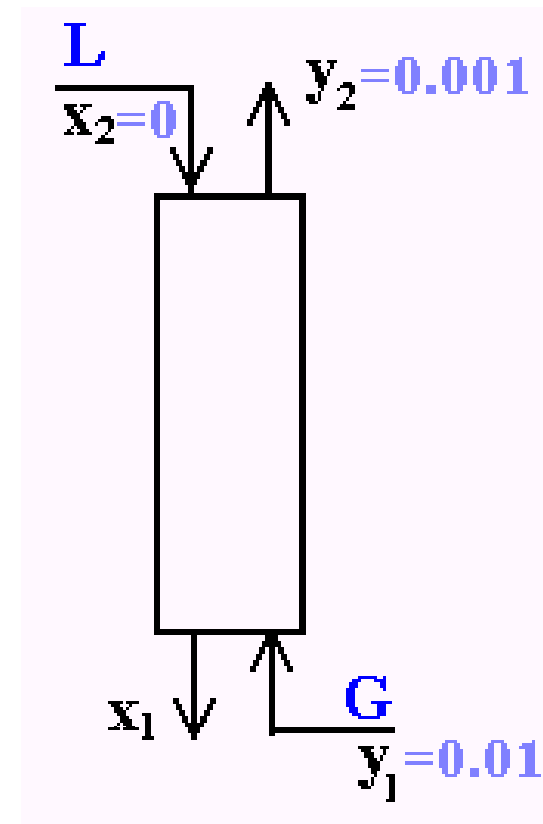
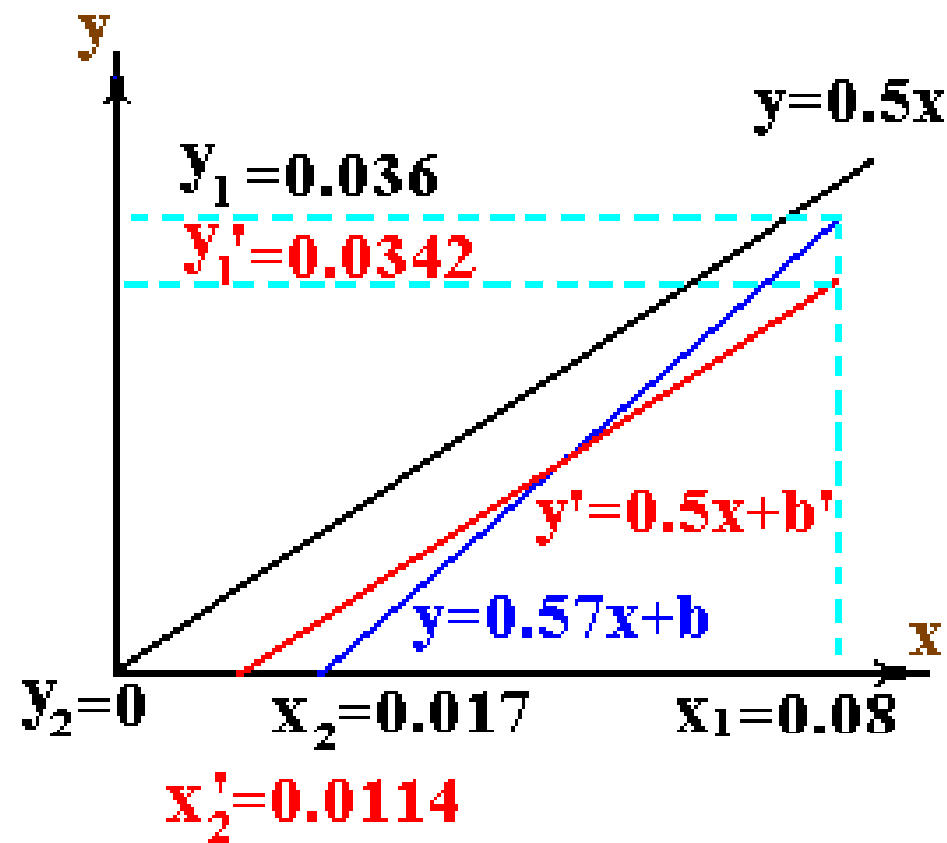
$$\therefore y'_1 = \frac{L}{G'}(x_1 - x'_2) = \frac{200}{400}(0.08 - x'_2) = 0.04 - 0.5x'_2$$

$$x'_2 = 0.0114$$

$$y'_1 = 0.0342$$



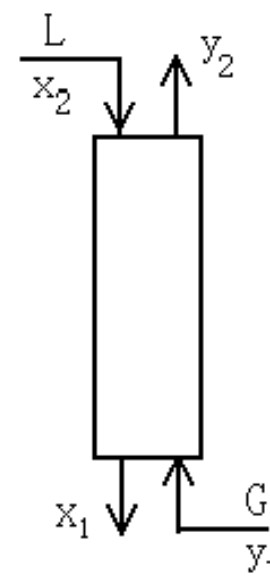
(3)



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)

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

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

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

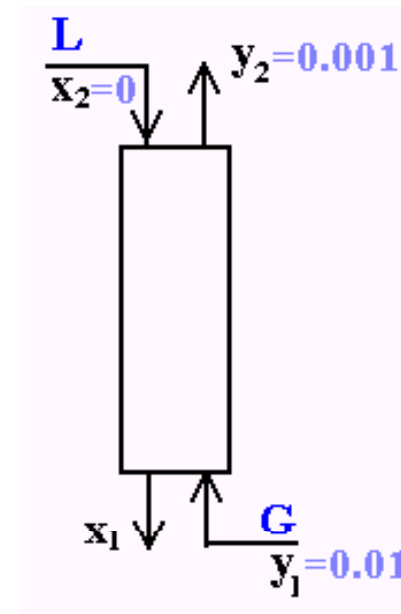
$$\frac{L}{G} = 1.2 \left(\frac{L}{G}\right)_{\min} = 1.2 \times 1.875 = 2.25$$

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

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

$$= \frac{1}{1 - 0.889} \ln \left[(1 - 0.889) \frac{0.01 - 2 \times 0.0002}{0.001 - 2 \times 0.0002} + 0.889 \right] = 8.83$$

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



∵ H 不变, H_{OG} 不变
 ∴ N_{OG} 不变, $\frac{1}{A}$ 也不变

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

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

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

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

