

吸收综合练习 2 答案

一、概念题

1、漂流因数可表示为_____，它反映_____。

答案： P/p_{Bm} ，总体流动对传质速率的影响。

2、在传质理论中有代表性的三个模型分别为_____、
_____和_____。目前仍采用_____模型作为
分析吸收理论基础。

(答案)

双膜模型，溶质渗透模型，表面更新模型；双膜模型

3、

① 在气体吸收时,若可溶气体的浓度较大,则总体流动对传质的影响_____。

② 对极易溶的气体,气相一侧的界面浓度 y_i 接近于_____,而液相一侧
的液面浓度 x_i 接近于_____。

③ 写出吸收操作中对吸收剂的主要要求中的四项

(1)_____ (2)_____ (3)_____ (4)_____。

(答案)

① 也较大 ② y_e , x

③ 溶解度大 , 选择性高, 腐蚀性小, 挥发度小

4、

① 总传质系数与分传质系数之间的关系可以表示为 $1/K_L=1/k_L+H/k_G$ 其中 $1/k_L$ 表
示_____,当_____项可忽略时,表示该吸收过程为液膜控制。

② 是非题

亨利定律的表达式之一为 $p=Ex$,若某气体在水中的亨利系数 E 值很大,说明该气体
为易溶气体。()

③ 低浓气体吸收中,已知平衡关系 $y=2x$, $k_y=0.2 \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{s}$, $k_x=2 \times 10^{-4} \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{s}$,
则此体系属_____(A气膜;B液膜;C气、液双膜)控制

总传质系数近似为 $k_x=_____ \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{s}$ 。

(A) 2, (B) 0.1, (C) 0.2, (D) 2×10^{-4}

④ 通常所讨论的吸收操作中,当吸收剂用量趋于最小用量时,_____。

(A)回收率趋向最高;(B)吸收推动力趋向最大;(C)操作最为经济;

(D)填料层高度趋向无穷大。

(答案)

- ① 液膜阻力 气膜阻力 H/k_G ② \times
 ③ B,D ④ D

5、

- ①在逆流吸收塔操作时，物系为低浓度气膜控制系统，如其他操作条件不变，而气液流量按比例同步减少，则此时气体出口组成 y_2 将_____，而液体出口组成 x_1 将_____，回收率将_____。
 ②工程上常用水——空气系统进行氧解吸以测定填料传质性能，这种系统属于_____系统，传质阻力主要在_____一侧。

(答案)

- ① $\because L/G$ 不变，而 $L\downarrow, G\downarrow$ ，且 H 一定，故 $H_{OG}\downarrow$ ， $N_{OG}\uparrow$
 故应有 y_2 减少， x_1 上升，回收率将上升；
 ②液膜控制， 液相

6、某逆流吸收塔，用纯溶剂吸收混合气中易溶组分，设备高为无穷大，入塔 $Y_1=8\%$ （体积），平衡关系 $Y=2x$ 。

- 试问：(1). 若液气比（摩尔比，下同）为 2.5 时，吸收率= _____ %
 (2). 若液气比为 1.5 时，吸收率= _____ %

(答案)

- ① 100%
 ② 75%

二、作图并回答问题

1、在逆流操作的吸收塔中,其操作线及平衡线如下图,若其他操作条件不变而系

统温度增加(设温度对 $\frac{1}{A}$ 的影响可略)则

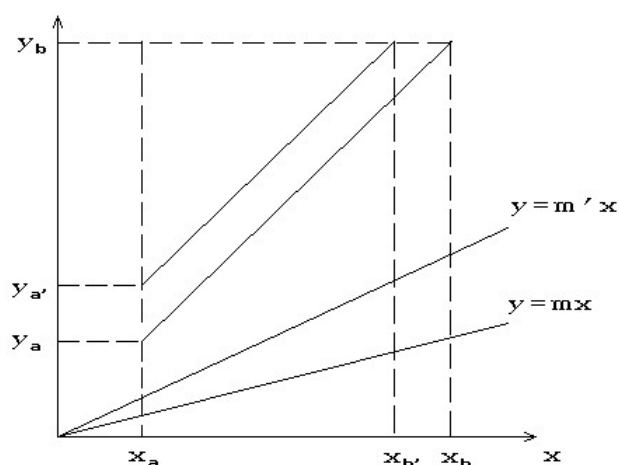
塔的气相总传质单元高度 H_{OG} 将

_____。气体出口浓度 y_2 将

_____，液体出口浓度 x_1 将

_____。请在 $y-x$ 图上示意画出

新条件下的操作线及平衡线。

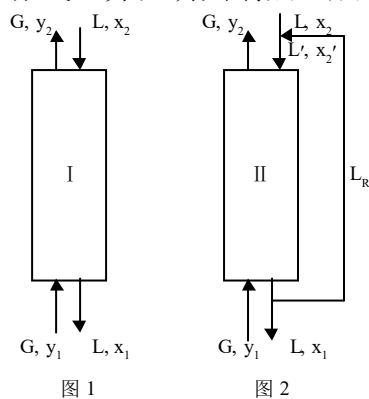


(答案)

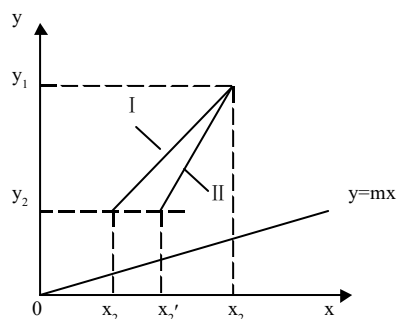
$t\uparrow$ 对吸收不利，必有 $y_2\uparrow, x_1\downarrow$

$$K_{ya} = \frac{1}{\frac{1}{k_{ya}} + \frac{m}{k_{xa}}} \quad t\uparrow, m\uparrow \quad K_{ya}\downarrow \quad H_{OG} = \frac{G}{K_{ya}} \uparrow$$

2、单塔吸收通常采用图 1 流程，今有人建议采用图 2 流程，请在 y - x 图上示意表示两种情况下的操作线，并注明其端点组成。



(答案)



三、计算题

1、气体混合物中含丙酮 3%(体积百分率)，用含 0.01%(摩尔百分率)丙酮的水作吸收剂，逆流吸收丙酮，平衡关系为 $y_e = 1.05x_e$ ，液气比为 1.04，当填料层无限高时，丙酮的最大回收率为多少？

解答：

填料塔无限高时: $x_{\text{出}}$ 与 $y_{\text{进}}$ 平衡 (\because 液气比变为 1.04, $m > L/G$)

$$x_{\text{出e}} = y_{\text{进}} / m = 0.03 / 1.05 = 0.02857$$

作物料衡算求出 $y_{\text{出}}$:

$$y_{\text{出}} = y_{\text{进}} - (L/G)(x_{\text{出e}} - x_{\text{进}})$$

$$= 0.03 - 1.04(0.02857 - 1 \times 10^{-4})$$

$$=3.9 \times 10^{-4}$$

$$\eta' = (y_{\text{进}} - y_{\text{出}}) / y_{\text{进}} = (0.03 - 3.9 \times 10^{-4}) / 0.03 = 98.7\%$$

2、某填料吸收塔用清水逆流吸收丙酮—空气混合气中的丙酮。原工况下，进塔气体中含丙酮 1.5%（摩尔分率，下同），操作液气比为最小液气比的 1.5 倍，丙酮回收率可达 99%，现进塔气体中的丙酮浓度降为 1.0%，进塔气量提高 20%，吸收剂用量、入塔浓度、温度等操作条件均不变。已知操作条件下平衡关系满足亨利定律，总传质系数 $K_y a$ 正比 $G^{0.8}$ 。试求：

(1) 新工况下丙酮的回收率；

(2) 若仍将回收率维持在 99%，则新工况下所需填料层高度为原工况高度的多少倍？

解： (1) 属于低浓气体吸收。

$$\text{原工况下： } y_2 = y_1(1 - \eta) = 0.015 \times (1 - 0.99) = 1.5 \times 10^{-4}$$

$$\left(\frac{L}{G}\right)_{\min} = \frac{y_1 - y_2}{\frac{y_1}{m} - x_2} = \frac{0.015 - 1.5 \times 10^{-4}}{\frac{0.015}{m}} = 0.99m$$

$$\frac{L}{G} = 1.5 \left(\frac{L}{G}\right)_{\min} = 1.5 \times 0.99m = 1.485m$$

$$\frac{1}{A} = \frac{m}{L/G} = \frac{m}{1.485m} = 0.673$$

$$\begin{aligned} N_{OG} &= \frac{1}{1-A} \ln \left[\left(1 - \frac{1}{A}\right) \frac{y_1 - mx_2}{y_2 - mx_2} + \frac{1}{A} \right] \\ &= \frac{1}{1-0.673} \ln \left[(1-0.673) \frac{0.015}{1.5 \times 10^{-4}} + 0.673 \right] = 10.73 \end{aligned}$$

$$\text{新工况下： } G' = G \times 1.2$$

$$\therefore \frac{H'_{OG}}{H_{OG}} = \frac{G'}{G} \cdot \frac{K_y a}{K'_y a} = \left(\frac{G'}{G}\right)^{0.2} = 1.2^{0.2}$$

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

$$\therefore N'_{OG} = \frac{H_{OG}}{H'_{OG}} N_{OG} = \frac{1}{1.2^{0.2}} \times 10.73 = 10.35$$

$$\text{又 } \frac{1}{A'} = \frac{m}{L/G'} = 1.2 \frac{m}{L/G} = 1.2 \times 0.673 = 0.808$$

$$N'_{OG} = \frac{1}{1 - \frac{1}{A'}} \ln \left[\left(1 - \frac{1}{A'} \right) \frac{y'_1}{y'_2} + \frac{1}{A'} \right]$$

即 $10.35 = \frac{1}{1 - 0.808} \ln \left[(1 - 0.808) \frac{0.01}{y'_2} + 0.808 \right]$

解之得: $y'_2 = 2.96 \times 10^{-4}$

回收率 $\eta = 1 - \frac{y'_2}{y'_1} = 1 - \frac{2.96 \times 10^{-4}}{1\%} = 97.0\%$

(2) $y''_2 = y'_1(1 - \eta) = 0.01 \times (1 - 0.99) = 1 \times 10^{-4}$

$$\begin{aligned} N''_{OG} &= \frac{1}{1 - \frac{1}{A'}} \ln \left[\left(1 - \frac{1}{A'} \right) \frac{y'_1}{y''_2} + \frac{1}{A'} \right] \\ &= \frac{1}{1 - 0.808} \ln \left[(1 - 0.808) \frac{0.01}{1 \times 10^{-4}} + 0.808 \right] = 15.6 \end{aligned}$$

$$H' = H'_{OG} N''_{OG} = 1.2^{0.2} H_{OG} N''_{OG} = 1.2^{0.2} \times \frac{H}{N_{OG}} N''_{OG}$$

$$\frac{H'}{H} = 1.2^{0.2} \frac{N''_{OG}}{N_{OG}} = 1.2^{0.2} \times \frac{15.6}{10.73} = 1.51 \text{倍}$$