

Bài tập hấp thụ





HẤP THỤ

Bài 1.

Hãy biểu diễn thành phần hỗn hợp lỏng gồm các cấu tử sau theo phần khối lượng, phần mol, phần thể tích.

#	Cấu tử	M_i (kg/kmol)	ρ_i (kg/m ³)	M_i (kg)
1	Metanol	32	792	160
2	Propanol	60	804	225
3	Butanol	74	810	400
4	Octanol	130	130	70

Bài giải

#	Cấu tử	M_i (kg/kmol)	ρ_i (kg/m ³)	M_i (kg)	$n_i = \frac{m_i}{M_i}$ (kmol)	$V_i = \frac{m_i}{\rho_i}$ (m ³)
1	Metanol	32	792	160	5,000	0,202
2	Propanol	60	804	225	3,750	0,280
3	Butanol	74	810	400	5,405	0,494
4	Octanol	130	130	70	0,538	0,538

Hỗn hợp có:

$$G_X = \sum m_i = 160 + 225 + 400 + 70 = 855 \text{ kg}$$

$$n_X = \sum n_i = 5 + 3,750 + 5,405 + 0,538 = 14,693 \text{ kmol}$$

$$V_X = \sum V_i = 0,202 + 0,280 + 0,494 + 0,538 = 1,514 \text{ m}^3$$

Thành phần khối lượng của hỗn hợp:

$$\bar{x}_1 = \frac{m_1}{G_X} = \frac{160}{855} = 0,187 \text{ kg/kg}$$

$$\bar{x}_2 = \frac{m_2}{G_X} = \frac{225}{855} = 0,263 \text{ kg/kg}$$

$$\bar{x}_3 = \frac{m_3}{G_X} = \frac{400}{855} = 0,468 \text{ kg/kg}$$

$$\bar{x}_4 = \frac{m_4}{G_X} = \frac{70}{855} = 0,082 \text{ kg/kg}$$

Thành phần mol của hỗn hợp:

$$x_1 = \frac{n_1}{n_X} = \frac{5}{14.693} = 0,340 \text{ kmol/kmol}$$

$$x_2 = \frac{n_2}{n_X} = \frac{53,75}{14,693} = 0,255 \text{ kmol/kmol}$$

$$x_3 = \frac{n_3}{n_X} = \frac{5.405}{14.693} = 0,368 \text{ kmol/kmol}$$

$$x_4 = \frac{n_4}{n_X} = \frac{0,538}{14,693} = 0,037 \text{ kmol/kmol}$$

Thành phần thể tích của hỗn hợp:

$$v_1 = \frac{V_1}{V_X} = \frac{0,202}{1,514} = 0,133 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$v_2 = \frac{V_2}{V_X} = \frac{0,280}{1,514} = 0,185 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$v_3 = \frac{V_3}{V_X} = \frac{0,494}{1,514} = 0,326 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$v_4 = \frac{V_4}{V_X} = \frac{0,538}{1,514} = 0,355 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Bài 2.

Một hỗn hợp khí có thành phần như sau:

#	Cấu tử	M_i (kg/kmol)	y_i (% mol)
1	Metan	16	30
2	Etan	30	47
3	Pentan	72	23

Xác định phần khối lượng của hỗn hợp khí trên, thể tích của từng cấu tử trong 100 kmol hỗn hợp khí ở điều kiện chuẩn và ở điều kiện $p = 10 \text{ at}$, $t = 80^\circ\text{C}$.

Bài giải

#	Cấu tử	M_i (kg/kmol)	y_i (% mol)	$n'_i = y_i \cdot n_Y$ (kmol)	$m'_i = n'_i \cdot M_i$ (kg)
1	Metan	16	30	30	480
2	Etan	30	47	47	1410
3	Pentan	72	23	23	1656

Ta có:

$$n_y = \sum n_i = 100 \text{ kmol}$$

$$m_Y = \sum m_i = 480 + 1410 + 1656 = 3546 \text{ kg}$$

$$V^0 = 100.22,4 = 2240 \text{ m}^3$$

$$V = \frac{n_Y RT}{p} = \frac{100.0,082.353}{1} = 2894,6 \text{ m}^3$$

Phần khối lượng của hỗn hợp khí:

$$\bar{y}_1 = \frac{m'_1}{m_Y} = \frac{480}{3546} = 0,135 \text{ kg/kg}$$

$$\bar{y}_2 = \frac{m'_2}{m_Y} = \frac{1410}{3546} = 0,398 \text{ kg/kg}$$

$$\bar{y}_3 = 1 - (\bar{y}_1 + \bar{y}_2) = 1 - (0,135 + 0,398) = 0,467 \text{ kg/kg}$$

Thể tích của từng cấu tử ở điều kiện chuẩn:

$$V_1^0 = y_1 V^0 = 0,3.2240 = 672 \text{ m}^3$$

$$V_2^0 = y_2 V^0 = 0,47.2240 = 1052,8 \text{ m}^3$$

$$V_3^0 = y_3 V^0 = 0,23.2240 = 515,2 \text{ m}^3$$

Thể tích của từng cấu tử ở điều kiện $p = 1 \text{ at}$, $t = 80^\circ\text{C}$:

$$V_1 = y_1 V = 0,3.2894,6 = 868,38 \text{ m}^3$$

$$V_2 = y_2 V = 0,47.2894,6 = 1360,462 \text{ m}^3$$

$$V_3 = y_3 V = 0,23.2894,6 = 665,758 \text{ m}^3$$

Bài 3.

Hãy xác định hệ số khuếch tán của SO_2 , H_2S , CO_2 trong môi trường không khí và nước ở điều kiện $p = 1 \text{ at}$, $t = 40^\circ\text{C}$.

Bài giải

a.

Hệ số khuếch tán của SO_2 , H_2S , CO_2 trong không khí được tính theo công thức sau:

$$D_A = \frac{0,0043 \cdot 10^{-4} \cdot T^{\frac{3}{2}}}{p \left(v_A^{\frac{1}{3}} + v_{kk}^{\frac{1}{3}} \right)} \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_{kk}} \right)^{\frac{1}{2}}, \text{ m}^2/\text{s}$$



Trong đó:

$A \equiv \text{SO}_2, \text{H}_2\text{S}$ hoặc CO_2 ;

M_A, M_{kk} – khối lượng mol của A và không khí, kg/kmol;

v_A, v_{kk} – thể tích mol của A và không khí, cm^3/mol ;

A	$M_A, \text{kg/kmol}$	$v_A, \text{cm}^3/\text{mol}$	$M_{\text{kk}} = 29,9 \text{ kg/kmol}$ $v_{\text{kk}} = 29,9 \text{ cm}^3/\text{mol}$
SO_2	64	44,8	
H_2S	34	32,9	
CO_2	44	34	

$T = 313\text{K}$;

$p = 1 \text{ at}$.

Ta được:

$$D_{\text{SO}_2} = \frac{0,0043 \cdot 10^{-4} \cdot 313^{\frac{3}{2}}}{1 \cdot \left(44,8^{\frac{1}{3}} + 29,9^{\frac{1}{3}}\right)} \left(\frac{1}{64} + \frac{1}{29}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{0,0043 \cdot 10^{-4} \cdot 313^{\frac{3}{2}}}{1 \cdot \left(32,9^{\frac{1}{3}} + 29,9^{\frac{1}{3}}\right)} \left(\frac{1}{34} + \frac{1}{29}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,5126 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{\text{CO}_2} = \frac{0,0043 \cdot 10^{-4} \cdot 313^{\frac{3}{2}}}{1 \cdot \left(34^{\frac{1}{3}} + 29,9^{\frac{1}{3}}\right)} \left(\frac{1}{44} + \frac{1}{29}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,4154 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

b.

Hệ số khuếch tán của $\text{SO}_2, \text{H}_2\text{S}, \text{CO}_2$ trong nước ở 20°C được tính theo công thức sau:

$$D_{A,\text{H}_2\text{O}}^0 = \frac{10^{-6} \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_{\text{H}_2\text{O}}}\right)^{\frac{1}{2}}}{ab \mu_{\text{H}_2\text{O},20}^{\frac{1}{2}} \left(v_A^{\frac{1}{3}} + v_{\text{H}_2\text{O}}^{\frac{1}{3}}\right)^2}, \text{ m}^2/\text{s}$$

Trong đó:

$A \equiv \text{SO}_2, \text{H}_2\text{S}$ hoặc CO_2 ;

a là hệ số hiệu chỉnh của A;



b là hệ số hiệu chỉnh của H₂O;

M_A, M_{H₂O} – khối lượng mol của A và H₂O, kg/kmol;

v_A, v_{H₂O} – thể tích mol của A và H₂O, cm³/mol;

μ_{H₂O,20} – độ nhớt động lực học của H₂O ở 20°C, cP;

A	M _A , kg/kmol	v _A , cm ³ /mol	a = 1, b = 4,7
SO ₂	64	44,8	M _{H₂O} = 18kg/kmol
H ₂ S	34	32,9	v _{H₂O} = 18,9cm ³ /mol
CO ₂	44	34	μ _{H₂O,20} = 1,005cP

Ta được:

$$D_{SO_2, H_2O}^0 = \frac{10^{-6} \left(\frac{1}{64} + \frac{1}{18} \right)^{\frac{1}{2}}}{1.4,7.1,005^{\frac{1}{2}} \cdot (44,8^{\frac{1}{2}} + 18,9^{\frac{1}{2}})^2} = 1,4658.10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{H_2S, H_2O}^0 = \frac{10^{-6} \left(\frac{1}{34} + \frac{1}{18} \right)^{\frac{1}{2}}}{1.4,7.1,005^{\frac{1}{2}} \cdot (32,9^{\frac{1}{2}} + 18,9^{\frac{1}{2}})^2} = 1,7967.10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{CO_2, H_2O}^0 = \frac{10^{-6} \left(\frac{1}{44} + \frac{1}{18} \right)^{\frac{1}{2}}}{1.4,7.1,005^{\frac{1}{2}} \cdot (34^{\frac{1}{2}} + 18,9^{\frac{1}{2}})^2} = 1,7040.10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

Hệ số khuếch tán của SO₂, H₂S, CO₂ trong nước ở 40°C được tính theo công thức sau:

$$D_{A, H_2O} = D_{A, H_2O}^0 [1 + \beta(t - 20)], \text{ m}^2/\text{s}$$

với:

$$\beta = \frac{0,2\mu_{H_2O,20}^{\frac{1}{2}}}{\rho_{H_2O,20}^{\frac{1}{3}}} = \frac{0,2.1,005^{\frac{1}{2}}}{998^{\frac{1}{3}}} = 0,02$$

ρ_{H₂O,20} = 998kg/m³ – khối lượng riêng của H₂O ở 20°C

Do đó:

$$D_{SO_2, H_2O} = 1,4658.10^{-9} \cdot [1 + 0,02(40 - 20)] = 2,0521.10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{H_2S, H_2O} = 1,7967.10^{-9} \cdot [1 + 0,02(40 - 20)] = 2,5154.10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}} = 1,7040 \cdot 10^{-9} \cdot [1 + 0,02(40 - 20)] = 2,3856 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

Bài 4.

Tính hệ số chuyển khối của quá trình hấp thụ CO_2 từ hỗn hợp khí thải. Biết:

Quá trình được tiến hành trong tháp đệm có tổng bề mặt tiếp xúc pha $F = 4500 \text{ m}^2$;

Hỗn hợp khí đi vào tháp có lưu lượng $G_y = 5000 \text{ N m}^3/\text{h}$;

Dung môi được sử dụng là nước $G_x = 650 \text{ m}^3/\text{h}$;

Nồng độ CO_2 trong khí thải đi vào tháp $y_d = 28,4\%$ thể tích;

Hiệu suất của quá trình hấp thụ $\zeta = 98\%$;

Tháp làm việc ở điều kiện $p = 16,5 \text{ at}$, $t = 15^\circ\text{C}$.

Bài giải

Lưu lượng hỗn hợp khí:

$$G_y = \frac{5000}{22,4} = 223,21 \text{ kmol/h}$$

Lưu lượng nước:

$$G_x = \frac{650 \cdot 1000}{18} = 36111,11 \text{ kmol/h}$$

Nồng độ đầu của CO_2 trong pha khí:

$$y_d = 0,284 \text{ kmol CO}_2/\text{kmol pha khí}$$

Nồng độ cuối của CO_2 trong pha khí:

$$y_c = \frac{G_{\text{CO}_2 \text{ thoát ra}}}{G_{\text{CO}_2 \text{ thoát ra}} + G_{\text{trở}}} = \frac{G_y y_d (1 - \zeta)}{G_y y_d (1 - \zeta) + G_y (1 - y_d)}$$

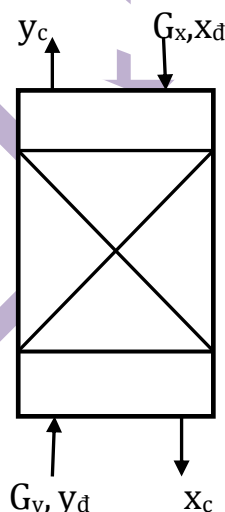
$$= \frac{y_d (1 - \zeta)}{1 - y_d \zeta} = \frac{0,284 (1 - 0,98)}{1 - 0,284 \cdot 0,98} = 0,008 \text{ kmol CO}_2/\text{kmol pha khí}$$

Lượng CO_2 được hấp thụ: $G = G_y y_d \zeta = 223,21 \cdot 0,284 \cdot 0,98 = 62,12 \text{ kmol CO}_2/\text{h}$

Nồng độ đầu của CO_2 trong pha lỏng:

$$x_d = 0$$

Nồng độ cuối của CO_2 trong pha lỏng:





$$x_c = \frac{G}{G + G_x} = \frac{62,12}{62,12 + 36111,11} = 0,0017 \text{ kmolCO}_2/\text{kmol pha lỏng}$$

Phương trình đường cân bằng:

$$y^* = mx = \frac{\psi}{p}x$$

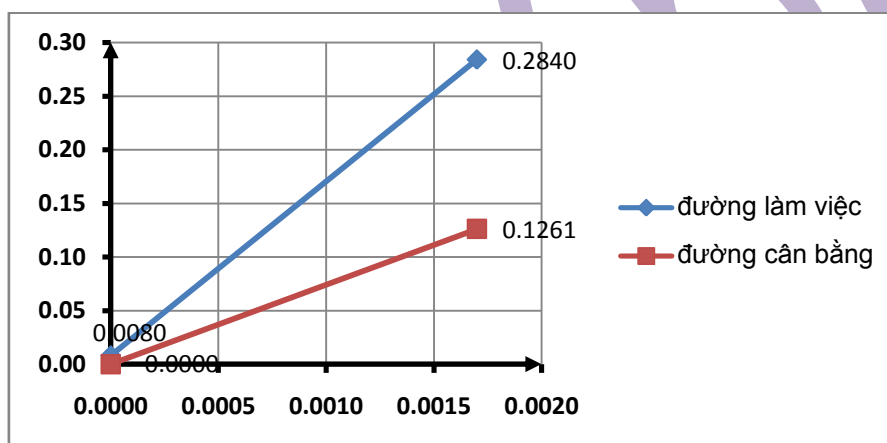
ở 15°C có $\psi = 0,93 \cdot 10^6 \text{ torr}$, $p = 16,5 \text{ at} = 12540 \text{ torr}$

$$\Rightarrow m = \frac{0,93 \cdot 10^6}{12540} = 74,16$$

$$\Rightarrow y^* = 74,16x$$

Ta được:

$$y_d^* = 74,16x_d = 74,16 \cdot 0 = 0$$



Đồ thị biểu diễn động lực của quá trình chuyển khối

$$y_c^* = 74,16 \cdot 0,0017 = 0,1261 \text{ kmol CO}_2/\text{kmol pha khí}$$

Động lực chuyển khối ở đỉnh tháp đệm:

$$\Delta y_1 = y_c - y_d^* = 0,008 - 0 = 0,008 \text{ kmol CO}_2/\text{kmol pha khí}$$

Động lực chuyển khối ở đáy tháp đệm:

$$\Delta y_2 = y_d - y_c^* = 0,284 - 0,1261 = 0,1579 \text{ kmol CO}_2/\text{kmol pha khí}$$

Động lực trung bình của quá trình chuyển khối:

$$\Delta y_{tb} = \frac{\Delta y_2 - \Delta y_1}{\ln \frac{\Delta y_2}{\Delta y_1}} = \frac{0,1579 - 0,008}{\ln \frac{0,1579}{0,008}} = 0,0503 \text{ kmolCO}_2/\text{kmol pha khí}$$

Hệ số chuyển khối:



$$k_y = \frac{G}{F \cdot \Delta y_{tb}} = \frac{62,12}{4500 \cdot 0,0503} = 0,2744 \text{ kmolCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \Delta y_{tb} = 1$$

Bài 5.

Xác định số đơn vị chuyển khối m_y của quá trình hấp thụ NH_3 bằng nước ở điều kiện $p = 1 \text{ at}$, $t = 25^\circ\text{C}$ với

$Y_d = 0,03 \text{ kmol NH}_3/\text{kmol}$ khí trơ, $Y_c = 0,003 \text{ kmol NH}_3/\text{kmol}$ khí trơ

$X_d = 0 \text{ kmol NH}_3/\text{kmol H}_2\text{O}$, $X_c = 0,02 \text{ kmol NH}_3/\text{kmol H}_2\text{O}$

X, kmol NH_3/kmol H_2O	0	0,005	0,010	0,0125	0,015	0,020	0,023
Y^* , kmol NH_3/kmol khí trơ	0	0,0045	0,0102	0,0138	0,0183	0,0273	0,0327

Bài giải

Phương trình đường làm việc:

$$Y = AX + B$$

Ta có:

$$\begin{cases} Y_d = AX_c + B \\ Y_c = AX_d + B \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0,03 = A \cdot 0,02 + B \\ 0,003 = A \cdot 0 + B \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 1,35 \\ B = 0,003 \end{cases}$$

$$\Rightarrow Y = 1,35X + 0,003$$

Số đơn vị chuyển khối được tính theo công thức:

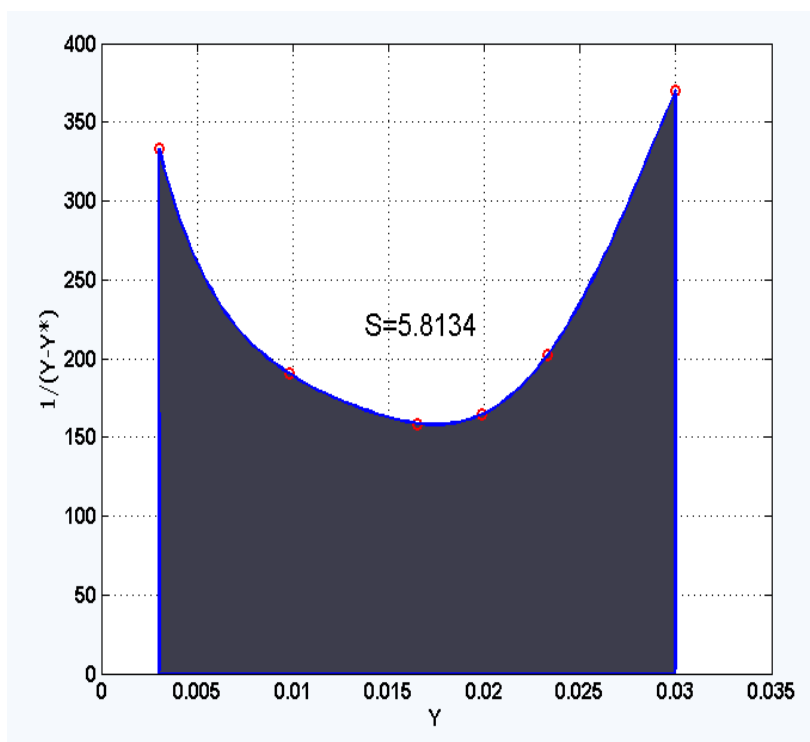
$$m_y = \int_{Y_c}^{Y_d} \frac{1}{Y - Y^*} dY$$

Ta tính số đơn vị chuyển khối theo đồ thị tích phân.

Bảng số liệu cho đồ thị tích phân

X	0.0000	0.0050	0.0100	0.0125	0.0150	0.0200
Y^*	0.0000	0.0045	0.0102	0.0138	0.0183	0.0273
Y	0.0030	0.0098	0.0165	0.0199	0.0233	0.0300
$\frac{1}{Y - Y^*}$	333.3333	190.4762	158.7302	164.6091	202.0202	370.3704

Đồ thị tích phân



Số đơn vị chuyển khối = diện tích hình thang cong = $S = 5,8134$

TRÍCH LY

Bài 1.

Hệ 3 cấu tử nước (A) – Axeton (B) – Tricloetan(C) có số liệu đường cân bằng như sau (tính theo % khối lượng):

Lớp nước (\bar{x})			Lớp Tricloetan (\bar{y})			Lớp nước (\bar{x})			Lớp Tricloetan (\bar{y})		
A	B	S	A	B	S	A	B	S	A	B	S
93,52	5,86	0,52	0,31	8,75	90,93	62,65	35,75	1,60	4,26	48,21	47,53
85,35	13,97	0,68	0,90	20,78	78,32	50,20	46,05	3,75	8,90	57,40	33,70
80,16	19,03	0,79	1,33	27,66	71,01	41,70	51,78	6,52	13,40	60,34	26,26
73,00	26,00	1,00	2,09	37,06	60,85						

M=100 kg, B=40 kg

a. Xây dựng đường liên hợp khi thành phần pha Raphinat: $\bar{x}_{A,R} = 63,95\%$, $\bar{x}_{B,R} = 29,54\%$, $\bar{x}_{S,R} = 1,11\%$.

b. R,E?

Bài giải

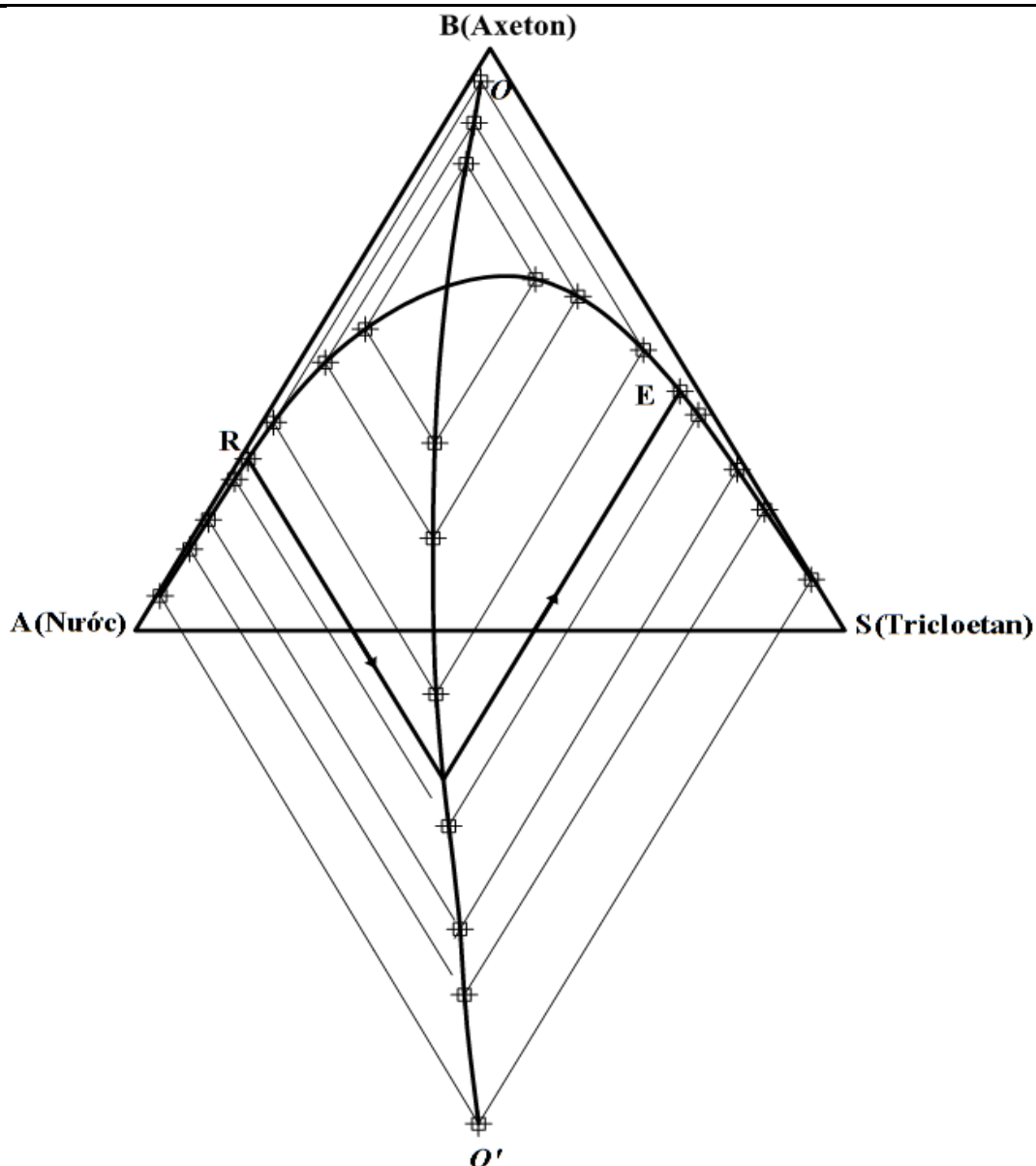
Thành phần pha trích: $\bar{y}_{A,E} = 2,66\%$, $\bar{y}_{B,E} = 41,11\%$, $\bar{y}_{S,E} = 56,23\%$.

Các phương trình cân bằng vật liệu:

$$M = R + E = 100$$

$$B = R\bar{x}_{B,R} + E\bar{y}_{B,E} = 0,2954R + 0,4111E = 40$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R = 90,41 \text{ kg} \\ E = 9,59 \text{ kg} \end{cases}$$



Bài 2.

Dùng CS_2 trích ly I_2 trong nước thải.

Hàm lượng I_2 trong nước là 1 g/l

Hệ số phân bố của I_2 trong CS_2 và nước $k=588,24$

Coi CS_2 và nước không tan lẫn vào nhau

$F=1000 \text{ l}$, hàm lượng I_2 trong nước thải = 1 g/l

a. Trích ly 1 bậc đơn giản

b. Trích ly 5 bậc chéo dòng với $S_1=S_2=\dots=S_5=S=10 \text{ l}$

Tính lượng I_2 tách được trong các trường hợp và nhận xét?

Bài giải

a. Phương trình cân bằng vật liệu viết cho I_2 :

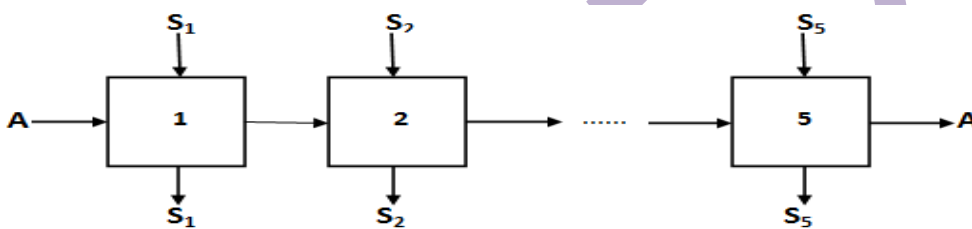
$$A\bar{X}_0 = S\bar{Y} + A\bar{X}$$

Quan hệ cân bằng : $\bar{Y} = k\bar{X}$

$$\Rightarrow \bar{X} = \frac{X_0}{1 + k\frac{S}{A}} = \frac{1}{1 + 588,24 \cdot \frac{50}{1000}} = 0,033 \text{ g/l}$$

Lượng I_2 tách ra: $m_{I_2} = 1000(1 - 0,033) = 967\text{g}$

b.



Các phương trình cân bằng vật liệu viết cho I_2 :

$$A\bar{X}_0 = S_1\bar{Y}_1 + A\bar{X}_1 \Rightarrow \bar{X}_1 = \frac{\bar{X}_0}{1 + k\frac{S}{A}}$$

$$A\bar{X}_1 = S_2\bar{Y}_2 + A\bar{X}_2 \Rightarrow \bar{X}_2 = \frac{\bar{X}_0}{(1 + k\frac{S}{A})^2}$$

.....

$$A\bar{X}_4 = S_5\bar{Y}_5 + A\bar{X}_5 \Rightarrow \bar{X}_5 = \frac{\bar{X}_0}{(1 + k\frac{S}{A})^5}$$

$$\Rightarrow \bar{X}_5 = \frac{1}{(1 + 588,24 \cdot \frac{10}{1000})^5} = 6,476 \cdot 10^{-5} \text{ g/l}$$

Lượng I_2 tách ra: $m_{I_2} = 1000(1 - 6,476 \cdot 10^{-5}) = 999,935\text{g}$

Nhận xét:

Với cùng một lượng dung môi thứ, phương pháp trích ly nhiều bậc hiệu quả hơn phương pháp trích ly một bậc đơn giản.



Bài 3.

Dùng MIK (Metylizoketon) trích ly 1 bậc đơn giản Axeton trong nước thải.

$F = 100$ kg, 75% khối lượng nước và 25% khối lượng Axeton

$S = 100$ kg

Số liệu cân bằng của hệ 3 cấu tử Nước (A) – Axeton (B) – MIK (S) (tính theo % khối lượng):

Lớp nước (\bar{x})			Lớp MIK (\bar{y})		
A	B	S	A	B	S
97,5	0	2,5	3,3	0	96,7
75	20	5	5	30	65
65	30	5	14	46	40

a. S_{\max} , S_{\min} ?

b. R, E?

Bài giải

a. Lượng MIK tối thiểu ứng với điểm N'':

$$S_{\min} = F \cdot \frac{\bar{F}N''}{\bar{S}N''} = 100 \cdot \frac{4,4}{85,7} = 5,13 \text{ kg}$$

Lượng MIK tối đa ứng với điểm N':

$$S_{\max} = F \cdot \frac{\bar{F}N'}{\bar{S}N'} = 100 \cdot \frac{86,2}{4,0} = 2155 \text{ kg}$$

b. Điểm N là hỗn hợp giữa nước thải và MIK được xác định là trung điểm của SF ($\frac{S}{F} = \frac{100}{100} = 1$), tương ứng với đường liên hợp RE.

Thành phần pha Raphinat: $\bar{x}_{A,R} = 85,6\%$, $\bar{x}_{B,R} = 10,1\%$, $\bar{x}_{S,R} = 4,3\%$.

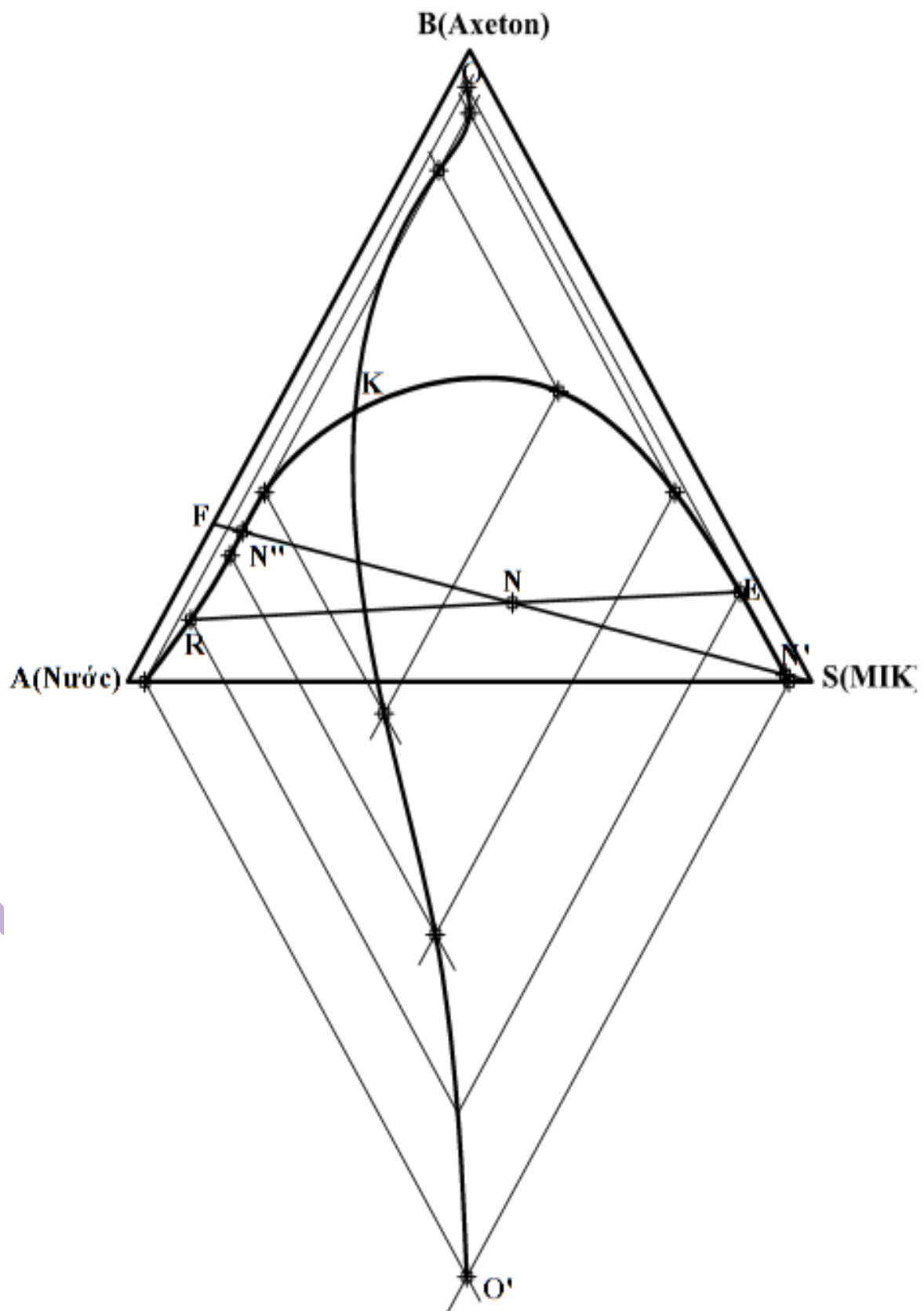
Thành phần pha trích: $\bar{y}_{A,E} = 3,4\%$, $\bar{y}_{B,E} = 14,2\%$, $\bar{y}_{S,E} = 82,4\%$.

Ta có các phương trình:

$$F + S = N = R + E = 100 + 100 = 200$$

$$\frac{R}{E} = \frac{\bar{N}E}{\bar{N}R} = \frac{33,3}{47,1}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R = 82,84 \text{ kg} \\ E = 117,16 \text{ kg} \end{cases}$$



Độ trích ly:

$$\varphi = \frac{E \cdot \bar{y}_{B,E}}{B} = \frac{117,16 \cdot 0,142}{25} = 66,55\%$$

Bài 4.

Dùng Tricloetan trích ly nhiều bậc ngược chiều Axeton trong nước thải.

$F=100$ kg/h, 50% khối lượng Axeton và 50% khối lượng nước.

$S=30$ kg/h, $t=25^\circ\text{C}$

$\bar{x}_{B,R} = 10\%$ khối lượng

Tính số bậc trích ly?

Bài giải

Điểm F ứng với nước thải là trung điểm của đoạn AB

Điểm N ứng với hỗn hợp của nước thải với Tricloetan nằm trên SF và xác định bởi:

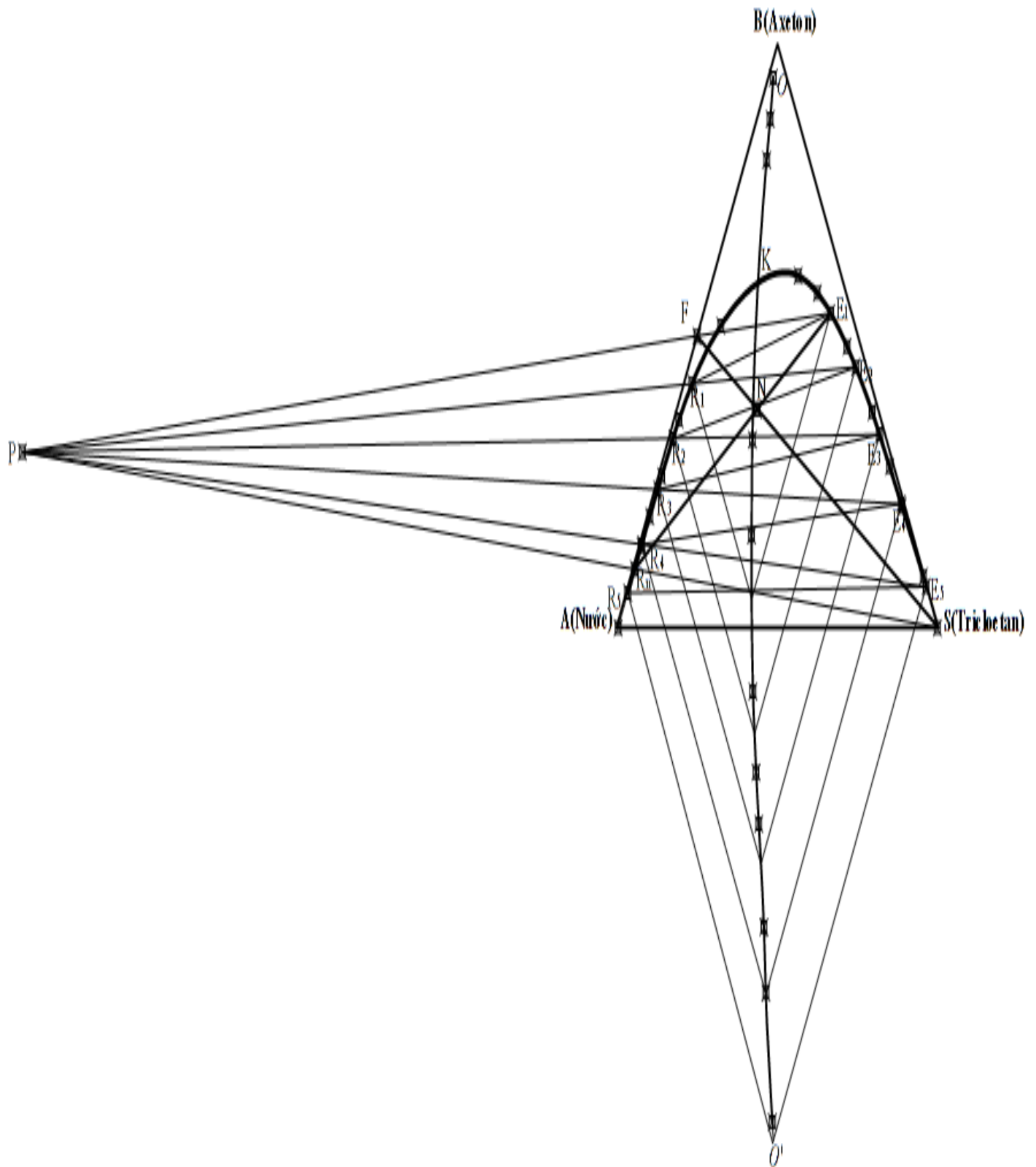
$$\frac{\overline{NF}}{\overline{NS}} = \frac{S}{F} = \frac{30}{100} = \frac{3}{10}$$

$N=S+F=R_n+E_1 \Rightarrow E_1$ là giao điểm của R_nN với đường cân bằng

Điểm cực P là giao điểm của E_1F và SR_n .

Vẽ các đường liên hợp, mỗi đường liên hợp ứng với một bậc trích ly ngược chiều.

Số bậc trích ly = số đường liên hợp = 5.



CHUNG LUYỆN

Bài 1.

Chung luyện liên tục hỗn hợp metanol – nước

$p = 1$ at

$x_F = 31,5\%$ mol, $x_P = 97,5\%$ mol, $x_W = 1,1\%$ mol.

$R = 1,77R_{\min}$

Hỗn hợp F ở nhiệt độ sôi

Tính: Số bậc thay đổi nồng độ?

Bài giải

Bảng số liệu cân bằng lỏng hơi metanol – nước:

X % khối lượng	Y* % khối lượng	x % mol	y* % mol
1	7.3	0.0056	0.0424
4	23.5	0.0229	0.1473
6	31.5	0.0347	0.2055
10	43.4	0.0588	0.3013
20	61	0.1233	0.4680
30	70.5	0.1942	0.5734
40	76.7	0.2727	0.6493
50	81.2	0.3600	0.7084
60	84.8	0.4576	0.7583
70	88.3	0.5676	0.8093
80	92.1	0.6923	0.8677
90	96	0.8351	0.9310

Nội suy từ bảng số liệu cân bằng lỏng hơi metanol – nước ta có $y_F^* = 0,6804$.

Chỉ số hồi lưu tối thiểu:

$$R_{\min} = \frac{x_P - y_F^*}{y_F^* - x_F} = \frac{0.975 - 0.6804}{0.6804 - 0.315} = 0.8062$$

Chỉ số hồi lưu thực tế:

$$R = 1,77R_{\min} = 1,77 \cdot 0,8062 = 1,4270$$

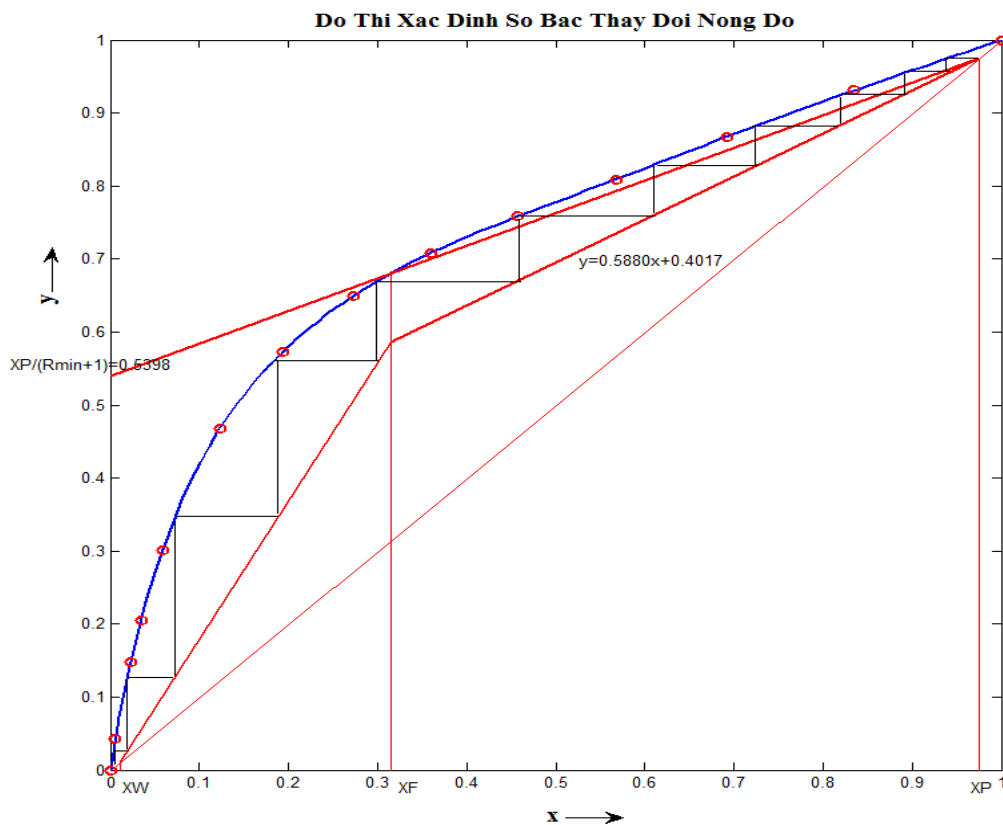
Phương trình đường làm việc đoạn luyện:

$$y = \frac{R}{R+1}x + \frac{x_P}{R+1}$$

$$= \frac{1,4270}{1,4270 + 1}x + \frac{0,975}{1,4270 + 1}$$

$$= 0,5880x + 0,4017$$

Từ đây ta vẽ được đồ thị $y - x$ để xác định số bậc thay đổi nồng độ



Số bậc thay đổi nồng độ = 11

Bài 2.

Chưng luyên liên tục hỗn hợp Benzen – Xylen

Áp suất làm việc $p = 2 \text{ at}$

$F = 5000 \text{ kg/h}$, $x_F = 45 \text{ \% mol}$, $x_P = 98 \text{ \% mol}$, $x_W = 1,5 \text{ \% mol}$

Hỗn hợp F ở nhiệt độ sôi

Tính: Chỉ số hồi lưu thích hợp R_{opt} và số đĩa lý thuyết N_{lt} tương ứng?

Lượng sản phẩm đỉnh P và lượng sản phẩm đáy W?

Bài giải

Bảng số liệu cân bằng lỏng hơi Benzen – Xylen:

x (% mol)	0	0.03	0.05	0.10	0.20	0.30	0.45	0.60	0.90	1
-----------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	---



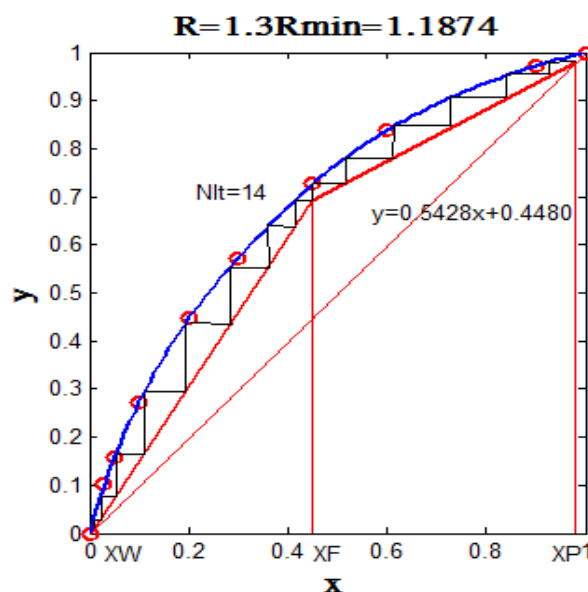
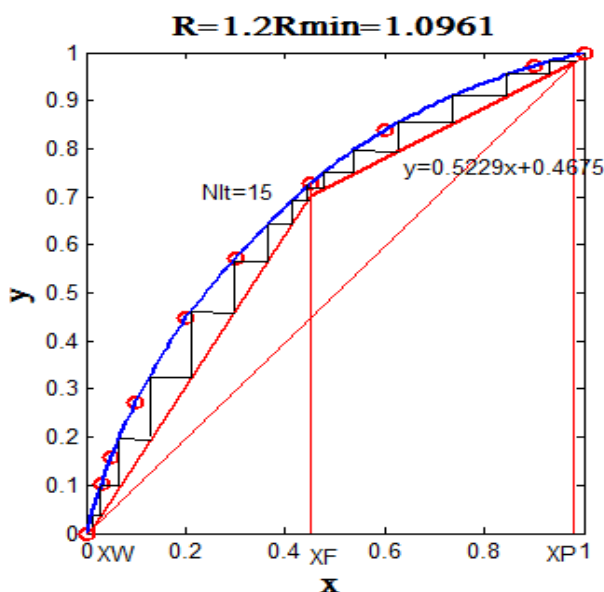
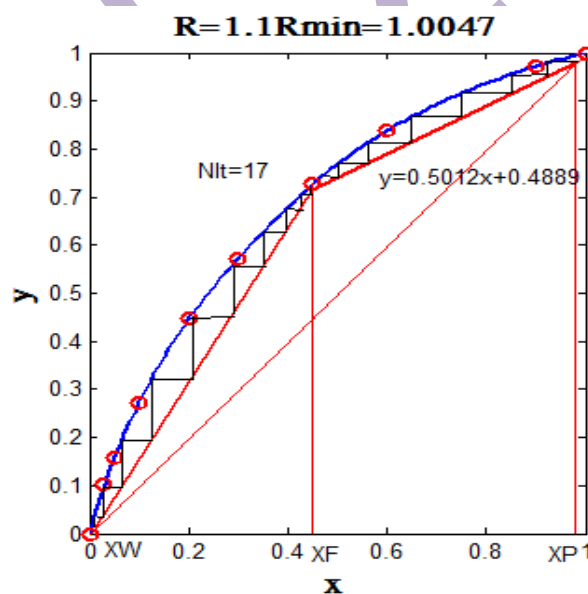
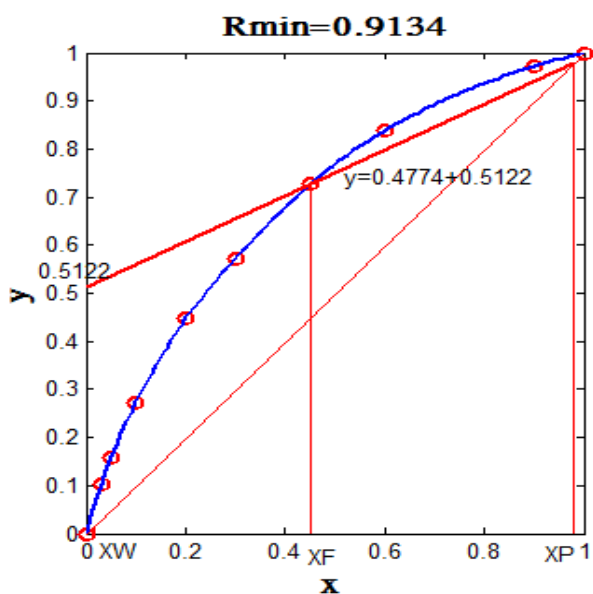
y (% mol)	0	0.103	0.159	0.272	0.447	0.572	0.727	0.838	0.972	1
-----------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---

Chỉ số hồi lưu tối thiểu:

$$R_{min} = \frac{x_P - y_F^*}{y_F^* - x_F} = \frac{0.98 - 0.727}{0.727 - 0.45} = 0.9134$$

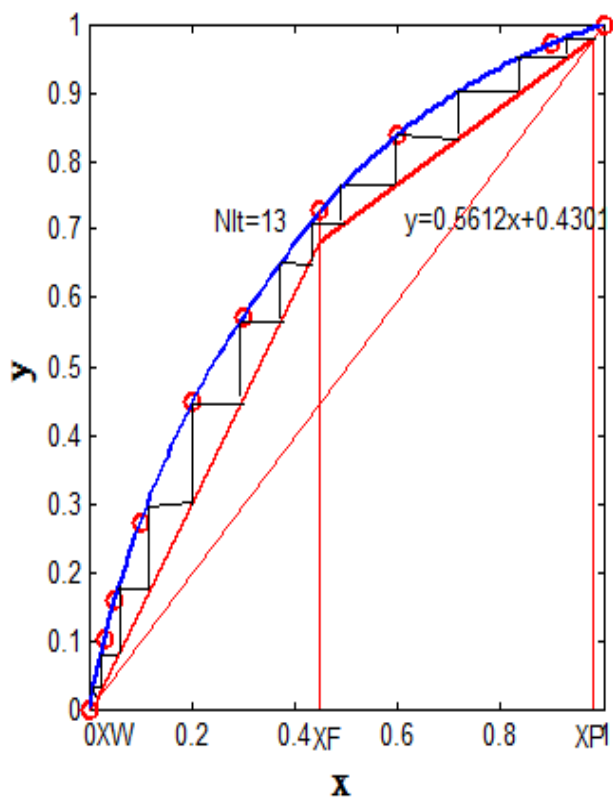
Ta xác định R_{opt} theo điều kiện tháp chưng luyện có kích thước bé nhất nhưng có chế độ làm việc tốt nhất. Điểm cực tiểu của đồ thị quan hệ $N_{lt}(R+1) = f(R)$ cho ta R_{opt} .

Ta lần lượt cho $R = \beta R_{min}$ ($\beta = 1, 1; 1, 2; \dots$) rồi vẽ đồ thị $y - x$ xác định N_{lt} tương ứng, sau đó, vẽ và tìm điểm cực tiểu của đồ thị quan hệ $N_{lt}(R+1) = f(R)$.

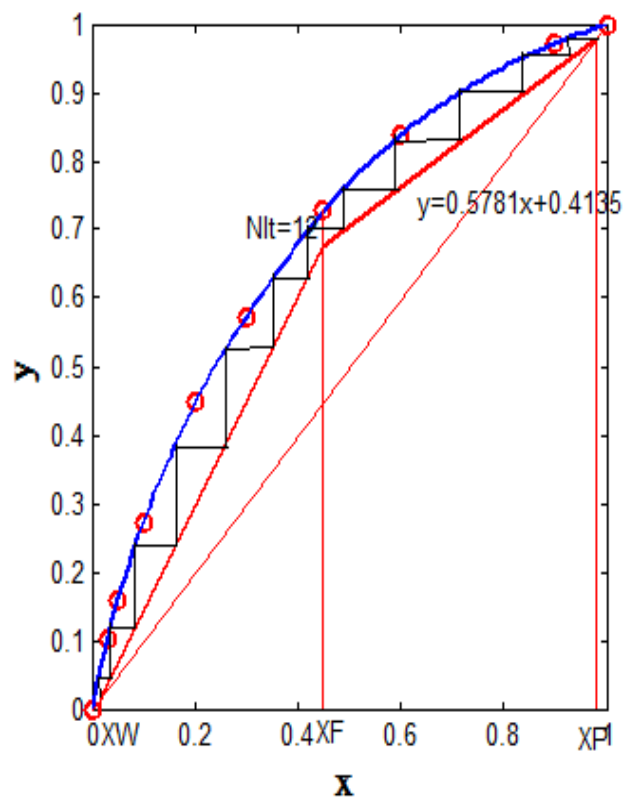




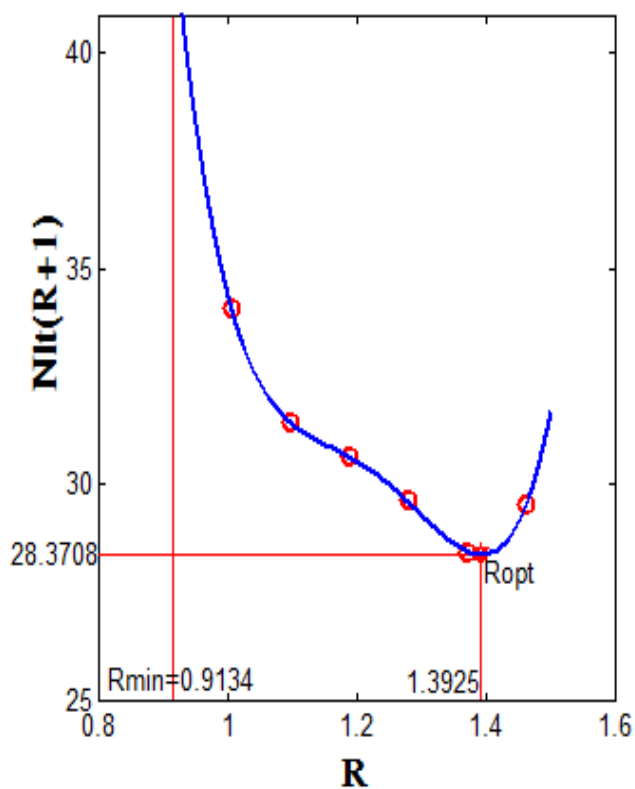
$R=1.4R_{min}=1.2788$



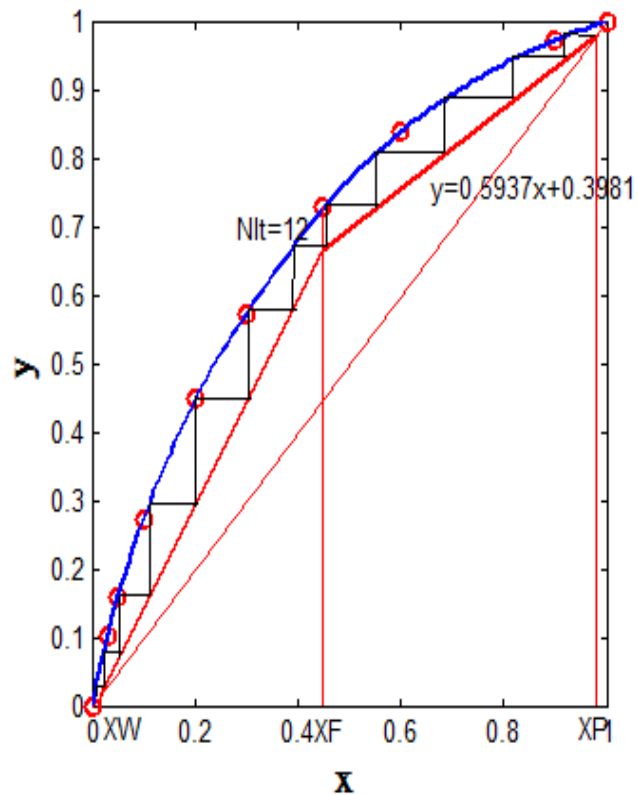
$R=1.5R_{min}=1.3701$



Quan he $NIt(R+1)=f(R)$



$R=1.6R_{min}=1.4614$





Bảng kết quả tính toán:

#	β	R	N_{lt}	$N_{lt}(R+1)$
1	1	$R_{min} = 0.9134$	∞	∞
2	1,1	1.0047	17	34.0799
3	1,2	1.0961	15	31.4415
4	1,3	1.1874	14	30.6236
5	1,4	1.2788	13	29.6244
6	1,5	1.3701	12	28.4412
7	1,6	1.4614	12	29.5368
8	∞	∞	$N_{lt\ min} = 7$	∞

$R_{opt} = 1.5245R_{min} = 1,3925$

$$N_{lt} = \frac{23,3708}{R_{opt} + 1} = \frac{23,3708}{1,3925 + 1} = 9,7684 \cong 10$$

Lượng hỗn hợp đầu:

$$F = 5000 \text{ kg/h}, x_F = 45 \% \text{ mol}$$

$$\Rightarrow F = \frac{0,45 \cdot 5000}{78} + \frac{(1 - 0,45) \cdot 5000}{106} = 54,7896 \text{ kmol/h}$$

Lượng sản phẩm đỉnh:

$$P = F \frac{x_F - x_W}{x_P - x_W} = 54,7896 \frac{0,45 - 0,015}{0,98 - 0,015} = 24,6979 \text{ kmol Benzen/h}$$

Lượng sản phẩm đáy:

$$W = F - P = 54,7896 - 24,6979 = 30,0917 \text{ kmol Xylen/h}$$

Bài 3.

Chung đơn giản (gián đoạn) hỗn hợp rượu etylic – nước

$$F = 1000 \text{ kg}, x_F = 60 \% \text{ khối lượng}, x_W = 5 \% \text{ khối lượng}$$

Tính: Lượng sản phẩm đáy và lượng sản phẩm đỉnh?

Bài giải

Hỗn hợp đầu:

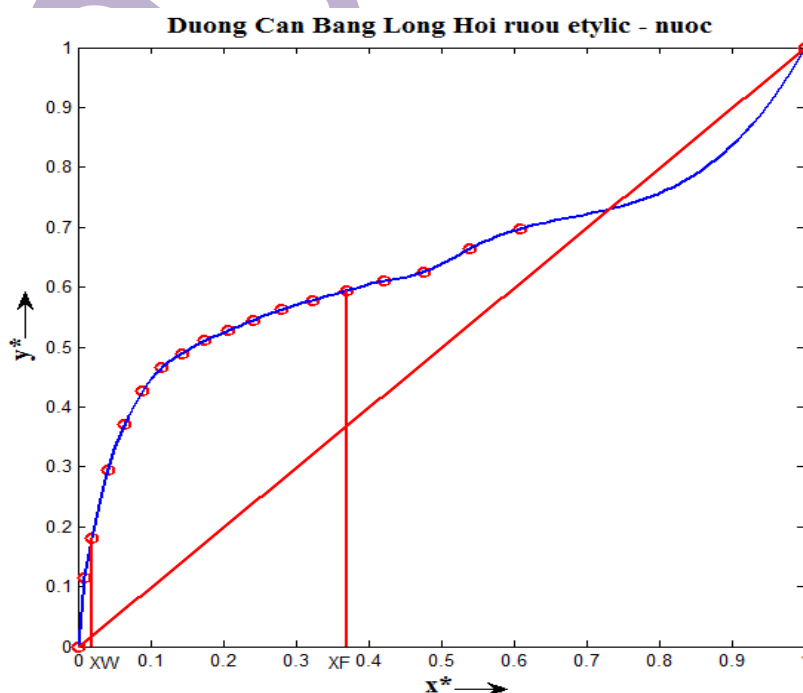


$F = 1000 \text{ kg}, x_F = 60 \% \text{ khối lượng}$

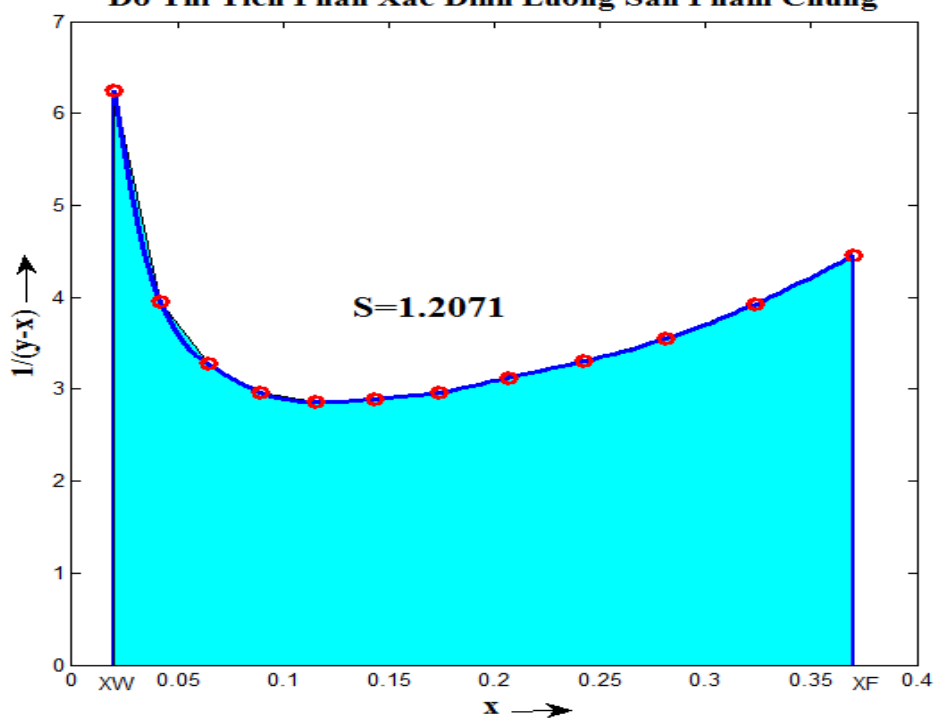
$$\Rightarrow F = \frac{600}{46} + \frac{400}{18} = 35,2657 \text{ kmol}$$

Bảng số liệu cân bằng lỏng hơi rượu etylic – nước:

X (% khối lượng)	Y* (% khối lượng)	X (% mol)	y* (% mol)	1/(y*-x*)
2.5	25	0.0099	0.1154	9.483092
5	36	0.0202	0.1804	6.2414
10	51.6	0.0417	0.2944	3.9572
15	60	0.0646	0.3699	3.2758
20	65.5	0.0891	0.4262	2.9661
25	69	0.1154	0.4655	2.8561
30	71	0.1436	0.4893	2.8930
35	72.8	0.1740	0.5116	2.9628
40	74	0.2069	0.5269	3.1250
45	75.4	0.2425	0.5453	3.3024
50	76.7	0.2813	0.5630	3.5498
55	77.8	0.3235	0.5783	3.9252
60	78.9	0.3699	0.5940	4.4610
65	80	0.4209	0.6102	5.282448
70	81	0.4773	0.6252	6.75942
75	83.5	0.5400	0.6645	8.034953
80	85.5	0.6102	0.6976	11.43206



Đồ Thị Tích Phân Xác Định Lượng Sản Phẩm Chung



Lượng sản phẩm đáy:

$$\ln \frac{F}{W} = \int_{x_W}^{x_F} \frac{dx}{y-x} = S$$

$$\Rightarrow \ln \frac{35,2657}{W} = 1,2071$$

$$\Rightarrow W = \frac{35,2657}{e^{1,2071}} = 10,5467 \text{ kmol nước}$$

Lượng sản phẩm đỉnh:

$$P = F - W = 35,2657 - 10,5467 = 24,7190 \text{ kmol rượu etylic}$$