

รายการอ้างอิง

ธราพงษ์ วิจิตรศานต์. 2535.เอกสารประกอบการสอนวิชา Separation Operation เรื่องการตกผลึก.
ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Bamforth, A. 1965 . Industrial Crystallization. London : Leonard Hill.

Bird, R.B., Stewart, W.E. and Lightfoot, E.N. 1960. Transport Phenomena. Singapore: John
Willey & Sons, Inc.

Gilreath, E.S. 1954. Quantitative Analysis . New York : McGraw-Hill Book Company, Inc.

Gregg, D.C. and Brown, C.L. 1968. Chemistry in the Laboratory. Boston : Allyn and Bacon., Inc.

Kirk-Othmer. 1948. Encyclopedia of Chemical Technology. Vol 4. 1st ed. The Interscience
Encyclopedia, Inc.

_____. 1965. Encyclopedia of Chemical Technology. Vol 6. 2nd ed. John Willey & Sons,
Inc.

Mullin, J.W. 1971. Crystallization. 2nd ed. London: Butterworth.

Stephen, H. and Stephen, T. 1979. Solubility of Inorganic and Organic Compounds. Vol.1,
1st ed. Pergamon Press.

Zumstein, R.C. and Rousseau, R.W. Growth Rate Dispersion by Initial Growth Rate
Distributions and Growth Rate Fluctuations. AIChE J. 33(1987a):121

_____. Anomalous Growth of Large and Small Copper Sulfate Pentahydrate. Ind.
Eng. Chem. Res. 28(1989): 289-297

_____. Agglomeration of Copper Sulfate Pentahydrate Crystals within Well-mixed
Crystallization. Chem. Eng. Sci. Vol.44, 10(1989):2149-2155

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

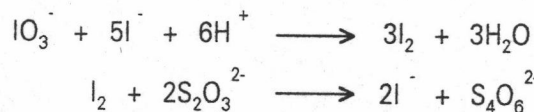
ตัวอย่างการคำนวณ

ก1. หาความเข้มข้นของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต

ใช้ข้อมูลของการตกผลึกคอปเปอร์ซัลเฟต ที่อัตราการไหล 0.0468 กก/วินาที
 ความเร็วอากาศ 0.0819 เมตร³/วินาที ความเร็วรอบใบพัดกวน 1500 รอบ/วินาที ณ เวลา 0
 นาที

1. ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

ปฏิกิริยาระหว่าง KIO_3 กับ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จะเป็นดังนี้



จากปฏิกิริยาข้างต้น จำนวนโมลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา $\text{KIO}_3 : \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จะ
 เท่ากับ 1 : 6

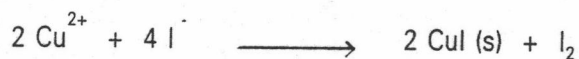
ความเข้มข้นของสารละลาย KIO_3 (M_{KIO_3})	0.01	mole/l
ปริมาตรของสารละลาย KIO_3 ที่ใช้ (V_{KIO_3})	25	ml
ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ ($V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$)	3.4	ml

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของสารละลาย } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= \frac{M_{\text{KIO}_3} * V_{\text{KIO}_3} * 6}{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}} \\ &= \frac{0.01 \text{ M} * 25 \text{ ml} * 6}{3.4 \text{ ml}} \\ &= 0.44 \text{ mole/l} \end{aligned}$$

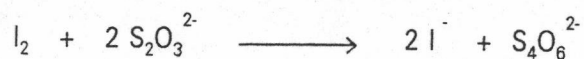
2. ความเข้มข้นของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเริ่มต้น

น้ำหนักของสารละลายตัวอย่าง	17.6034	g
ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้	14.8	ml
ความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	0.44	mole/l
น้ำหนักโมเลกุลของ CuSO_4	159.54	

คอปเปอร์ไอออนจะทำปฏิกิริยากับไอโอดีนไดออดีนดังนี้



จากนั้นไอโอดีนจะทำปฏิกิริยากับไทโอซัลเฟตต่อดังปฏิกิริยา



จากปฏิกิริยาข้างต้นจะได้ว่า จำนวนโมลของ Cu^{2+} จะทำปฏิกิริยากับ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ เท่ากับ 1 : 1

$$\begin{aligned} \text{จำนวนโมลของ } \text{CuSO}_4 &= M_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} * V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} / 1000 \\ &= 0.44 \text{ M} * 14.8 \text{ ml} / 1000 \text{ ml} \\ &= 6.51 * 10^{-3} \text{ mole} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของ } \text{CuSO}_4 &= \text{mole of } \text{CuSO}_4 * \text{M.W. of } \text{CuSO}_4 \\ &= 6.51 * 10^{-3} \text{ mole} * 159.54 \\ &= 1.0389 \text{ g} \end{aligned}$$

เนื่องจากทำการเจือจางสารตัวอย่างเป็น 50 ซม³ แล้วบีบเปิดมาเพียง 10 ซม³ ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของ } \text{CuSO}_4 \text{ ในสารตัวอย่าง} &= 1.0389 * 5 \\ &= 5.1945 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของสารละลาย } \text{CuSO}_4 &= 5.1945 \text{ g} * 100 / 17.6034 \text{ g} \\ &= 29.46 \% \text{ โดยน้ำหนัก} \end{aligned}$$

3. ความเข้มข้นของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตที่ออกจากหอดกผลึก
ทำการคำนวณเช่นเดียวกับ การหาความเข้มข้นของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต

เริ่มต้น

น้ำหนักของสารตัวอย่าง	12.1911 g
ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้	8.5 ml

$$\begin{aligned} \text{จำนวนโมลของ } \text{CuSO}_4 &= 0.44 \text{ M} \cdot 8.5 \text{ ml} / 1000 \text{ ml} \\ &= 3.74 \cdot 10^{-3} \text{ mole} \\ \text{น้ำหนักของ } \text{CuSO}_4 &= 3.74 \cdot 10^{-3} \text{ mole} \cdot 159.54 \\ &= 0.5967 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของ } \text{CuSO}_4 \text{ ในสารตัวอย่าง} &= 0.5967 \cdot 5 \\ &= 2.9835 \text{ g} \\ \text{ความเข้มข้นของสารละลาย } \text{CuSO}_4 &= 2.9835 \text{ g} \cdot 100 / 12.1911 \text{ g} \\ &= 24.47 \text{ \% โดยน้ำหนัก} \end{aligned}$$

- ก2. การหาค่าสภาพอิมิตวียิงวดสมบูรณ์ (ΔC)

จากการตกผลึกที่ อัตราการไหลของสารละลาย	0.0219 kg/sec
ความเร็วอากาศ	0.0819 m ³ /sec
ความเร็วรอบใบพัดกวน	1500 rpm

$$\Delta C = C_{\text{out}} - C^*$$

$$\begin{aligned} C_{\text{out}} &= \text{ค่าความเข้มข้นขาออก} = 24.47 \text{ kg CuSO}_4/100 \text{ kg solution} \\ C^* &= \text{ค่าการละลายของ } \text{CuSO}_4 \text{ ที่ } 40^\circ\text{C} = 22.6 \text{ kg CuSO}_4/100 \text{ kg solution} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta C &= 24.47 - 22.6 \\ &= 1.87 \text{ kg CuSO}_4/100 \text{ kg solution} \end{aligned}$$

- ก3. ค่าอัตราการขยายขนาดของผลึก

จากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายขนาดของผลึกกับความอิมิตัวยิ่งยวด

$$R_G = \frac{1}{a_c} \frac{dm_c}{dt} = K_G \Delta C^g$$

R_G = อัตราการขยายขนาดของผลึก

a_c = พื้นที่ผิวของผลึก = πd_1^2

dm_c = น้ำหนักของผลึกสะสม = ρdV
 $= \frac{\rho}{6} \pi (d_2^3 - d_1^3)$

dt = เวลาเมื่อผลึกมีการขยายขนาดจาก d_1 เป็น d_2 = 15 นาที

ΔC = ค่าความอิมิตัวยิ่งยวด

K_G = ค่าคงที่รวมของการขยายขนาด

g = อันดับรวมของการขยายขนาด

d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคที่เวลา 0 นาที
(ขนาดมัธยฐานของผลึกที่เวลา 0 นาที)

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคที่เวลา 15 นาที
(ขนาดมัธยฐานของผลึกที่เวลา 15 นาที)

$$\begin{aligned} a_c &= \pi * d_1^2 \\ &= 22/7 * (0.0180 \text{ cm})^2 \\ &= 1.0183 * 10^{-3} \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dm_c &= \rho * 1/6 * \pi * (d_2^3 - d_1^3) \\ &= (2.28 \text{ g/cm}^3) * 1/6 * 22/7 * [(0.0210 \text{ cm})^3 - (0.0180 \text{ cm})^3] \\ &= 4.0953 * 10^{-6} \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dm_c / dt &= (4.0953 * 10^{-6} \text{ g}) / (15 \text{ min}) \\ &= 2.7302 * 10^{-7} \text{ g/min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_G &= 1 / (1.0183 * 10^{-3} \text{ cm}^2) * (2.7302 * 10^{-7} \text{ g/min}) \\ &= 2.6811 * 10^{-4} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{min} \end{aligned}$$

ก4. สมดุลมวลสารของคอปเปอร์ซัลเฟต

จากการตกผลึกที่	อัตราการการไหลของสารละลาย	0.0219 kg/sec
	ความเร็วอากาศ	0.0819 m ³ /sec
	ความเร็วรอบใบพัดกวน	1500 rpm

สารละลายเริ่มต้น	55	kg
สารละลายตัวอย่างที่เก็บ 1100		g
ผลึกที่กรองได้	81.7014	g
ความเข้มข้นของสารละลายเริ่มต้น	29.88	%
น้ำหนักสารขาออกทั้งหมด	54.25	kg
ความเข้มข้นของสารละลายขาออก	24.47	%

สมดุลมวลสารของ CuSO₄

CuSO₄ ขาเข้า :

$$\begin{aligned} \text{จำนวน CuSO}_4 \text{ ในสารละลาย} &= 55 * 29.46 / 100 \\ &= 16.2030 \text{ kg} \end{aligned}$$

CuSO₄ ขาออก :

$$\begin{aligned} \text{จำนวน CuSO}_4 \text{ ในผลึก} &= 81.7214 * 159.546 / 249.546 \\ &= 52.25 \text{ g} / 1100 \text{ g ของสารละลายขาออก} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนัก CuSO}_4 \text{ ในผลึกทั้งหมด} &= 52.25 * 54250 / 1100 \\ &= 2.5762 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักสารละลายขาออก} &= 54.25 - (2.5762 * 249.546 / 159.546) \\ &= 50.2206 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนัก CuSO}_4 \text{ ทั้งหมดในสารละลาย} &= 50.2206 * 24.47 / 100 \\ &= 12.2890 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{น้ำหนัก CuSO}_4 \text{ ทั้งหมดในสารขาออก} &= 12.2890 + 2.5762 \\
 &= 14.8651 \text{ kg} \\
 \\
 \text{น้ำหนัก CuSO}_4 \text{ ที่หายไป} &= 16.2030 - 14.8651 \\
 &= 1.3379 \text{ kg} \\
 \\
 \% \text{CuSO}_4 \text{ ที่หายไป} &= 1.3379 * 100 / 16.2030 \\
 &= 8.26 \\
 \\
 \% \text{ ผลิตรภัณฑ์ที่ได้} &= 2.5762 * 100 / 16.2030 \\
 &= 15.90
 \end{aligned}$$

ก5. การหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

ทำการคำนวณโดยสมมติให้หยดของสารละลายในเครื่องตกผลึกมีลักษณะกลม

คุณสมบัติของอากาศ ที่อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 60°C

$$\text{ความหนืด, } \mu = 0.049 \text{ lb}_m / \text{ft. hr}$$

$$\text{ความจุความร้อน, } C_p = 0.241 \text{ Btu} / \text{lb}_m \cdot ^\circ\text{F}$$

$$\text{ค่าการนำไฟฟ้า, } k = 0.0169 \text{ Btu} / \text{hr.ft.} \cdot ^\circ\text{F}$$

$$\text{ความดัน, } P = 1 \text{ atm}$$

$$\text{น้ำหนักโมเลกุล, } M = 28.97 \text{ lb}_m / \text{lbmole}$$

$$\text{ค่าคงที่แก๊ส, } R = 0.7302 \text{ ft}^3 \text{ atm} / \text{lbmole} \cdot ^\circ\text{R}$$

$$\text{อุณหภูมิ, } T = 600 \cdot ^\circ\text{R}$$

$$\text{ความเร็วอากาศของอากาศ, } v_\alpha = 29.37 \text{ m/s} (0.1868 \text{ m}^3/\text{s}) = 3.47 \cdot 10^5 \text{ ft} / \text{hr}$$

$$\text{เส้นผ่านศูนย์กลางของหยดสารละลาย, } d = 2.95 \cdot 10^{-4} \text{ ft}$$

$$\text{ความหนาแน่น, } \rho = PM / RT$$

$$= (1 \cdot 28.97) / (0.7302 \cdot 600) = 0.0661 \text{ lb}_m / \text{ft}^3$$

จากสมการ

$$\text{Nu} = (h_m \cdot d)/k = 2.0 + 0.60((d \cdot v_\alpha \cdot \rho)/\mu)^{1/2} \cdot ((C_p \cdot \mu)/k)^{1/3}$$

$$\begin{aligned} h_m &= (2.0 + 6.0((2.95 \cdot 10^{-4} \cdot 3.47 \cdot 10^5 \cdot 0.0661)/0.049)^{1/2} \cdot ((0.241 \cdot 0.049)/0.0169)^{1/3}) \\ &= 472.51 \text{ Btu / hr.ft.}^2 \cdot \text{F} \\ &= 472.51/0.204 \\ &= 2316.23 \text{ kcal/hr m}^2 \cdot \text{C} \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง

การทดลองที่	อัตราไหล (kg/s)	ความเร็วอากาศ (m^3/s)	ความเร็วใบพัด (rpm)	ความเข้มข้น KIO_3 (mole/l)	ปริมาตร KIO_3 (ml)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (standardize) (ml)	น.สารละลายขาออก (kg)	เวลา (min)	อุณหภูมิสารละลาย ($^{\circ}C$)	น.สารตัวอย่าง (kg)	น.สารละลายที่นำมาไตเตรต (g)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (ml)
1	0.0468	0.0819	1500	0.01	25	3.4	54.25	0	80	1.10	17.6034	14.80
								15	40	1.00	12.1911	8.50
								45	39	1.25	13.9828	8.90
								90	38	1.05	17.1409	10.80
								150	36.5	1.10	11.7931	7.30
								210	35.5	1.05	15.7763	9.70
									34		14.6485	9.00
2	0.0468	0.1233	1500	0.05	20	12.4	48.28	0	80	1.10	11.9082	10.00
								15	38	1.22	9.3081	6.20
								45	36	0.97	11.9940	7.60
								90	35	1.00	18.8975	10.50
								150	34.5	1.00	13.8663	7.65
								210	34	0.99	17.8517	9.80
									33.5		21.3203	11.70

การทดลองที่	อัตราการไหล (kg/s)	ความเร็วลม (m^3/s)	ความเร็วใบพัด (rpm)	ความเข้มข้น KIO_3 (mole/l)	ปริมาตร KIO_3 (ml)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (standardize) (ml)	น้ำหนักสารละลายซาออก (kg)	เวลา (min)	อุณหภูมิสารละลาย ($^{\circ}C$)	น้ำหนักตัวอย่าง (kg)	น้ำหนักสารละลายที่นำมาไตเตรต (g)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (ml)
3	0.0468	0.1585	1500	0.10	20	24.23	48.45	0	80	1.00	15.1362	10.30
								15	34	0.90	14.6390	8.50
								45	32	1.20	16.2947	8.80
								90	31	0.90	15.7973	8.40
								150	30.5	1.00	14.7798	7.80
								210	30	0.90	13.0793	6.75
								210	30	0.90	12.7837	6.55
4	0.0468	0.1868	1500	0.05	20	12.4	48.02	0	80	1.03	14.7387	11.50
								15	32.5	0.89	20.2151	12.48
								45	29	1.00	16.4750	9.85
								90	28.5	1.10	17.5739	9.55
								150	28.5	0.85	18.9639	10.05
								210	28.5	0.85	16.6417	8.93
								210	28.5	0.85	14.2794	7.65

การทดลองที่	อัตราการไหล (kg/s)	ความเร็วลม (m ³ /s)	ความเร็วใบพัด (rpm)	ความเข้มข้น KIO ₃ (mole/l)	ปริมาตร KIO ₃ (ml)	ปริมาตร Na ₂ S ₂ O ₃ (standardize) (ml)	น้ำหนักสารละลายขาออก (kg)	เวลา (min)	อุณหภูมิสารละลาย (°C)	น้ำหนักตัวอย่าง (kg)	น้ำหนักสารละลายที่นำมาวิเคราะห์ (g)	ปริมาตร Na ₂ S ₂ O ₃ (ml)	
7	0.0730	0.0819	1500	0.01	25	3.4	63.15	0	80	1.20	15.1078	12.70	
								15	43	1.00	11.9000	8.35	
								45	41	0.90	19.0100	12.40	
								90	39.5	1.05	15.1412	9.50	
								150	38	1.00	13.9192	8.55	
								210	36.5	1.20	14.8179	9.05	
8	0.0595	0.1585	1500	0.10	20	24.23	54.8	0	80	1.20	14.6435	11.10	
								15	37	1.00	19.1020	11.30	
								45	36	1.10	13.8588	7.80	
								90	35.5	1.00	19.4054	10.85	
								150	34.5	1.00	17.0515	9.20	
								210	33.5	1.10	16.8392	9.20	
												11.7292	10.10

การทดลองที่	อัตราการไหล (kg/s)	ความเร็วลม (m^3/s)	ความเร็วใบพัด (rpm)	ความเข้มข้น KIO_3 (mole/l)	ปริมาตร KIO_3 (ml)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (standardize) (ml)	น้ำหนักสารละลาย (kg)	เวลา (min)	อุณหภูมิสารละลาย ($^{\circ}C$)	น้ำหนักตัวอย่าง (kg)	น้ำหนักสารละลายที่นำมาวิเคราะห์ (g)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (ml)
9	0.0730	0.1585	1500	0.01	25	3.05	50.35	0	80	0.90	14.5144	11.15
								15	40		13.6877	8.25
								45	38		14.3588	8.40
								90	37		16.8667	9.55
								150	36		14.2196	8.20
								210	35		16.7599	9.20
								210	34		18.4586	10.10
10	0.1076	0.1585	1500	0.10	20	26.4	52.10	0	80	1.10	13.7814	11.45
								15	41		17.7880	11.65
								45	39.5		16.9696	9.75
								90	39		15.4532	8.80
								150	38.5		19.5231	11.05
								210	37.5		12.9375	7.30
								210	36.5		13.6742	7.60

การทดลองที่	อัตราการไหล (kg/s)	ความเร็วลม (m^3/s)	ความเร็วใบพัด (rpm)	ความเข้มข้น KIO_3 (mole/l)	ปริมาณ KIO_3 (ml)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (standardize) (ml)	น้ำหนักสารละลาย (kg)	เวลา (min)	อุณหภูมิสารละลาย ($^{\circ}C$)	น้ำหนักตัวอย่าง (kg)	น้ำหนักสารละลายที่นำมาวิเคราะห์ (g)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (ml)
11	0.0468	0.1585	1000	0.01	20	7.45	45.75	0	80	1.15	14.3068	34.5
								15	34		12.7257	20.7
								45	32		16.9519	27.8
								90	31.5		20.3177	33.5
								150	31		17.3149	28.8
								210	30.5		17.7680	27.7
12	0.0468	0.1585	1250	0.01	20	7.45	47.20	0	80	1.10	19.9707	46.5
								15	34		15.5524	26.3
								45	32		15.9234	26.7
								90	31.5		21.4194	34.2
								150	31		17.4041	28.5
								210	30		15.3353	25.6
										1.05	15.4258	24.8

การทดลองที่	อัตราการไหล (kg/s)	ความเร็วลม (m ³ /s)	ความเร็วใบพัด (rpm)	ความเข้มข้น KIO ₃ (mole/l)	ปริมาตร KIO ₃ (ml)	ปริมาตร Na ₂ S ₂ O ₃ (standardize) (ml)	น้ำหนักสารละลายที่ออก (kg)	เวลา (min)	อุณหภูมิสารละลาย (°C)	น้ำหนักตัวอย่าง (kg)	น้ำหนักสารละลายที่นำมาวิเคราะห์ (g)	ปริมาตร Na ₂ S ₂ O ₃ (ml)
13	0.0468	0.1585	1750	0.01	20	7.45	51.95		80		19.7065	47.3
								0	35	1.10	27.2614	44.5
								15	31.5	1.10	15.1013	25.60
								45	31	1.10	21.2934	34.20
								90	30	1.20	18.3840	29.70
								150	30	1.20	21.0987	34.50
								210	30	1.05	21.3582	34.00

ผลการร่อนแยกขนาด

การทดลอง ที่	เวลา (min)	ขนาดผลึก (μm)						
		0-75	75-150	150-300	300-600	600-850	850-1180	>1180
1	0	5.5084	33.2673	42.3489	0.2947	0.2644	0.0177	0.0000
	15	6.4461	18.1274	42.8097	15.7113	0.0000	0.0000	0.0000
	45	5.8339	16.2363	37.9988	27.4263	0.0363	0.0000	0.0000
	90	2.8516	13.0993	33.3901	37.5782	1.0856	0.0176	0.0060
	150	1.6507	11.4639	32.4277	40.6784	1.8136	0.0000	0.0000
	210	1.5464	8.0909	30.6309	44.4449	5.0680	0.0000	0.0000
2	0	7.4580	33.3587	31.2890	24.8987	0.7972	0.0385	0.0094
	15	8.7936	27.6388	35.1155	22.0533	0.5798	0.3336	0.1080
	45	3.6408	23.0308	43.1290	23.3369	1.3269	0.3801	0.2187
	90	6.7126	28.4377	36.6281	21.3729	0.6632	0.3390	0.1979
	150	4.9767	23.5461	35.7895	32.5271	0.6773	0.4325	0.2341
	210	5.0521	25.1463	38.3071	29.5914	1.1550	0.6055	0.3030
3	0	4.5239	50.0938	56.3155	8.6839	0.0225	0.0065	0.0000
	15	2.6572	35.5073	62.1010	18.7829	0.9935	0.0172	0.0000
	45	2.8454	39.8423	51.3564	25.6378	2.8255	0.1087	0.0000
	90	0.2961	17.7893	78.6363	34.8449	2.1360	0.2037	0.0000
	150	0.3209	15.7456	77.8529	24.8708	13.9699	1.7024	0.0096
	210	0.6371	19.3407	82.3647	27.7757	13.7423	0.5787	0.1435
4	0	4.6123	37.9611	69.9651	33.2379	3.2071	0.9840	0.0000
	15	4.6632	30.4309	74.8457	37.1688	2.4635	0.0990	0.0000
	45	4.6796	30.9073	74.0292	38.2876	3.2538	0.9984	0.0000
	90	1.2417	32.4855	74.5061	30.6863	3.1784	2.8562	0.2401
	150	0.5681	32.2116	74.4680	38.5981	3.2869	0.1387	0.0000
	210	1.9496	29.2138	73.3884	36.8090	4.3183	0.6943	0.0000
5	0	4.3865	25.8414	34.3746	0.2347	0.2105	0.0142	0.0000
	15	5.2118	19.3594	33.9409	8.3960	0.1930	0.0829	0.0000
	45	4.6715	13.0011	37.4361	14.9523	0.0291	0.0000	0.0000
	90	2.3585	10.8342	42.1777	17.2470	0.1698	0.0146	0.0050
	150	1.3101	9.0982	39.7094	19.0091	0.7407	0.0000	0.0000
	210	1.3338	6.9782	41.9051	25.1687	2.0479	0.0000	0.0000

การทดลอง ที่	เวลา (min)	ขนาดผลึก (μm)						
		0-75	75-150	150-300	300-600	600-850	850-1180	>1180
6	0	4.7950	32.3854	37.2837	2.0907	0.0171	0.4622	0.0000
	15	2.8844	27.1476	38.3578	5.3747	0.4977	0.7528	0.2619
	45	3.5617	25.0916	41.6122	6.3168	0.0000	0.0000	0.0000
	90	3.1461	20.3662	39.5164	14.5111	0.0000	0.0000	0.0000
	150	6.0737	19.8138	38.5276	21.4387	0.3970	0.0000	0.0000
	210	1.7561	21.3847	34.0327	25.7742	1.6412	0.1204	0.0000
7	0	4.7950	32.3854	37.2837	2.0907	0.0171	0.4622	0.0000
	15	238844	27.1476	38.3578	5.3759	0.4977	0.7527	0.2188
	45	3.5617	25.0916	41.6122	6.3168	0.0000	0.0000	0.0000
	90	3.1461	20.3662	39.5164	14.5111	0.0000	0.0000	0.0000
	150	6.0737	19.8138	38.5276	21.4387	0.3970	0.0000	0.0000
	210	1.7561	21.3847	34.0327	25.7742	1.6412	0.1204	0.0000
8	0	4.4254	28.4710	54.6264	17.6626	3.7019	0.1343	0.0119
	15	5.6076	19.1280	57.1260	22.2214	0.0281	0.0000	0.0000
	45	2.9106	22.3327	53.5169	28.3143	7.2980	0.1415	0.0003
	90	4.2613	14.2026	49.4796	37.9215	0.0244	0.0000	0.0000
	150	3.0963	13.3633	52.8947	39.9070	0.0416	0.0000	0.0000
	210	0.6257	12.9129	51.1762	36.7233	3.9899	1.3550	0.0628
9	0	6.8766	25.7215	51.3369	17.7067	0.3291	0.0222	0.0000
	15	8.1948	23.0450	50.7252	23.6716	0.0225	0.0000	0.0000
	45	6.9527	19.3499	45.2859	32.6858	0.0433	0.0000	0.0000
	90	3.3444	20.5253	39.1609	38.9109	1.2732	0.0206	0.0038
	150	2.1278	22.7203	41.7992	44.4909	2.3377	0.0000	0.0000
	210	2.1335	23.5489	42.2593	48.9310	6.9919	0.0000	0.0000
10	0	1.3850	25.2582	50.5696	8.9150	0.0080	0.0000	0.0000
	15	2.3308	22.1702	48.5785	9.5756	4.3507	0.0079	0.0000
	45	1.9937	23.7198	53.0916	15.3137	0.5684	0.0000	0.0000
	90	3.0191	22.8951	51.1506	17.8424	4.9348	0.0927	0.0000
	150	2.9083	19.5687	53.4681	16.9362	3.281	0.1749	0.0080
	210	3.2607	19.2053	50.7525	23.2677	0.8077	1.1341	0.0339

การทดลอง ที่	เวลา (min)	ขนาดผลึก (μm)						
		0-75	75-150	150-300	300-600	600-850	850-1180	>1180
11	0	6.1435	34.7176	43.9648	19.1926	12.8363	2.1433	0.0485
	15	6.0813	32.1841	53.6163	22.0944	8.0926	2.7766	0.0198
	45	5.7819	29.8150	53.5893	21.1029	11.8130	0.7698	0.0087
	90	8.8571	26.2682	65.9874	13.7706	8.4280	1.1680	0.0841
	150	11.5163	23.8903	70.6685	15.8934	8.8139	0.3568	0.0426
	210	8.0075	27.8729	65.1667	16.8199	9.2940	2.8230	0.1845
12	0	7.4923	28.3623	60.4193	23.4553	0.0623	0.0163	0.0000
	15	7.4198	30.4769	49.7466	33.9999	0.0584	0.0079	0.0000
	45	5.7724	28.2475	49.2088	34.8865	0.0205	0.0000	0.0000
	90	7.9029	31.8902	39.6908	40.8394	1.9859	0.4939	0.0000
	150	6.7333	34.5025	36.4334	44.4066	0.3718	0.8929	0.0000
	210	7.6420	32.6298	37.9442	41.7104	3.0084	0.3634	0.1402
13	0	9.4699	25.9049	60.8884	21.5638	1.3837	0.5840	0.0688
	15	9.0733	25.1807	52.5846	33.4572	0.8069	0.2280	0.0333
	45	8.2273	25.3937	46.4336	37.0483	3.0225	0.1856	0.0212
	90	8.8614	28.9414	41.0052	46.2204	1.6309	0.3933	0.0543
	150	9.0904	20.8711	56.4629	42.1452	0.7011	0.2488	0.0085
	210	9.1100	24.7411	46.0667	39.4305	5.0151	0.3222	0.0456

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (µm)	On (oversize)	Through (undersize)
1	0	-	1180	0.00	1180	0.02	99.88
		1180	850	0.02	850	0.04	99.86
		850	600	0.32	600	0.36	99.54
		600	300	0.36	300	0.72	99.18
		300	150	51.83	150	52.55	47.35
		150	75	40.71	75	93.26	6.74
		75	-	6.74			
	15	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.00	600	0.00	100
		600	300	18.90	300	18.90	81.10
		300	150	51.52	150	70.42	29.58
		150	75	21.82	75	92.24	7.76
		75	-	7.76			
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.04	600	0.04	99.96
		600	300	31.34	300	31.38	68.62
		300	150	43.41	150	74.79	25.21
		150	75	18.55	75	93.34	6.66
		75	-	6.66			
	90	-	1180	0.01	1180	0.01	99.99
		1180	850	0.02	850	0.03	99.97
		850	600	1.23	600	1.26	98.74
		600	300	42.69	300	43.95	56.05
		300	150	37.93	150	81.88	18.12
		150	75	14.88	75	96.76	3.24
		75	-	3.24			
	150	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	2.06	600	2.06	97.94
		600	300	46.20	300	48.26	51.74
		300	150	36.84	150	85.10	14.90
		150	75	13.02	75	98.12	1.88
		75	-	1.88			
	210	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	5.65	600	5.65	94.35
		600	300	49.50	300	55.15	44.85
		300	150	34.12	150	89.27	10.73
		150	75	9.01	75	98.28	1.72
		75	-	1.72			

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μm)	On (oversize)	Through (undersize)
2	0	-	1180	0.01	1180	0.01	99.99
		1180	850	0.04	850	0.05	99.95
		850	600	0.82	600	0.87	99.13
		600	300	25.45	300	26.32	73.68
		300	150	31.97	150	58.29	41.71
		150	75	34.09	75	92.42	7.62
		75	-	7.62	-	-	-
	15	-	1180	0.11	1180	0.11	99.89
		1180	850	0.36	850	0.47	99.53
		850	600	0.62	600	1.09	98.91
		600	300	23.30	300	24.39	75.61
		300	150	37.11	150	61.50	38.50
		150	75	29.21	75	90.71	9.29
		75	-	9.29	-	-	-
	45	-	1180	0.24	1180	0.24	99.76
		1180	850	0.40	850	0.64	99.36
		850	600	1.39	600	2.03	97.97
		600	300	24.55	300	26.58	73.42
		300	150	45.37	150	71.95	28.05
		150	75	24.22	75	96.17	3.83
		75	-	-	-	-	-
	90	-	1180	0.21	1180	0.21	99.79
		1180	850	0.37	850	0.58	99.42
		850	600	0.70	600	1.28	98.72
		600	300	22.65	300	23.93	76.07
		300	150	38.82	150	62.75	37.25
		150	75	30.14	75	92.89	7.11
		75	-	7.11	-	-	-
	150	-	1180	0.24	1180	0.24	99.76
		1180	850	0.44	850	0.68	99.32
		850	600	0.69	600	1.37	98.63
		600	300	33.13	300	34.50	65.50
		300	150	36.45	150	70.95	29.05
		150	75	23.98	75	94.93	5.07
		75	-	5.07	-	-	-
	210	-	1180	0.30	1180	0.30	99.70
		1180	850	0.61	850	0.91	99.09
		850	600	1.15	600	2.06	97.94
		600	300	29.54	300	31.6	68.40
		300	150	38.25	150	69.85	30.15
		150	75	25.11	75	94.96	5.04
		75	-	5.04	-	-	-

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μ m)	On (oversize)	Through (undersize)
3	0	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.01	850	0.01	99.99
		850	600	0.02	600	0.03	99.97
		600	300	7.25	300	7.28	92.72
		300	150	47.07	150	54.35	45.65
		150	75	41.87	75	96.22	3.78
		75	-	3.78			
	15	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.02	850	0.02	99.98
		850	600	0.83	600	0.85	99.15
		600	300	15.64	300	16.49	83.51
		300	150	51.73	150	68.22	31.78
		150	75	29.57	75	97.79	2.21
		75	-	2.21			
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.09	850	0.09	99.91
		850	600	2.31	600	2.40	97.60
		600	300	20.91	300	23.31	76.69
		300	150	41.88	150	65.19	34.81
		150	75	32.49	75	97.68	2.32
		75	-	2.32			
	90	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.16	850	0.16	99.84
		850	600	1.60	600	1.76	98.24
		600	300	26.02	300	27.78	72.22
		300	150	58.72	150	86.50	13.50
		150	75	13.28	75	99.78	0.22
		75	-	0.22			
	150	-	1180	0.01	1180	0.01	99.99
		1180	850	1.27	850	1.28	98.72
		850	600	10.38	600	11.66	88.34
		600	300	18.50	300	30.16	69.84
		300	150	57.89	150	88.05	11.95
		150	75	11.71	75	99.76	0.24
		75	-	0.24			
	210	-	1180	0.10	1180	0.10	99.90
		1180	850	0.40	850	0.50	99.50
		850	600	9.50	600	10.00	99.00
		600	300	19.21	300	29.21	70.79
		300	150	56.97	150	86.18	13.82
		150	75	13.38	75	99.56	0.44
		75	-	0.44			

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μ m)	On (oversize)	Through (undersize)
4	0	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.67	850	0.67	99.33
		850	600	2.14	600	2.81	97.19
		600	300	22.16	300	24.97	75.03
		300	150	46.65	150	71.62	28.38
		150	75	25.31	75	96.93	3.07
		75	-	3.07			
	15	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.07	850	0.07	99.93
		850	600	1.65	600	1.72	98.28
		600	300	24.83	300	26.55	73.45
		300	150	50.01	150	76.56	23.44
		150	75	20.33	75	96.89	3.11
		75	-	3.11			
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.66	850	0.66	99.34
		850	600	2.14	600	2.80	97.20
		600	300	25.16	300	27.96	72.04
		300	150	48.65	150	76.61	23.39
		150	75	20.31	75	96.92	3.08
		75	-	3.08			
	90	-	1180	0.15	1180	0.15	99.85
		1180	850	1.89	850	2.04	97.96
		850	600	6.07	600	8.11	91.89
		600	300	20.30	300	28.41	71.59
		300	150	49.28	150	77.69	22.31
		150	75	21.49	75	99.18	0.82
		75	-	0.82			
	150	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.09	850	0.09	99.91
		850	600	2.05	600	2.14	97.86
		600	300	26.26	300	28.40	71.60
		300	150	49.30	150	77.70	22.30
		150	75	21.91	75	99.16	0.39
		75	-	0.39			
	210	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.47	850	0.47	99.53
		850	600	2.95	600	3.42	96.58
		600	300	25.15	300	28.57	71.43
		300	150	50.14	150	78.71	21.29
		150	75	19.96	75	98.67	1.33
		75	-	1.33			

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μ m)	On (oversize)	Through (undersize)
5	0	-	1180	0.02	1180	0.00	100
		1180	850	0.33	850	0.02	99.98
		850	600	0.36	600	0.35	99.65
		600	300	52.83	300	0.71	99.29
		300	150	39.72	150	53.54	46.46
		150	75	6.74	75	93.26	6.74
		75	-	-	-	-	-
	15	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.12	850	0.12	99.88
		850	600	0.29	600	0.41	99.59
		600	300	12.50	300	12.91	87.09
		300	150	50.52	150	63.43	36.57
		150	75	28.81	75	92.24	7.76
		75	-	7.76	-	-	-
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.05	600	0.05	99.95
		600	300	21.33	300	21.38	78.62
		300	150	53.41	150	74.79	25.21
		150	75	18.55	75	93.34	6.66
		75	-	6.66	-	-	-
	90	-	1180	0.01	1180	0.01	99.99
		1180	850	0.02	850	0.03	99.97
		850	600	0.23	600	0.26	99.74
		600	300	23.69	300	23.95	76.05
		300	150	57.93	150	81.88	18.12
		150	75	14.88	75	96.76	3.24
		75	-	3.24	-	-	-
	150	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	1.06	600	1.06	98.94
		600	300	27.21	300	28.27	71.73
		300	150	56.83	150	85.10	14.90
		150	75	13.02	75	98.12	1.88
		75	-	1.88	-	-	-
	210	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	2.64	600	2.64	97.36
		600	300	32.51	300	35.15	64.85
		300	150	54.12	150	89.27	10.73
		150	75	9.01	75	98.28	1.72
		75	-	1.72	-	-	-

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μ m)	On (oversize)	Through (undersize)
6	0	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.02	850	0.02	99.98
		850	600	0.62	600	0.64	99.36
		600	300	2.71	300	3.35	96.65
		300	150	48.39	150	51.74	48.26
		150	75	42.04	75	93.78	6.22
		75	-	6.22	-	-	-
	15	-	1180	0.35	1180	0.35	99.65
		1180	850	1.00	850	1.35	98.65
		850	600	0.66	600	2.01	97.99
		600	300	7.14	300	9.15	90.85
		300	150	50.96	150	60.11	39.89
		150	75	36.06	75	96.17	3.83
		75	-	3.83	-	-	-
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.00	600	0.00	100
		600	300	8.25	300	8.25	91.75
		300	150	54.34	150	62.59	37.41
		150	75	32.76	75	95.35	4.65
		75	-	4.65	-	-	-
	90	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.00	600	0.00	100
		600	300	18.71	300	18.71	81.29
		300	150	50.96	150	69.67	30.33
		150	75	26.27	75	95.94	4.06
		75	-	4.06	-	-	-
	150	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.46	600	0.46	99.54
		600	300	24.86	300	25.32	74.68
		300	150	44.67	150	69.99	30.01
		150	75	22.97	75	92.96	7.04
		75	-	7.04	-	-	-
	210	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.14	850	0.14	99.86
		850	600	1.94	600	2.08	97.92
		600	300	30.43	300	32.51	67.49
		300	150	40.18	150	72.69	27.31
		150	75	25.24	75	97.93	2.07
		75	-	2.07	-	-	-

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μm)	On (oversize)	Through (undersize)
7	0	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.01	600	0.01	99.99
		600	300	9.76	300	9.77	90.23
		300	150	40.18	150	49.95	50.05
		150	75	43.70	75	93.65	6.35
		75	-	6.35			
	15	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.48	600	0.48	99.52
		600	300	21.52	300	22.00	78
		300	150	31.67	150	53.67	46.33
		150	75	42.93	75	96.60	3.40
		75	-	3.40			
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.12	600	0.12	99.88
		600	300	26.65	300	26.77	73.23
		300	150	28.83	150	55.60	44.40
		150	75	38.96	75	94.56	5.44
		75	-	5.44			
	90	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.04	850	0.04	99.96
		850	600	3.42	600	3.46	96.54
		600	300	27.43	300	30.89	69.11
		300	150	27.31	150	58.20	41.80
		150	75	36.89	75	95.09	4.91
		75	-	4.91			
	150	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.20	850	0.20	99.80
		850	600	5.72	600	5.92	94.08
		600	300	32.88	300	38.80	61.20
		300	150	24.16	150	62.96	37.04
		150	75	34.69	75	97.65	2.35
		75	-	2.35			
	210	-	1180	0.06	1180	0.06	99.94
		1180	850	2.14	850	2.20	97.80
		850	600	4.82	600	7.02	92.98
		600	300	37.82	300	44.84	55.16
		300	150	18.24	150	63.08	36.92
		150	75	34.80	75	97.88	2.12
		75	-	2.12			

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μ m)	On (oversize)	Through (undersize)
8	0	-	1180	0.01	1180	0.01	99.99
		1180	850	0.12	850	0.13	99.87
		850	600	3.40	600	3.53	96.47
		600	300	16.20	300	19.73	80.27
		300	150	50.10	150	69.83	30.17
		150	75	26.11	75	95.94	4.06
		75	-	4.06			
	15	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.03	600	0.03	99.97
		600	300	21.34	300	20.37	78.63
		300	150	54.87	150	76.24	23.76
		150	75	18.37	75	94.61	5.39
		75	-	5.39			
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.12	850	0.12	99.88
		850	600	6.38	600	6.5	93.50
		600	300	24.73	300	31.23	68.77
		300	150	46.73	150	77.96	22.04
		150	75	19.50	75	97.46	2.54
		75	-	2.54			
	90	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.03	600	0.03	99.97
		600	300	35.81	300	35.84	64.16
		300	150	46.73	150	82.57	17.43
		150	75	13.41	75	95.98	4.02
		75	-	4.02			
	150	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.04	600	0.04	99.96
		600	300	36.52	300	36.56	63.44
		300	150	48.39	150	84.95	15.05
		150	75	12.22	75	97.17	2.83
		75	-	2.83			
	210	-	1180	0.06	1180	0.06	99.94
		1180	850	1.26	850	1.32	98.68
		850	600	3.72	600	5.04	94.96
		600	300	34.20	300	39.24	60.76
		300	150	48.16	150	87.40	12.60
		150	75	12.02	75	99.42	0.58
		75	-	0.58			

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μm)	On (oversize)	Through (undersize)
9	0	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.02	850	0.02	99.98
		850	600	0.33	600	0.35	99.65
		600	300	17.36	300	17.71	82.29
		300	150	50.33	150	68.04	31.96
		150	75	25.22	75	93.26	6.74
		75	-	6.74			
	15	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.02	600	0.02	99.98
		600	300	22.41	300	22.43	77.57
		300	150	48.00	150	70.43	29.57
		150	75	21.81	75	92.24	7.76
		75	-	7.76			
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.04	600	0.04	99.96
		600	300	31.33	300	31.37	68.63
		300	150	43.42	150	74.79	25.21
		150	75	18.55	75	93.34	6.66
		75	-	6.66			
	90	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.03	850	0.03	99.97
		850	600	1.23	600	1.26	98.74
		600	300	37.69	300	38.95	61.05
		300	150	37.93	150	76.88	23.12
		150	75	19.88	75	96.76	3.24
		75	-	3.24			
	150	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	2.06	600	2.06	97.94
		600	300	39.20	300	41.26	58.74
		300	150	36.84	150	78.10	21.90
		150	75	20.02	75	98.12	1.88
		75	-	1.88			
	210	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	5.64	600	5.64	94.35
		600	300	39.51	300	45.15	54.85
		300	150	34.12	150	79.27	20.73
		150	75	19.01	75	98.28	1.72
		75	-	1.72			

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μ m)	On (oversize)	Through (undersize)
10	0	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.00	600	0.00	100
		600	300	10.35	300	10.35	89.65
		300	150	58.72	150	69.07	30.93
		150	75	29.32	75	98.39	1.61
		75	-	1.61			
	15	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.01	600	0.01	99.99
		600	300	16.00	300	16.01	83.99
		300	150	55.83	150	71.84	28.16
		150	75	25.48	75	97.32	2.68
		75	-	2.68			
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.60	600	0.60	99.40
		600	300	16.17	300	16.77	83.23
		300	150	56.07	150	72.84	27.16
		150	75	25.05	75	97.89	2.11
		75	-	2.11			
	90	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.09	850	0.09	99.91
		850	600	4.95	600	5.04	94.96
		600	300	17.85	300	22.89	77.11
		300	150	51.18	150	74.07	25.93
		150	75	22.91	75	96.98	3.02
		75	-	3.02			
	150	-	1180	0.02	1180	0.02	99.98
		1180	850	0.18	850	0.20	99.80
		850	600	3.40	600	3.60	96.40
		600	300	17.58	300	21.18	78.82
		300	150	55.49	150	76.67	23.33
		150	75	20.31	75	96.98	3.02
		75	-	3.02			
	210	-	1180	0.03	1180	0.03	99.97
		1180	850	1.15	850	1.18	98.82
		850	600	0.82	600	2.00	98.00
		600	300	23.63	300	25.63	74.37
		300	150	51.55	150	77.18	22.82
		150	75	19.51	75	96.69	3.31
		75	-	3.31			

ภาพทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μ m)	On (oversize)	Through (undersize)
11	0	-	1180	0.04	1180	0.04	99.96
		1180	850	1.80	850	1.84	98.16
		850	600	10.78	600	12.62	87.38
		600	300	16.12	300	28.75	71.25
		300	150	36.93	150	65.68	34.32
		150	75	29.16	75	94.84	5.16
		75	-	5.16			
	15	-	1180	0.02	1180	0.02	99.98
		1180	850	2.22	850	2.24	97.76
		850	600	6.48	600	8.72	91.28
		600	300	17.69	300	26.42	73.58
		300	150	42.94	150	69.35	30.65
		150	75	25.78	75	95.13	4.87
		75	-	4.87			
	45	-	1180	0.01	1180	0.01	99.99
		1180	850	0.63	850	0.63	99.37
		850	600	9.62	600	10.25	89.75
		600	300	17.17	300	27.42	72.58
		300	150	43.61	150	71.03	28.97
		150	75	24.26	75	95.29	4.71
		75	-	4.71			
	90	-	1180	0.08	1180	0.08	99.92
		1180	850	0.94	850	1.01	98.99
		850	600	6.77	600	71.78	92.22
		600	300	11.05	300	18.83	81.17
		300	150	52.97	150	71.80	28.20
		150	75	21.09	75	92.89	7.11
		75	-	7.11			
	150	-	1180	0.03	1180	0.03	99.96
		1180	850	0.27	850	0.30	99.70
		850	600	6.72	600	7.02	92.98
		600	300	12.12	300	19.14	80.86
		300	150	53.87	150	73.01	26.99
		150	75	18.21	75	91.22	8.79
		75	-	8.78			
	210	-	1180	0.14	1180	0.14	99.86
		1180	850	2.17	850	2.31	97.69
		850	600	7.14	600	9.45	90.55
		600	300	12.92	300	22.37	77.63
		300	150	50.06	150	72.44	27.56
		150	75	21.41	75	93.85	6.15
		75	-	6.15			

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μ m)	On (oversize)	Through (undersize)
12	0	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.01	850	0.01	99.99
		850	600	0.05	600	0.07	99.93
		600	300	19.58	300	19.64	80.36
		300	150	50.43	150	70.07	29.93
		150	75	23.67	75	93.75	6.25
		75	-	6.25			
	15	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.01	850	0.01	99.99
		850	600	0.05	600	0.05	99.95
		600	300	27.94	300	27.99	72.01
		300	150	40.87	150	68.86	31.14
		150	75	25.04	75	93.90	6.10
		75	-	6.10			
	45	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.00	850	0.00	100
		850	600	0.02	600	0.02	99.98
		600	300	29.53	300	29.55	70.45
		300	150	41.65	150	71.20	28.80
		150	75	23.91	75	95.11	4.89
		75	-	4.89			
	90	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.40	850	0.40	99.60
		850	600	1.62	600	2.02	97.98
		600	300	33.26	300	35.28	64.72
		300	150	32.32	150	67.60	32.40
		150	75	25.97	75	93.56	6.44
		75	-	6.44			
	150	-	1180	0.00	1180	0.00	100
		1180	850	0.72	850	0.72	99.28
		850	600	0.30	600	1.03	98.97
		600	300	36.00	300	37.03	62.97
		300	150	29.54	150	66.57	33.43
		150	75	27.97	75	94.54	5.46
		75	-	5.46			
	210	-	1180	0.11	1180	0.11	99.89
		1180	850	0.29	850	0.41	99.59
		850	600	2.44	600	2.85	97.15
		600	300	33.79	300	36.64	63.36
		300	150	30.74	150	67.38	32.62
		150	75	26.43	75	93.81	6.19
		75	-	6.19			

การทดลอง ที่	เวลา (min)	Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
		Through	On		Size (μm)	On (oversize)	Through (undersize)
13	0	-	1180	0.06	1180	0.06	99.94
		1180	850	0.49	850	0.54	99.46
		850	600	1.15	600	1.70	98.30
		600	300	17.99	300	19.69	80.31
		300	150	50.80	150	70.49	29.51
		150	75	21.61	75	92.10	7.90
		75	-	7.90			
	15	-	1180	0.03	1180	0.03	99.97
		1180	850	0.19	850	0.22	99.78
		850	600	0.66	600	0.88	99.12
		600	300	27.57	300	28.45	71.55
		300	150	43.33	150	71.78	28.22
		150	75	20.75	75	92.52	7.48
		75	-	7.48			
	45	-	1180	0.02	1180	0.02	99.98
		1180	850	0.15	850	0.17	99.83
		850	600	2.51	600	2.68	97.32
		600	300	30.79	300	33.47	66.53
		300	150	38.59	150	72.06	27.94
		150	75	21.10	75	93.16	6.84
		75	-	6.84			
	90	-	1180	0.04	1180	0.04	99.96
		1180	850	0.31	850	0.35	99.65
		850	600	1.28	600	1.64	98.36
		600	300	36.36	300	38.00	62.00
		300	150	32.26	150	70.26	29.74
		150	75	22.77	75	93.03	6.97
		75	-	6.97			
	150	-	1180	0.01	1180	0.01	99.99
		1180	850	0.19	850	0.20	99.80
		850	600	0.54	600	0.74	99.26
		600	300	32.54	300	33.28	66.72
		300	150	43.59	150	76.87	23.13
		150	75	16.11	75	92.98	7.02
		75	-	7.02			
	210	-	1180	0.04	1180	0.04	99.96
		1180	850	0.26	850	0.29	99.71
		850	600	4.02	600	4.32	95.68
		600	300	31.61	300	35.93	64.07
		300	150	36.93	150	72.86	27.14
		150	75	19.84	75	92.70	7.30
		75	-	7.30			

ภาคผนวก ค

การหาสมการอัตราการขยายขนาด

ตารางที่ ค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\ln R_G$ และ $\ln \Delta C$ ซึ่งใช้ในการคำนวณหาสมการอัตรา
การขยายขนาดของผลึก

$\ln R_G$	$\ln \Delta C$
-8.2241	1.3083
-9.0087	0.9002
-9.4397	0.5008
-8.2045	0.9282
-8.4115	0.7227
-8.4064	0.5188
-9.2453	0.4637
-9.4364	0.4383
-9.6682	-0.0726

นำข้อมูลที่ได้เข้าโปรแกรม Multiple linear regression ชื่อ Polymath เพื่อหาสมการอัตราการ
ขยายขนาด สมการที่ได้คือ

$$Y = -9.62128 + 1.1469 X_1$$

หรือ

$$\ln R_G = -9.62128 + 1.1469 \ln \Delta C$$

ดังนั้น

$$\ln K_G = -9.62128$$

$$K_G = 6.6303 \cdot 10^{-5}$$

$$g = 1.1469$$

ภาคผนวก ง

การหาค่าขนาดมัธยฐานของผลึก (A50)

จากการทดลองที่ 2 ความเร็วอากาศ 0.1585 m³/s อัตราการไหลของสารละลาย 0.0468 kg/s
 ความเร็วรอบใบพัด 1500 rpm ที่เวลา 0 นาที
 จะได้การกระจายของขนาดของผลึกดังนี้

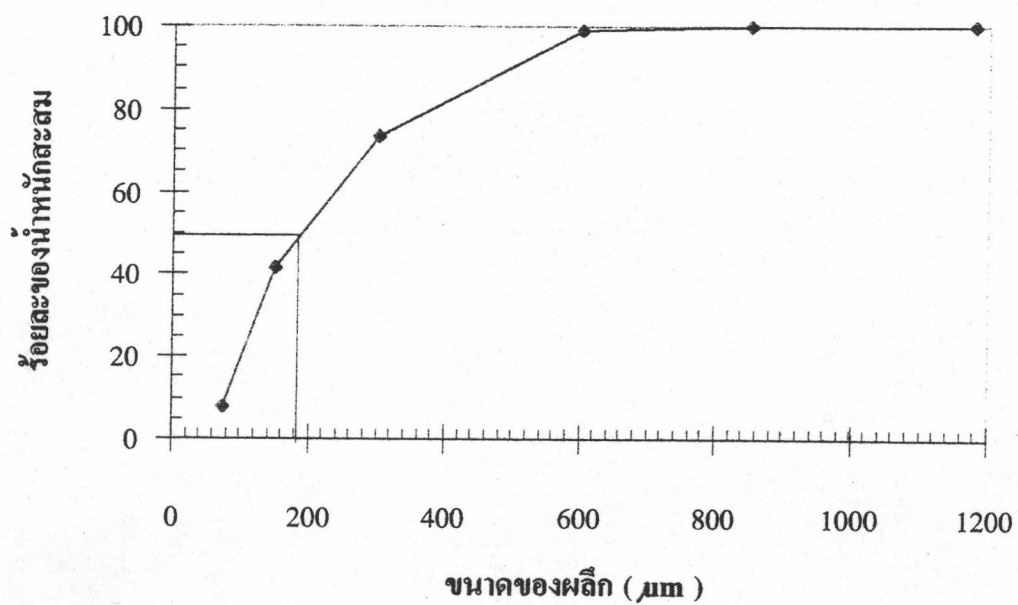
ตารางที่ ง.1 น้ำหนักของผลึกในแต่ละชั้นของตะแกรงร่อน

ขนาดของผลึก	0-75	75-150	150-300	300-600	600-850	850-1180	>1180
น้ำหนัก	7.4580	33.3587	31.2890	24.8987	0.7972	0.0385	0.0094

เมื่อนำมาหาปริมาณร้อยละของน้ำหนักสะสมของผลึก จะได้ดังนี้

ตารางที่ ง.2 ปริมาณร้อยละของน้ำหนักสะสมของผลึก

Sieve Aperture		%wt	Cumulative Percentages		
Through	On		Size (µm)	On (oversize)	Through (undersize)
-	1180	0.01	1180	0.01	99.99
1180	850	0.04	850	0.05	99.95
850	600	0.82	600	0.87	99.13
600	300	25.45	300	26.32	73.68
300	150	31.97	150	58.29	41.71
150	75	34.09	75	92.42	7.62
75	-	7.62			



รูปที่ ๑.1 ความสัมพันธ์ของร้อยละของน้ำที่ดูดซับ และขนาดของผลึก

จากรูปที่ ๑.1 ขนาดมัธยฐานของผลึก (A50) คือ 180 ไมโครเมตร

ประวัติผู้เขียน

นางสาว สุชาวดี ไหว้องกิจการ เกิดเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2513 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2534 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2535

