

## รายการอ้างอิง

### ภาษาอังกฤษ

- Angelidou, C.E., Keshavarz, M.J. and Richardson. 1977. The Removal of Emulsified Oil Particles from Water by Flotation. Ing. Eng. Chem. Pro. Des. Dev. 16(4) : 436 – 441.
- Clint, J.H. 1992 . Surfactant Aggregation. New York : Blackie & Son .Chap.11 : 1-11.
- Davies, J.T. and Rideal, E.K. 1963 Interfacial Phenomena .2 nd Ed. New York : Academic.408.
- Dean, O.H. and Lemlich, R. 1965 . Bubble and foam fractionation combined. I & E C Process Design and Development. Ohio. 4(1) : 13 – 16.
- Gibbs, J.W. 1928 . Collected Works. New York : Longmans.
- Ityokumbul, M.T., Bulani, W. and Kosaric, N. 1988 .Flotation Kinetics for Titanium, Zirconium and Bitumen Recovery from Oil Sand . Can. J. Chem. Eng. 66 : 382 – 385.
- Kubota, K., Harima, T. and Hayashi, S. 1990 . Removal of Fine Particles from Aqueous Medium by Flotation: Sodium Dodecylbenzenesulfonate - Barium Sulfate System. The Can. J. Of Chem. Eng. 68: 608-613.
- Pal, R. and Masliyah, J. 1990 . Oil recovery from oil water emulsions using a Flotation column .The Can. J. Chem. Eng. 68 : 959 - 967.
- Pongstabadee, S .1996 . Removal of Ortho - dichlorobenzene by Froth flotation under Winsor type III conditions Thesis of Master of science .The Petroleum and Petrochemical College. Chulalongkorn University.
- Porter, M.R. 1995 . Handbook of Surfactants. 2 nd ed. Melboure : Chapman & Hull. 26-39.
- Reznikov, I.G. and Bavika, V.I . 1966 . Maslozhir Prom .32 :27.
- Rosen, M.J. 1989 . Surfactants and interfacial phenomena. 2 nd ed. New York: John Wiley & son. Chapter 1,3 and 4.

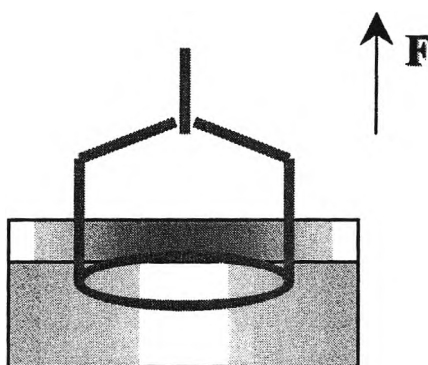
- Sylvester, N.D. and Byeseda, J.J. 1980 . Oil/Water Separation by Induced Air Flotation. Soc. Pet. Eng. J. 20 : 579 - 590.
- Van Ham, N.J.M., Behie, L.A. and Svrcek, W.Y. 1983 . The Effect of Air Distribution on the Induced Air Flotation of Fine Oil in Water Emulsions. Can. J. Chem. Eng. 61 : 514 – 547.
- Wungrattanasopon, P., Scamehorn, J.F., Chavadej, S., Saiwan, C., and Harwell, J.H., 1995 . Use of Foam Flotation to remove Tert-Buthylphenol from water . Sep. Sci. & Tech. 31(11) : 1-50.
- Yoshiyuki, O. and Eng, J.C. 1979 . Foam Separation Processes. Handbook of Separation. Techniques for Chemical Engineers. New York : Mc.Graw-Hill. 183 –197.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก.

### การวัดค่าแรงตึงผิว

วิธีการนี้ แรงที่จะใช้ต้านแรงตึงผิวที่ผิวหน้า หรือรอยต่อระหว่างชั้นเฟส วัดได้จากการต้องวงแหวนกับเครื่องชั่ง หรือวัดโดยการใช้นวดวงแหวนที่มีการใช้โดยทั่วไป ชื่อเดอะนิวเทนซิโอมิเตอร์ (de Nöuy tensiometer).



รูป ก-1 การวัดแรงตึงผิวโดยวิธีวงแหวนเดอะนิวส์

แรงที่วัดได้ดังกล่าวจะสัมพันธ์กับค่าแรงตึงผิวดังสมการนี้

$$\gamma = \frac{\beta F}{4\pi R}$$

เมื่อ	$F$	คือ แรงดึงบนวงแหวน
	$R$	คือ ค่าเฉลี่ยรัศมีของวงแหวน
	$\beta$	คือ ค่าตรวจแก้ของเครื่องมือ

เพื่อให้การวัดมุมสัมผัสได้ค่าที่ถูกต้องที่สุด ควรทำการปรับมุมสัมผัสให้เป็นศูนย์ทำโดยการทำความสะอาดวงแหวนแพทตินัมในกรดเข้มข้น หรือ โดยการเผาไฟ วงแหวนนี้จำเป็นจะต้องเป็นแผ่นแบนและวางให้เป็นระนาบเดียวกับพื้นผิวของสารที่ต้องการวัด สำหรับการค่าวัดแรงตึงผิวของของเหลวที่มี 2 ชั้น จะต้องจุ่มวงแหวนให้สัมผัสกับของเหลวชั้นล่าง

ค่าตรวจแก้  $\beta$  นำมาใช้ กับ แรงตึงผิวในระดับที่พื้นผิวไม่อยู่ในระนาบ และสำหรับของเหลวผสมที่จะพองวงแหวนตรงจุดแยกชั้น ฉะนั้นค่าตรวจแก้จะขึ้นกับรัศมีของวงแหวน และสถานะของสาร 2 ชั้นนั้น ๆ ตารางค่าตรวจแก้ของ Harkins และ Jordan ซึ่งได้มาจากการคำนวณจากสมการของ Zuidema และ Waters:

$$(\beta - a)^2 = \frac{4b \cdot 1 \cdot F}{\pi^2 R^2 4\pi^2 (\rho_1 - \rho_2)} + c$$

เมื่อ  $\rho_1$  and  $\rho_2$  คือ ความหนาแน่นของของเหลวชั้นล่างและ ชั้นบน

$a = 0.7250$  และ  $b = 0.09075 \text{ m}^{-1} \text{ s}^2$  สำหรับวงแหวนทุกขนาด

$c = 0.04534 - 1.679 r / R$

$r$  คือ รัศมีของเส้นลวด

ตารางที่ ก-1 ค่าตรวจแก้ค่าแรงดึงผิวของการวัดด้วยวิธีวัดด้วยวงแหวนของ HARKINS  
และ JORDAN ที่ 20 ช R = 9.545 มม, R/r = 51.6 (standard Kruss ring)

(D-d)	0.65	0.8	1.0	1.2	1.4
100	1.070	1.049	1.026	1.011	0.998
97	1.065	1.043	1.023	1.008	0.995
94	1.063	1.040	1.020	1.005	0.993
91	1.058	1.037	1.018	1.003	0.991
88	1.054	1.034	1.014	1.000	0.988
85	1.052	1.031	1.012	0.998	0.986
82	1.049	1.029	1.009	0.995	0.984
79	1.043	1.024	1.006	0.991	0.980
76	1.040	1.023	1.003	0.988	0.977
73	1.037	1.018	1.000	0.986	0.974
70	1.033	1.014	0.996	0.982	0.972
67	1.028	1.011	0.993	0.979	0.968
64	1.023	1.006	0.990	0.976	0.964
61	1.019	1.003	0.985	0.973	0.960
58	1.015	0.999	0.982	0.969	0.956
55	1.012	0.996	0.978	0.964	0.953
52	1.007	0.990	0.974	0.959	0.950
50	1.004	0.988	0.972	0.957	0.945
48	1.001	0.985	0.967	0.954	0.943
46	0.998	0.980	0.964	0.951	0.941
44	0.994	0.978	0.960	0.948	0.938
42	0.990	0.975	0.957	0.944	0.935
40	0.987	0.972	0.954	0.941	0.931
38	0.981	0.968	0.951	0.938	0.929
36	0.979	0.963	0.946	0.935	0.923

31	0.975	0.958	0.942	0.931	0.919
32	0.970	0.954	0.940	0.926	0.915
30	0.964	0.950	0.935	0.921	0.911
28	0.959	0.944	0.930	0.916	0.906
26	0.954	0.940	0.924	0.911	0.904
24	0.949	0.935	-	-	-
22	0.942	0.929	-	-	-
20	0.937	0.921	-	-	-
19	0.933	0.918	-	-	-
18	0.930	0.914	-	-	-
17	0.924	0.911	-	-	-
16	0.920	0.906	-	-	-

## ภาคผนวก ข.

ข้อมูลการทดลองหาความเข้มข้นวิกฤตการเกิดไมเซลล์ของสารลดแรงตึงผิว

ตารางที่ ข-1 แสดงผลการศึกษาค่าซีเอ็มซีของ SDS

ค่าความเข้มข้น( $\mu\text{M}$ )	ค่าแรงตึงผิว	ค่าตรวจแก้	ค่าแรงตึงผิว(dyne/cm)
499.5	61.45	0.986	60.59
2000.6	45.00	0.966	43.47
3501.0	36.05	0.946	34.10
5000.0	31.70	0.939	29.77
6000.0	32.60	0.941	30.68
7000.0	33.90	0.942	31.93
8000.0	33.00	0.941	31.05
9000.0	36.00	0.946	34.06
10000.0	35.45	0.945	33.49
15000.0	37.30	0.949	35.40



ตารางที่ ข-2 แสดงผลการศึกษาค่าซีเอ็มซีของ CTAB

ค่าความเข้มข้น( $\mu\text{M}$ )	ค่าแรงตึงผิว	ค่าตรวจแก้	ค่าแรงตึงผิว(dyne/cm)
137.19	47.70	0.967	46.10
274.38	43.10	0.959	41.32
548.76	40.00	0.954	38.16
812.16	38.50	0.953	36.67
850.57	37.90	0.952	36.07
878.01	38.00	0.952	36.16
905.45	37.20	0.949	35.30
919.17	36.50	0.947	34.57
932.89	35.90	0.946	33.95
1097.51	36.60	0.948	34.68
1371.89	36.90	0.948	34.99
1646.27	37.20	0.949	35.30

ตารางที่ ข-3 แสดงผลการศึกษาค่าซีเอ็มซีของ TERIC N10

ค่าความเข้มข้น( $\mu\text{M}$ )	ค่าแรงตึงผิว	ค่าตรวจแก้	ค่าแรงตึงผิว(dyne/cm)
1.52	48.20	0.968	46.63
7.58	43.70	0.960	41.93
15.15	39.10	0.953	37.25
30.30	34.80	0.944	32.84
75.76	35.30	0.945	33.34
113.64	35.70	0.945	33.75
151.52	35.90	0.946	33.95
227.27	36.10	0.946	34.16
303.03	36.80	0.948	34.89
606.06	37.10	0.949	35.20
757.58	36.80	0.948	34.89



## ภาคผนวก ค.

### วิธีการวิเคราะห์ค่าซีโอดี

#### ความหมาย

COD (Chemical Oxygen Demand) คือ การวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นสารอินทรีย์ที่อยู่ในตัวอย่างน้ำเสีย โดยการใช้สารออกซิไดซ์ เพื่อออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในตัวอย่างน้ำเสีย โดยคำนวณปริมาณความเข้มข้นสารอินทรีย์ในรูปของออกซิเจนที่ใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ โดยสารอินทรีย์ที่ถูกออกซิไดซ์อาจเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (Biodegradable) และย่อยสลายไม่ได้โดยจุลินทรีย์ (Non biodegradable)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นการกลั่นแบบไหลกลับคืน (Reflux apparatus) ประกอบด้วย

1. ขวดก้นกลม (Round-bottom flask) หรือขวดก้นแบน (Flat – bottom flask) ขนาดความจุ 250 ลบซม
2. เครื่องควบแน่น (Condenser) ขนาดยาว 45 ซม
3. เตาชนิด hot plate หรือ heating mantle ซึ่งสามารถให้กำลังอย่างน้อย 9 วัตต์/ตรนิ้ว ต่อพื้นที่ผิวของ flask

#### รีเอเจนต์

1. สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0.25 N โดยละลาย  $K_2Cr_2O_7$  ที่อบแห้งดีแล้ว 12.259 g ในน้ำกลั่นเติมกรดซัลฟามิก 0.12 มล แล้วเจือจางจนปริมาตรเป็น 1 ล
2. กรดซัลฟูริกรีเอเจนต์ (Sulfuric acid reagent) ละลายซิลเวอร์ซัลเฟต ( $Ag_2SO_4$ )

22 ก ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น บรรจุขวดขนาด 9 ปอนด์ ( 2.65 ลิ) เนื่องจาก  $\text{AgSO}_4$  ละลายยาก อาจต้องใช้เวลานาน 1 – 2 วัน จึงจะละลายหมด

3. สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ( Standard ferrous ammonium sulfate) 0.1 N โดยละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ชนิด เอ อาร์ (analytical grade crystals) 39 ก ในน้ำกลั่นเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มล สารละลายนี้จะต้องหาความเข้มข้นที่แน่นอนทุกครั้งที่ใช้ โดยไตเตรท กับ สารละลายมาตรฐาน โปตัสเซียมไดโครเมต

#### การหาความเข้มข้นของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

เจือจางสารละลายมาตรฐาน  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  10 มล ให้มีปริมาตรเป็น 100 มล เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (รีเอเจนต์ช้อ 2) 30 มล ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาทีปล่อยให้เย็นแล้วนำมาไตเตรทกับ เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้ ferroin จำนวน 2–3 หยด เป็นอินดิเคเตอร์

#### การคำนวณ

$$\text{Normality} = \frac{\text{มล } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 0.25}{\text{มล } \text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2}$$

4. สารละลาย ferroin indicator โดยละลาย 1, 10 – Phenanthroline monohydrate ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 1,485 ก พร้อมกับ  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.695 ก ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 100 มล

5. เมอร์คิวริคซัลเฟต ( $\text{HgSO}_4$ ) ชนิดเป็นผลึกบริสุทธิ์ ใช้เป็นตัวกำจัดอนุภาคคอลลอยด์ ได้ในอัตราส่วน  $\text{HgSO}_4 : \text{Cl} = 10 : 1$  แม้มีตะกอนเกิดขึ้นเล็กน้อยหลังเติม  $\text{HgSO}_4$  ก็ไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการวิเคราะห์แต่อย่างใด

#### วิธีการวิเคราะห์

1. ใส  $\text{HgSO}_4$  0.4 ก และลูกแก้ว 5–10 เม็ด ลงใน flask
2. เติมตัวอย่างน้ำหรือส่วนของตัวอย่างเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวม 20 มล
3. เติมสารละลายมาตรฐาน 0.25 N  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  10 มล

4. ค่อย ๆ เติม  $H_2SO_4$  เข้มข้น (รีเอเจนต์ข้อ 2) ลงไป 30 มล พร้อมทั้งกวนโดยเหยียง  
ขูดอย่างช้าๆ ในการเติมกรด
5. เขย่าสารผสมให้เข้ากันดี กลั่นเป็นเวลาประมาณ 2 ชม ในขณะที่ทำการกลั่นต้องเปิด  
น้ำหล่อเย็นตลอดเวลาปล่อยให้เย็น แล้วฉีดล้างส่วนที่ค้างอยู่ในเครื่องควบแน่นด้วยน้ำกลั่น  
ก่อนถอด flask ออก
6. เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ส่วนผสมมีปริมาตรเป็น 140 มล โดยประมาณ ปล่อยให้เย็น  
เท่าอุณหภูมิห้อง
7. ไตเตรตสารละลาย  $K_2Cr_2O_7$  ที่เหลือจากปฏิกิริยาด้วยสารละลายมาตรฐาน  
เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ใช้ ferroin เป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จนกระทั่งส่วนผสมเปลี่ยน  
จากสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง แสดงว่า ถึงจุดยุติ
8. ทำ blank โดยใช้ น้ำกลั่น 20 มล แทนตัวอย่างน้ำและทำเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำ  
ทุกประการ Reflux พร้อมกันไป

#### การคำนวณ

$$\text{มล/ล COD} = \frac{(a - b) * C * 8000}{\text{มล ของตัวอย่างน้ำ}}$$

- เมื่อ a = มล เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ใช้กับ blank  
 b = มล เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้กับตัวอย่างน้ำ  
 c = normality ของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

#### หมายเหตุ

กรดซัลฟามิคใส่ลงในสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต เพื่อกำจัดไนโตรท  
 เนื่องจากไนโตรทไนโตรเจน (Nitrite nitrogen) 1 มล จะให้ค่า COD 1.14 มล

กรดซัลฟามิค 10 มล กำจัดไนโตรทไนโตรเจนได้ 1 มล กรดซัลฟามิค 0.12 ก ใน  
 สารละลายไดโครเมต 1 ล จะสามารถกำจัดไนโตรทไนโตรเจนได้ถึง 6 มล/1 หรือ 0.12 มล ต่อ  
 20 ลบซม ในกรณีที่ไนโตรทไนโตรเจนมีความเข้มข้นมากกว่า 6 มล/1 มล ต้องเจือจางตัวอย่าง  
 น้ำ ในการที่เติมกรดซัลฟามิคลงไป สารละลายโปตัสเซียมไดโครเมตเป็นการสะดวกและไม่ทำให้  
 ค่าซีโอดีผิดไป เนื่องจากจะต้องทำ blank จากน้ำกลั่นอยู่แล้ว

## ภาคผนวก ง.

## ข้อมูลการทดลองบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์โดยระบบการทำให้อย

ตารางที่ ง-1 ข้อมูลการทดลองเพื่อหาเวลาเก็บกักที่เหมาะสมสำหรับน้ำเสียสังเคราะห์

อัตราการไหลของอากาศคงที่ 400.0 ล/ชม

เวลาเก็บกัก (ชม)	ครั้งที่	ความเข้มข้นของ ดีไอพีขาเข้า(มก/ล)	ความเข้มข้นของ ดีไอพีขาออก(มก/ล)	%ประสิทธิภาพ ของการบำบัด
0.5	1	294.66	209.27	
	2	277.11	246.74	
	3	278.63	257.17	
	4	260.45	235.50	
เฉลี่ย		277.71	237.17	14.60
1.0	1	476.84	359.19	
	2	395.25	340.80	
	3	384.98	342.42	
	4	296.12	275.00	
เฉลี่ย		388.30	329.35	15.18
2.0	1	285.82	262.33	
	2	328.82	294.07	
	3	298.45	263.03	
	4	289.15	266.07	
เฉลี่ย		300.56	271.38	9.71

ตารางที่ ง-2 ข้อมูลการทดลองเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของ

Sodium dodecyl sulfate (SDS) สำหรับน้ำเสียสังเคราะห์

เวลาเก็บกักเท่ากับ	0.5	ชม
อัตราการไหลของน้ำเสีย	32.0	ล/ชม
อัตราการไหลของอากาศคงที่	400.0	ล/ชม

ความเข้มข้น (CMC)	ครั้งที่	ความเข้มข้นของ ดีไอพีขาเข้า(มก/ล)	ความเข้มข้นของ ดีไอพีขาออก(มก/ล)	%ประสิทธิภาพของการบำบัด
0.5	1	564.48	344.71	
	2	506.58	416.39	
	3	571.83	361.11	
	4	505.80	410.48	
เฉลี่ย		537.17	383.17	28.67
1.0	1	431.77	240.83	
	2	331.09	245.59	
	3	479.45	246.45	
	4	346.09	250.63	
เฉลี่ย		397.10	245.88	38.08
1.5	1	384.85	282.96	
	2	775.28	548.84	
	3	360.04	314.81	
	4	756.32	465.65	
เฉลี่ย		569.12	403.06	29.18

ตารางที่ ง-3 ข้อมูลการทดลองเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของ

Cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) สำหรับน้ำเสียสังเคราะห์

เวลาเก็บกักเท่ากับ	0.5	ชม
อัตราการไหลของน้ำเสีย	32.0	ล/ชม
อัตราการไหลของอากาศคงที่	400.0	ล/ชม

ความเข้มข้น (CMC)	ครั้งที่	ความเข้มข้นของ ดีไอพีขาเข้า(มก/ล)	ความเข้มข้นของ ดีไอพีขาออก(มก/ล)	%ประสิทธิภาพของการบำบัด
0.5	1	396.81	355.94	
	2	359.80	301.29	
	3	403.31	316.46	
	4	322.81	288.69	
เฉลี่ย		370.68	315.60	14.86
1.0	1	318.59	263.62	
	2	427.12	250.97	
	3	351.31	259.72	
	4	387.08	268.18	
เฉลี่ย		371.02	260.62	29.76
1.5	1	380.34	309.72	
	2	405.40	311.18	
	3	403.20	316.30	
	4	324.18	282.87	
เฉลี่ย		378.28	305.02	19.37

ตารางที่ ง-4 ข้อมูลการทดลองเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของ

Nonylphenol ethoxylate (TERIC N10 ) สำหรับน้ำเสียสังเคราะห์

เวลาเก็บกักเท่ากับ	0.5	ชม
อัตราการไหลของน้ำเสีย	32.0	ล/ชม
อัตราการไหลของอากาศคงที่	400.0	ล/ชม

ความเข้มข้น (CMC)	ครั้งที่	ความเข้มข้นของ ดีไอพีขาเข้า(มก/ล)	ความเข้มข้นของ ดีไอพีขาออก(มก/ล)	%ประสิทธิภาพ ของการบำบัด
0.5	1	370.40	316.05	
	2	354.15	304.45	
	3	362.04	305.45	
	4	355.21	308.41	
เฉลี่ย		360.45	308.59	14.39
1.0	1	381.48	339.52	
	2	402.92	353.32	
	3	522.11	358.59	
	4	534.16	361.26	
เฉลี่ย		460.17	353.17	23.25
1.5	1	373.15	355.38	
	2	381.49	360.09	
	3	419.49	359.67	
	4	422.68	360.28	
เฉลี่ย		399.20	358.85	10.11



## ภาคผนวก จ.

## ข้อมูลการทดลองบำบัดน้ำเสียจริงโดยระบบการทำให้ลอย

## ตารางที่ จ-1 ข้อมูลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสารดีไอพีของน้ำเสียจริง

สารลดแรงตึงผิว

Sodium dodecyl sulfate - SDS

ความเข้มข้นของ SDS

1.0

เท่าของซีเอ็มซี

เวลาเก็บกัก

0.5

ชม

อัตราการไหลของอากาศคงที่

400.0

ล/ชม

ความเข้มข้นของสารดีไอพีก่อนเข้าเฉลี่ย

75.54

มก/ล

ครั้งที่	ความเข้มข้นของดีไอพีขาออก(มก/ล)	%ประสิทธิภาพของการบำบัด
1	73.88	
2	67.27	
3	53.23	
4	62.75	
เฉลี่ย	64.28	14.90

## ตารางที่ จ-2 ข้อมูลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีของน้ำเสียจริง

ปริมาณซีไอดีของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ

เท่ากับ 1459.20 มก/ล

ครั้งที่	ค่าซีไอดีน้ำออก (มก/ล)	%ประสิทธิภาพของการลดซีไอดี
1	1428.48	
2	1305.60	
3	1213.44	
4	1274.88	
เฉลี่ย	1305.60	10.53

ภาคผนวก จ

การเปรียบเทียบค่าทางสถิติ

นำข้อมูลมาทำการหาค่าทางสถิติ โดยทำการคำนวณหาค่า Normal Deviate และนำค่าที่ได้มาเปิดหาค่า P-Value จากตารางที่ จ-1 และตารางที่ จ-2 แสดงการเปรียบเทียบค่า Normal Deviate กับค่า P-Value

ตารางที่ จ-1 แสดงค่า P-Value

TABLE I  
Areas Under the Normal Curve



Example

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$$P [Z > 1] = .1587$$

$$P [Z > 1.96] = .0250$$

Normal Deviate z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010

ตารางที่ จ-2 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ

การเปรียบเทียบค่าทางสถิติของเวลาเก็บกักที่ 0.5 , 1.0 และ 2.0

เวลาเก็บกัก (ชม.)	ค่าเฉลี่ย % ประสิทธิภาพการบำบัด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปรียบเทียบ	Normal Deviate	p-value
0.5	14.31	9.87	0.5กับ1.0	0.02	0.492
1.0	14.16	7.52	1.0กับ1.5	1.16	0.123
2.0	9.66	1.88	1.5กับ0.5	0.93	0.1762

การเปรียบเทียบค่าทางสถิติของสารลดแรงตึงผิวทั้ง 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.5,1.0 และ 1.5

สารลดแรงตึงผิว	ความเข้มข้น	ค่าเฉลี่ย % ประสิทธิภาพการบำบัด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปรียบเทียบ	Normal Deviate	p-value
SDS	0.5	28.11	11.34	0.5กับ1.0	1.04	0.15
	1.0	36.56	11.54	1.0กับ1.5	1.26	0.10
	1.5	26.67	10.71	1.5กับ0.5	0.18	0.43
CTAB	0.5	14.67	5.34	0.5กับ1.0	2.50	0.01
	1.0	28.82	9.99	1.0กับ1.5	1.78	0.04
	1.5	19.03	4.61	1.5กับ0.5	1.24	0.11
TERIC N10	0.5	14.38	1.04	0.5กับ1.0	1.26	0.09
	1.0	21.75	11.68	1.0กับ1.5	1.85	0.03
	1.5	9.85	5.40	1.5กับ0.5	1.65	0.05

## ประวัติผู้เขียน

นางสาวพรศรินทร์ ตันตยาคม เกิดเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2515 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาปิโตรเคมี ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2537