

## รายการอ้างอิง

1. ดร.องอาจ ผ่องลักษณ์ และ น.อ.ดร. สมัย ใจอินทร์, แอลกอฮอล์ .มูลนิธิสถาบันพลังงานทดแทน เอทานอล-ไบโอดีเซล แห่งประเทศไทย,2540.
2. R.K.Malik,P.Ghose and T.K.Ghose, Ethanol Separation by adsorption – Desorption, Biotechnol.Bioeng.,25.2277-2282(1983).
3. K.J Bradley,M.K.Hamdy and R.T.Toledo.Physicochemical Factors Affecting Ethanol Adsorption by Activated Carbon. Biotechnol.Bioeng .,1987,445-452.
4. Maeda, Y. and Kai , M., Recent Progress in Pervaporation Membranes for Water/Ethanol Separation .Pervaporation Membrane Separation Process. p.395. R.Y.M.,Amsterdam,Elesvier Science Pulishers B.V.1991.
5. เกศรา นุตาลัย และคณะ, การผลิตถ่านกัมมันต์จากดินพรุในห้องปฏิบัติการ.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.ปีที่4.ฉบับที่ 3 :50-86.
6. มานัด แก้วถาวร . ผลของโซเดียมคลอไรด์ ซิงค์คลอไรด์ และ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว.ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ,2536.
7. Singh,J and Raman,S.K.,Utilization of Particles of coconut shell for Production of Activated Carbon.Indian Journal of Technology. 14, March:145-147.
8. Hsisheng Teng and Tien-Sheng Yeh,Preparation of Activated Carbons from Bituminous Coals with Zinc Chloride Activation.Ind.Eng.Chem.Res.1998,37: 58-65.
9. บุญชัย ตระกูลมหาชัย การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาโดนดในฟลูอิดไดซ์เบด .วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2537 .
10. เกียรติศักดิ์ กิตติพิมาน การดูดซับออกซิเจนและไนโตรเจนด้วยถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกะลามะพร้าวโดยการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

11. กฤติยา เสือสีนาค. การดูดซับแก๊สโพเพนด้วยตัวดูดซับชนิดถ่านที่เตรียมจากกะลามะพร้าว โดยการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
12. Mukherjee S. and cowerker. Effect of Chemical Treatments on The Properties of Activated Charcal .1947 :52.
13. Khummongkol,D.,Charoenkool,A.and Pongkum,N., Experimental optimization of Activated Carbon Synthesis by Simplex Search Method.Applied Energy,Vol.41:243-249.
14. สิริพร อติเรกลาภ การเตรียมตัวดูดซับจากกะลามะพร้าวโดยใช้สารละลายซิงค์คลอไรด์.โครงการวิจัยระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
15. ยศรักษ์ สุวรรณพันธ์มณี การเตรียมตัวดูดซับจากกะลามะพร้าวโดยใช้สารละลายฟอสฟอริก.โครงการวิจัยระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
16. สุทธินันท์ ศักดิ์สวัสดิ์ การเตรียมตัวดูดซับจากกะลามะพร้าวโดยใช้สารละลายกรดซัลฟิวริก.โครงการวิจัยระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
17. ราตรี ครรชิติชัย และ รศ. ศศิเกษม ทองยงค์ , Physical Chemistry : pp 294-300.
18. Perry's chemical engineerings' Handbook sixth edition :pp3-285,3-286.

## ภาคผนวก ก

### ตัวอย่างการคำนวณ

#### ก.1 ค่าไอโอดีน

##### ก.1.1 สารเคมีสำหรับทดสอบค่าไอโอดีน

1. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยนำกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้นร้อยละ 37 โดยน้ำหนัก จำนวน 70 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 550 มิลลิลิตร คนให้ทั่ว
2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.100 N เตรียมโดยละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) ในน้ำกลั่นที่ต้มใหม่ ๆ ปริมาณ 75 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ในขวดวัดปริมาตรแล้วเทเก็บใส่ขวดสีชา ก่อนทำการ Standardization เป็นเวลา 4 วัน
3. สารละลายมาตรฐานไอโอดีน 0.100 N เตรียมโดยชั่งไอโอดีน 12.700 กรัม เติมโปแตสเซียมไอโอไดด์ 19.100 กรัม เติมน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ 2-5 มิลลิลิตร คนให้ละลาย จากนั้นจึงค่อยเติมน้ำกลั่นลงไป อีกทีละน้อย ครั้งละประมาณ 5 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจางให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ในขวดวัดปริมาตร แล้วเทเก็บใส่ขวดสีชา
4. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไอโอเดต 0.100 N เตรียมโดยการอบโปแตสเซียมไอโอเดตให้แห้งอย่างน้อย 4 กรัม เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส จากนั้นนำสารที่อบแห้งแล้ว ปริมาณ 3.5667 กรัม นำมาละลายในน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิลิตร แล้วทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดเก็บสารที่มีจุกปิดมิดชิด
5. น้ำแป้งสุก เตรียมโดยชั่งแป้งประมาณ 1 กรัม เติมน้ำในน้ำเย็นประมาณ 5 – 10 มิลลิลิตร ค่อยๆเติมน้ำกลั่นลงไป 20-30 มิลลิลิตร พร้อมกับกวนตลอดเวลา จากนั้นเจือจางด้วยน้ำกลั่นร้อนๆให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

### ก.1.2 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารเคมีที่เตรียมได้

#### 1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.100 N

- ปิเปตสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
- เติมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.00 กรัมเข้าไปให้ละลายเข้ากันหมด
- ปิเปตกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 37 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวด เขย่าให้เข้ากัน
- ทำการไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนกระทั่งเห็นสีเหลืองจางๆ จึงเติมน้ำแบ่งลงไปเล็กน้อยเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ จะเห็นเป็นสารละลายสีน้ำเงินเข้ม ทำการไตเตรต จนได้สารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป
- ทำการคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จากสมการ

$$N_1 = \left( \frac{PR}{S} \right) \quad (\text{ก.1})$$

- เมื่อ  $N_1$  คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( N )  
 $P$  คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ( มิลลิลิตร )  
 $R$  คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ( N )  
 $S$  คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( มิลลิลิตร )

#### 2. สารละลายมาตรฐานไอโอดีน 0.100 N

- ปิเปตสารละลายมาตรฐานไอโอดีน 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
- ทำการไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนกระทั่งเห็นสีเหลืองจางๆ จึงเติมน้ำแบ่งลงไปเล็กน้อยเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ จะเห็นเป็นสารละลายสีน้ำเงินเข้ม ทำการไตเตรต จนได้สารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป
- ทำการคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไอโอดีนจากสมการ

$$N_2 = \left( \frac{SN_1}{I} \right) \quad (\text{ก.2})$$

- เมื่อ  $N_1$  คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( N )  
 $N_2$  คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไอโอดีน ( N )  
 $S$  คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( มิลลิลิตร )

I คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานไอโอดีน ( มิลลิลิตร )

### ก .1.3 การหาค่าไอโอดีน

1. ชั่งผงตัวถ่วงดูดซับที่ผ่านการอบแห้ง แล้วบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. เติมน้ำลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่าให้ผงถ่วงเปียกทั่ว
3. เติมสารละลายมาตรฐานไอโอดีน 0.1 N ลงไป 100 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากันเป็นเวลานาน 15 นาที
4. กรองของผสมโดยผ่านกระดาษกรอง เทสารละลาย 20-30 มิลลิลิตร แรกที่กรองได้ทิ้งไปเก็บสารละลายส่วนที่เหลือไว้ แล้วเปิดมา 50 มิลลิลิตร
5. ไตเตรตสารละลายนี้กับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต 0.1 N จนได้สารละลายสีเหลืองเติมน้ำแบ่งลงไปประมาณ 2 มิลลิลิตรแล้วไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต ต่อจนสีน้ำเงินของอินดิเคเตอร์จางหายไป
6. บันทึกปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟตที่ใช้ทั้งหมด แล้วคำนวณหาค่าไอโอดีนดังนี้

$$\frac{X}{M} = \frac{A - (2.2BS)}{W} \quad (ก.3)$$

$$C = \frac{N_1S}{25} \quad (ก.4)$$

$$\text{Iodinenumber} = \left(\frac{X}{M}\right) \times D \quad (ก.5)$$

- เมื่อ  $\frac{X}{M}$  คือ ปริมาณของไอโอดีนที่ถูกดูดซับ ( มิลลิกรัม ) ต่อน้ำหนักของถ่วงดูดซับ (กรัม)
- $N_1$  คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต ( N )
- $N_2$  คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไอโอดีน ( N )
- $S$  คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต ( N )
- $W$  คือ น้ำหนักของถ่วงดูดซับ ( กรัม )

- A** คือ  $N_2 \times 12693.0$   
**B** คือ  $N_1 \times 126.93$   
**C** คือ นอร์มอลริตี้ของสารที่กรองได้  
**D** คือ correlation factor

## ก.2 วิธีการคำนวณหาปริมาณการดูดซับ

ปริมาณการดูดซับที่สภาวะสมดุลสามารถคำนวณได้จากการวัดปริมาตรของสารถูกดูดซับเริ่มต้นของระบบและปริมาตรของสารถูกดูดซับที่เหลือหลังจากที่ระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ Hand Refractometer แล้วนำปริมาตรของสารถูกดูดซับเริ่มต้นของระบบลบออกจากปริมาตรของสารถูกดูดซับที่เหลือหลังจากที่ระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นจะได้ปริมาตรของสารที่ถูกดูดซับแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณการดูดซับจาก

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times 25 \times 0.787 \times 1000}{100 \times m} \quad (\text{ก.6})$$

- เมื่อ **X** คือ ปริมาณการดูดซับต่อมวลถ่านดูดซับ ( มิลลิกรัม/กรัม )  
**m** คือ น้ำหนักของถ่านดูดซับ ( กรัม )  
**V<sub>1</sub>** คือ ปริมาตรของสารถูกดูดซับเริ่มต้นของระบบ ( %V/V )  
**V<sub>2</sub>** คือ ปริมาตรของสารถูกดูดซับที่เหลือ ( %V/V )  
**25** คือ ปริมาณของผสมเอทานอลที่ใช้ในระบบ 25 มิลลิลิตร  
**0.787** คือ ความหนาแน่นของเอทานอล

ตัวอย่างการคำนวณ

ใช้ถ่านดูดซับขนาด 2x2 ซม. ปริมาณ 10 กรัม ดูดซับของผสมเอทานอลที่ความเข้มข้นเริ่มต้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร โดยปริมาณของผสมเอทานอลที่ใช้ในระบบ 25 มิลลิลิตร หลังจากทำการดูดซับจนถึงสมดุลแล้วของผสมเอทานอลมีความเข้มข้นสุดท้ายร้อยละ 8.5 โดยปริมาตร

$$X = \frac{(10 - 8.5) \times 25 \times 0.787 \times 1000}{100 \times 10}$$

ปริมาณการดูดซับต่อมวลของถ่านดูดซับ = 29.5125 มิลลิกรัมต่อกรัม

### ก.3 การคำนวณอัตราการดูดซับน้ำและอัตราการดูดซับเอทานอล

#### ก.3.1 แสดงอัตราการดูดซับน้ำของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ

ชนิดถ่านดูดซับ	เวลา 1 ชม. ปริมาณการดูดซับน้ำ (ml/g)	ที่สมดุล		อัตราดูดซับน้ำ (ml/g.hr)
		ปริมาณการดูดซับน้ำ(ml/g)	เวลา (hr)	
7300	50	171	240	0.5
7300 บด	4	171	72	2.4
2300	56	187	120	1.1
2300 บด	9	187	72	2.5
PHO	9	673	72	9.4

วิธีการคำนวณอัตราการดูดซับน้ำที่สมดุล

$$\text{อัตราการดูดซับน้ำ} = \frac{\text{ปริมาณการดูดซับน้ำที่สมดุล} - \text{ปริมาณการดูดซับน้ำที่เวลา 1 ชม.}}{(\text{เวลาที่สมดุล} - 1)}$$

ก.3.2 แสดงอัตราการดูดซับเอทานอลที่สมดุลของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ

ชนิดถ่านดูดซับ	เวลา 1 ชม.	ที่สมดุล		อัตราดูดซับ (mg/g.hr)
	ความเข้มข้น (%v/v)	ความเข้มข้น (%v/v)	เวลา (hr)	
7300	10	9	96	0.21
	20	17.5	120	0.41
	30	26.25	168	0.44
	40	35.25	192	0.49
	50	44.75	192	0.54
7300 บด	9.5	9	24	0.43
	18.5	17.5	40	0.50
	28.5	26.25	72	0.62
	38.5	35.25	120	0.54
	48	44.75	120	0.54
2300	10	8.25	49	0.72
	20	16.75	96	0.67
	30	25.5	120	0.74
	40	34.75	144	0.72
	50	43.5	144	0.89
2300 บด	9.5	8.25	35	0.72
	18	16.75	38	0.66
	27	25.5	48	0.63
	37	34.75	72	0.62
	46	43.5	75	0.66
PHO	8	5.57	5	11.95
	14	13	10	2.19
	27	22.65	48	1.82
	37	32.5	72	1.25
	47	42.5	72	1.25



วิธีคำนวณอัตราการดูดซับเอทานอลที่สมดุล

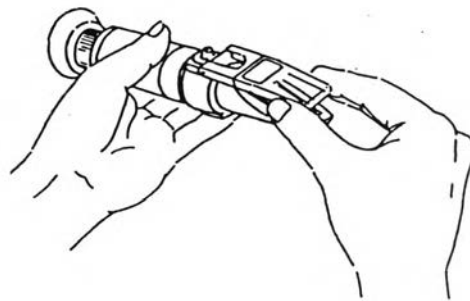
$$\text{อัตราการดูดซับ} = \frac{(\text{ความเข้มข้นที่เวลา 1 ชม.} - \text{ความเข้มข้นที่สมดุล}) \times 0.787 \times 25}{(\text{เวลาที่สมดุล} - 1)}$$

#### ก.4 อุปกรณ์วัดสมดุลการดูดซับ

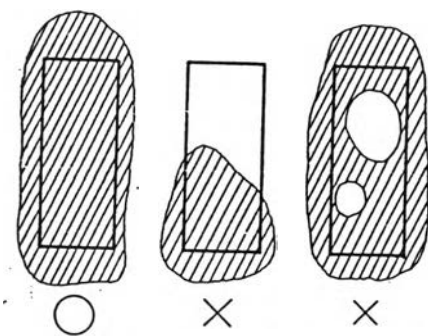
วิธีอ่านค่าเครื่องมือ Hand Refractometer ( เอกสารประกอบการใช้เครื่องมือ Hand Refractometer )



1. หยดตัวอย่างลงบนกระจกปริซึม



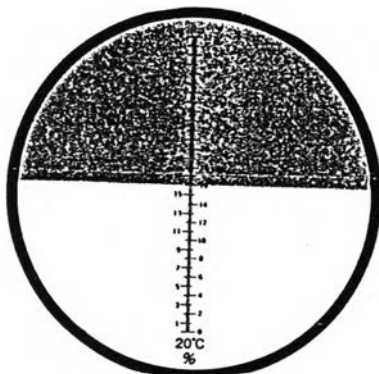
2. ปิดฝากระจกทันทีที่หยดตัวอย่างเสร็จ



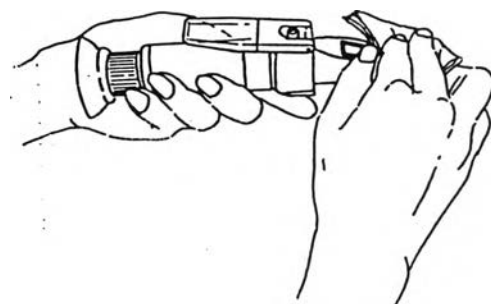
3. ตัวอย่างต้องกระจายทั่วกระจกปริซึม



4. มองผ่าน eyepiece

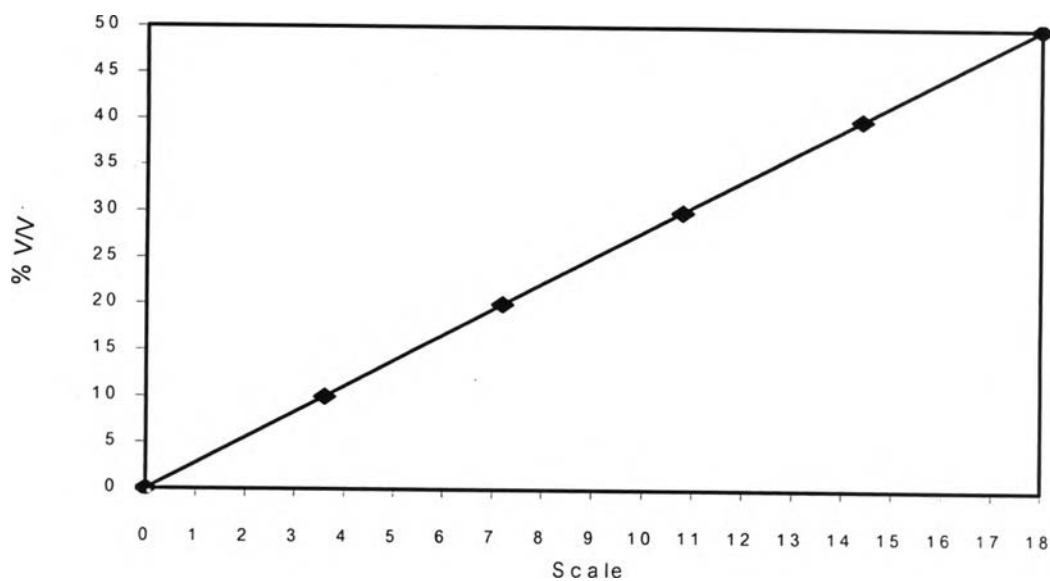


5. อ่านค่าตัวเลขบริเวณเส้นแบ่งเขต  
นำค่าที่อ่านได้เทียบกับกราฟมาตรฐาน



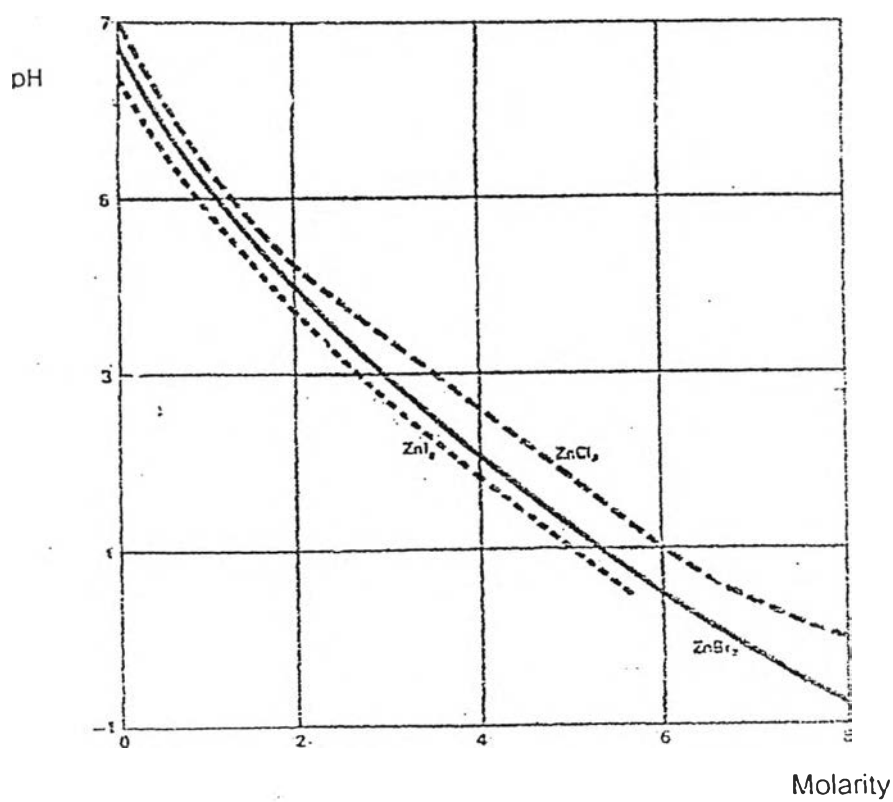
6. เช็ดตัวอย่างออกจากกระจกปริซึมด้วยแล้ว  
กระดาษทิชชูและน้ำสะอาด

- กราฟมาตรฐาน



### ก.5 ลักษณะสมบัติของซิงค์คลอไรด์

ก.5.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายซิงค์คลอไรด์กับค่าความเป็นกรดเบส[9]



ก.5.2 สมบัติทางกายภาพของซิงค์คลอไรด์

ลักษณะสมบัติทางกายภาพ	
น้ำหนักโมเลกุล	136.28
สี	ขาว
ความหนาแน่น(กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร )	2.91
จุดเดือด ณ ความดันบรรยากาศ(องศาเซลเซียส)	756
จุดหลอมเหลว ณ ความดันบรรยากาศ(องศาเซลเซียส)	275
ความร้อนในการหลอมเหลว(แคลอรีต่อกรัม)	5,540
ความร้อนในการระเหย(แคลอรีต่อกรัม)	28,700
ความจุความร้อน ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (แคลอรีต่อกรัมโมลต่อองศาเซลเซียส)	18.3
ความสามารถในการละลาย ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ( กรัมต่อ 100 กรัม น้ำ)	432 (81%w/w)
ความสามารถในการละลาย ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (กรัมต่อ 100 กรัม น้ำ)	614(85%w/w)

ก.5.3 คุณสมบัติพื้นฐานของถ่านดูดซับอุตสาหกรรมPHO

PHYSICAL PROPERTIES	SPECIFICATION
Particle Size Distribution	2.36 -1.18 mm.
Apparent Density(g/cc)	Min.0.48
Moisture(%w/w)	Max.8
ASH(%w/w)	Max.3.5
PH	9-11
Serface Area(m <sup>2</sup> /g)	Min. 1100
Iodine Number(mg/g)(AWWA B604)	Min. 1050
Hardness Number(%)(ASTM3802-79)	Min. 98
Methylene Blue(cc/g)(JISK 1474-1991)	Min.170



## ก.6 แบบจำลองของเฮนรีและแลงเมียร์

จากข้อมูลการดูดซับด้วยการวัดความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือภายในระบบ มีลักษณะใกล้เคียงเส้นตรง ดังนั้นจึงสามารถใช้แบบจำลองทั้งของเฮนรีและแลงเมียร์อธิบายได้ โดยในแบบจำลองของเฮนรี อาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณการดูดซับและความเข้มข้นของตัวถูกละลาย ดังแสดงในรูปที่ ก6.1 ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

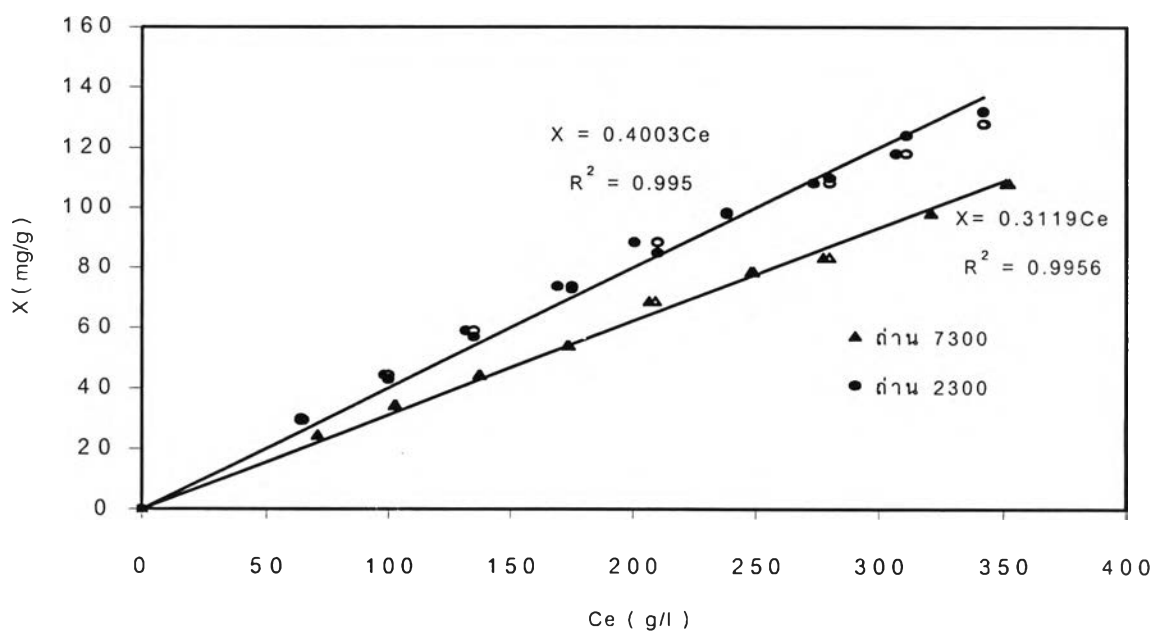
$$X = bC_e \quad (ก6.1)$$

ค่าคงที่ของเฮนรี สามารถคำนวณได้จากความชันของกราฟ

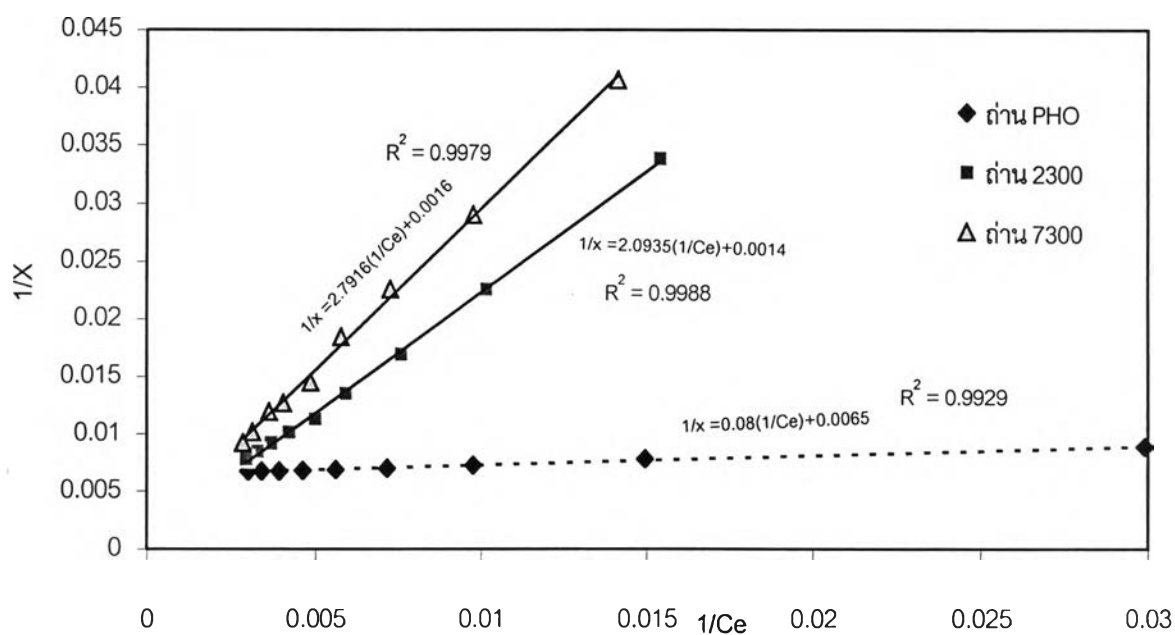
ในแบบจำลองของแลงเมียร์อาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างส่วนกลับของปริมาณการดูดซับและความเข้มข้นของตัวถูกละลายที่จุดสมดุล ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$1/X = (1/X_m) + (1/C_e)(1/bX_m) \quad (ก6.2)$$

ปริมาณการดูดซับสูงสุด และค่าคงที่ของแลงเมียร์ สามารถคำนวณได้จากจุดตัดแกนตั้งและความชันของกราฟ ตามลำดับ



รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์เชิงเส้นของสมดุลการดูดซับเอทานอลบนถ่านดูดซับ 2300 , 7300 และถ่านดูดซับ PHO ของแบบจำลองการดูดซับของเฮนรี



รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์เชิงเส้นของสมดุลการดูดซับเอทานอลบนถ่านดูดซับ 2300 , 7300 และถ่านดูดซับ PHO ของแบบจำลองการดูดซับแลงเมียร์

## ภาคผนวก ข

### ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ข.1 แสดงลักษณะสมบัติของถ่านดูดซับที่เตรียมได้จากการทดลอง

ระยะ เวลาดัม ทม.	ลักษณะถ่านดูดซับที่ได้		ไอโอดีนนัมเบอร์ มิลลิกรัม/กรัม	
	กะลาขนาด7x7	กะลาขนาด2x2	7x7	2x2
1.30	มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำเมื่อ ตัดดูพื้นที่ตัดขวางพบว่ากะลามีสีดำเฉพาะผิวนอกกะลาทั้งสองด้าน	มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำเมื่อ ตัดดูพื้นที่ตัดขวางพบว่ากะลามีสีดำเฉพาะผิวนอกกะลาทั้งสองด้าน	411.411	474.239
2	มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำเมื่อ ตัดดูพื้นที่ตัดขวางพบว่ากะลามีสีดำเฉพาะผิวนอกกะลาทั้งสองด้าน	มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำเมื่อ ตัดดูพื้นที่ตัดขวางพบว่ากะลามีสีดำทั้งหมดแต่ยังคงมีความ แข็งอยู่มาก	434.301	565.385
3	มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำเมื่อ ตัดดูพื้นที่ตัดขวางพบว่ากะลามีสีดำทั้งหมดแต่ยังคงมีความ แข็งอยู่มาก	มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำเมื่อ ตัดดูพื้นที่ตัดขวางพบว่ากะลามีสีดำทั้งหมดเปราะหักง่าย	510.221	636.211

ตารางที่ ข.2 แสดงสมบัติพื้นฐานของถ่านดูดซับที่นำมาดูดซับเอทานอลในน้ำ

ชนิดถ่านดูดซับ	ไอโอดีนนัมเบอร์ ( มิลลิกรัมต่อกรัม )	BET (ตารางเมตรต่อกรัม )
7300	342	253
2300	636	342
PHO	1050	1100

ตารางที่ ข.3 แสดงปริมาณการดูดซับน้ำสูงสุดต่อมวลของถ่านดูดซับและอัตราการดูดซับน้ำของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ

ชนิดถ่านดูดซับ	ปริมาณการดูดซับน้ำสูงสุดต่อมวลของถ่านดูดซับ(ml/g)	อัตราการดูดซับน้ำ ( ml/g.hr)	ปริมาตรจำเพาะ (ml/g)	ขนาดรูพรุน (ไมโครเมตร)
ถ่าน 7300	171	0.5	0.0823	0.0204
ถ่าน 7300 บด	171	2.4	0.0823	0.0204
ถ่าน 2300	187	1.1	0.0967	0.0521
ถ่าน 2300 บด	187	2.5	0.0967	0.0521
ถ่าน PHO	673	9.4	0.2372	0.0185



ตารางที่ ข.4 แสดงค่าคงที่สมดุลการดูดซับและปริมาณการดูดซับสูงสุดต่อมวลของถ่านดูดซับ

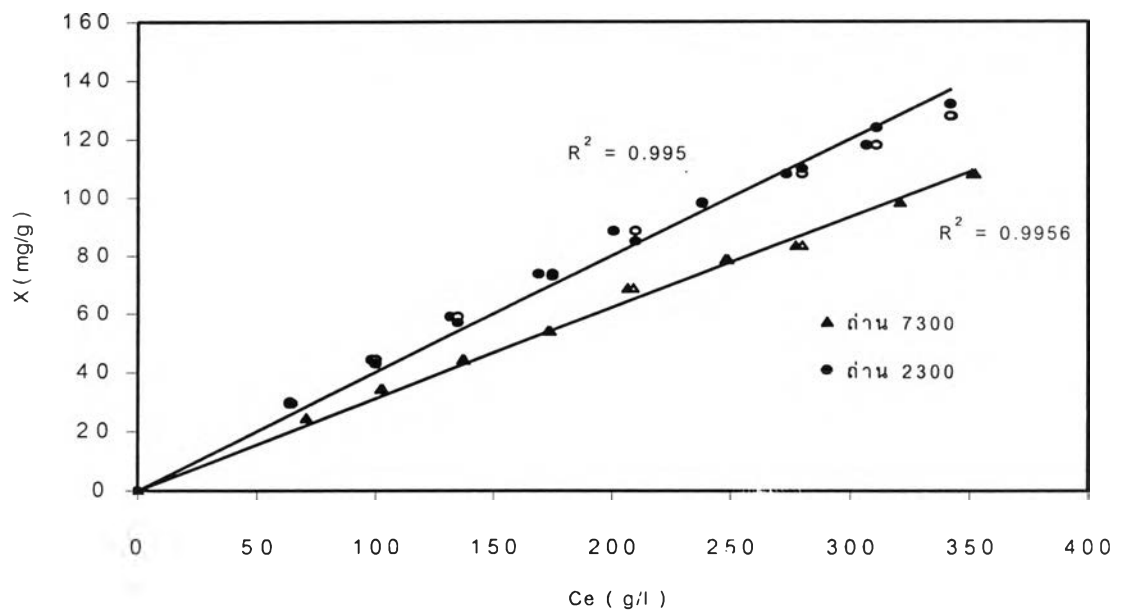
ชนิดถ่านดูดซับ	ค่าคงที่เฮนรี	ค่าคงที่แลงเมียร์	ปริมาณการดูดซับสูงสุดต่อมวลถ่านดูดซับ(mg/g)
ถ่าน 7300	0.3119	0.00615	625
ถ่าน 7300 บด	0.3119	0.00615	625
ถ่าน 2300	0.4003	0.00687	714
ถ่าน 2300 บด	0.4003	0.00687	714
ถ่าน PHO	-	0.07223	1538

ตารางที่ ข.5 แสดงอัตราการดูดซับเอทานอลต่อมวลของถ่านดูดซับของถ่านดูดซับชนิดต่างๆ

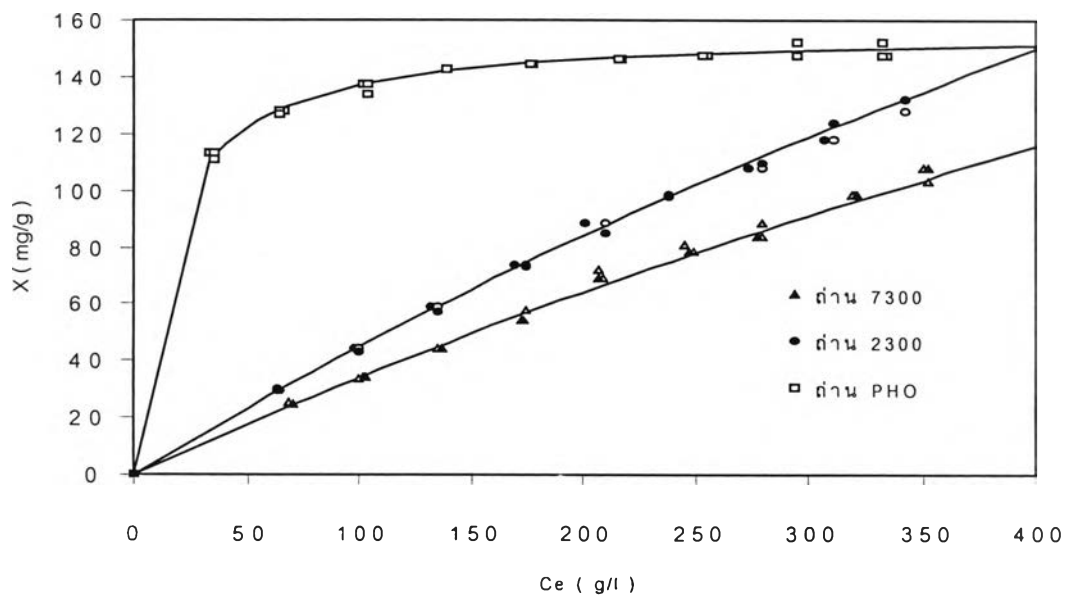
ความเข้มข้นเริ่มต้น (%V/V)	อัตราการดูดซับเอทานอล ( mg/hr.g)				
	ชนิดถ่านดูดซับ				
	7300	7300 บด	2300	2300บด	PHO
10	0.273	0.789	0.478	1.435	13.936
20	0.410	1.025	0.666	1.599	5.739
30	0.439	1.025	0.738	1.845	3.013
40	0.487	0.974	0.717	1.722	2.459
50	0.538	0.861	0.888	1.640	2.049

## ภาคผนวก ค

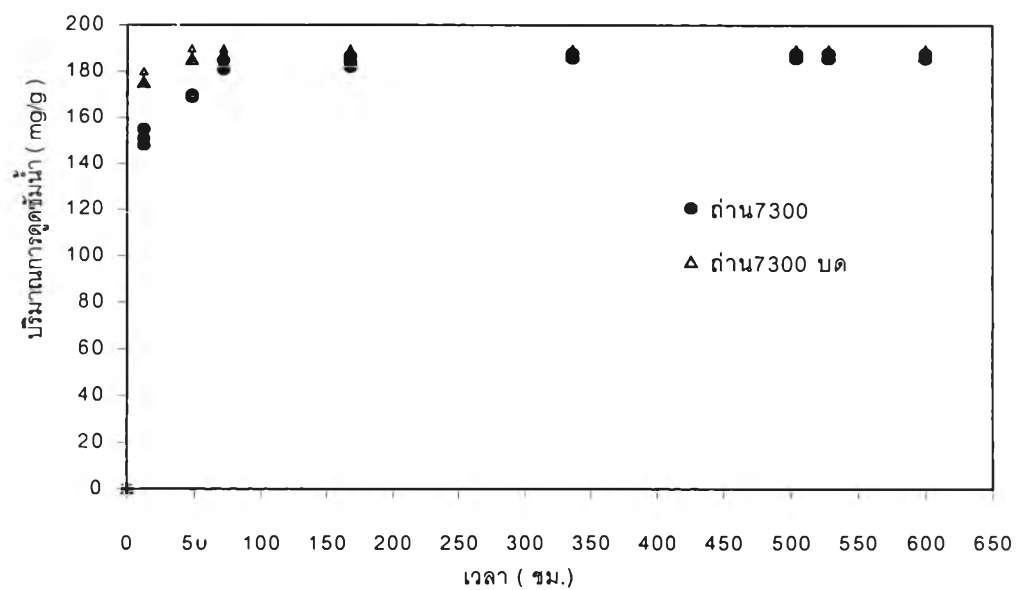
### ไอโซเทอมการดูดซับ



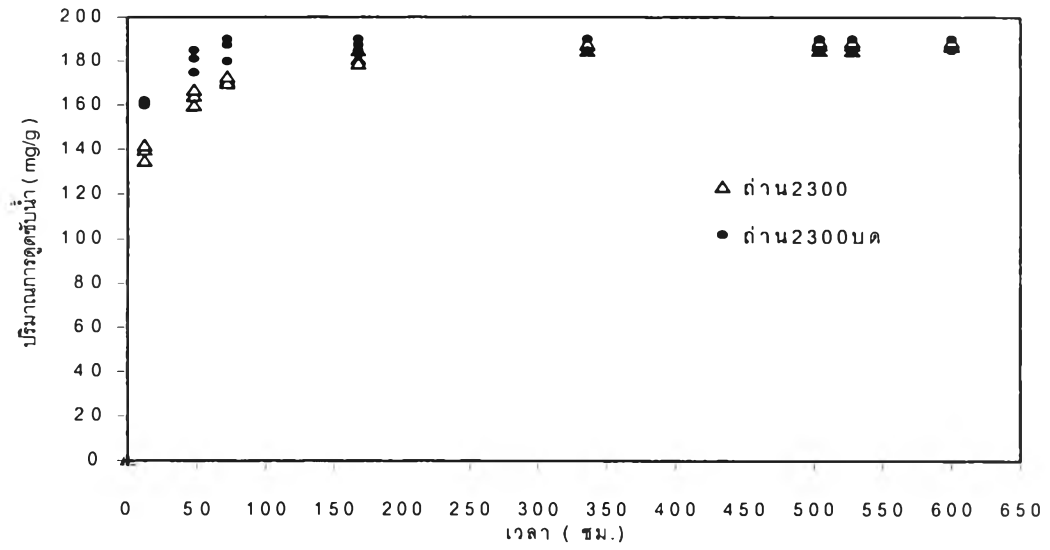
รูปที่ ค.1 สมดุลการดูดซับเจทานอลด้วยถ่านดูดซับ 7300 และ 2300



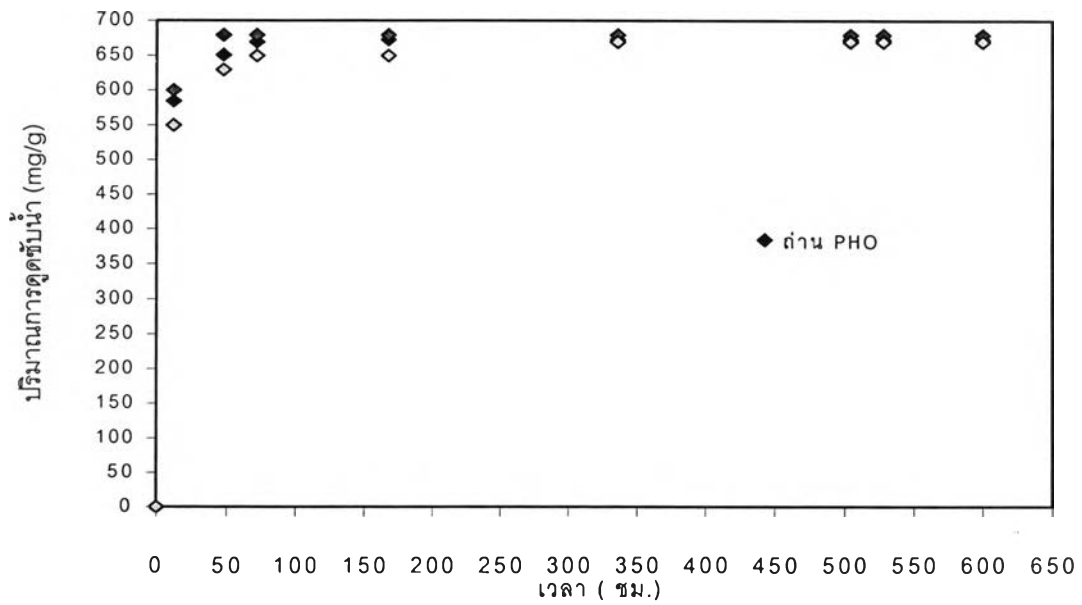
รูปที่ ค.2 สมดุลการดูดซับเอทานอลด้วยถ่านดูดซับ7300,2300 และถ่านดูดซับPHO



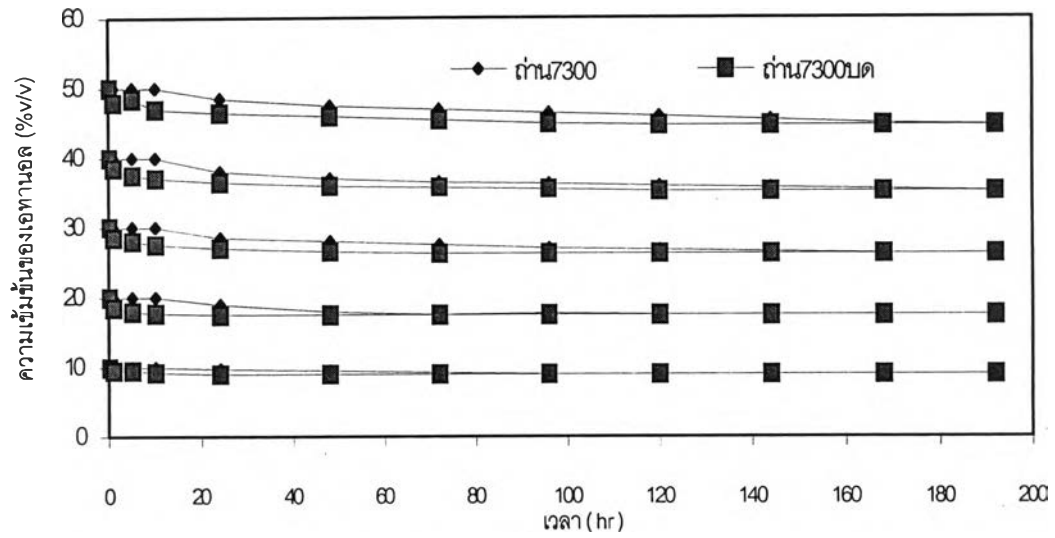
รูปที่ ค.3 แสดงปริมาณการดูดซับน้ำในช่วงเวลาต่างๆของถ่านดูดซับ7300 และถ่านดูดซับ7300 บด



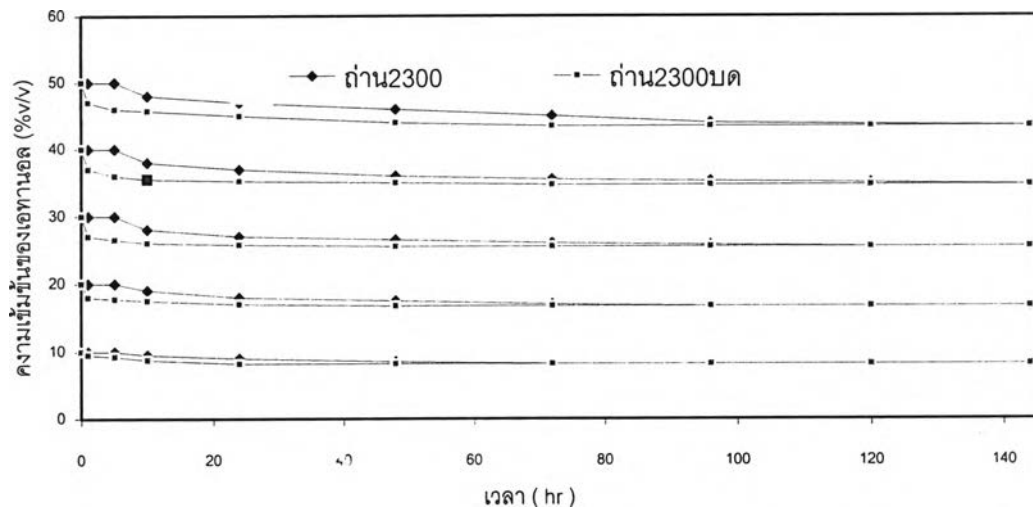
รูปที่ ค.4 แสดงปริมาณการดูดซับน้ำในช่วงเวลาต่างๆของถ่านดูดซับ2300 และถ่านดูดซับ2300บด



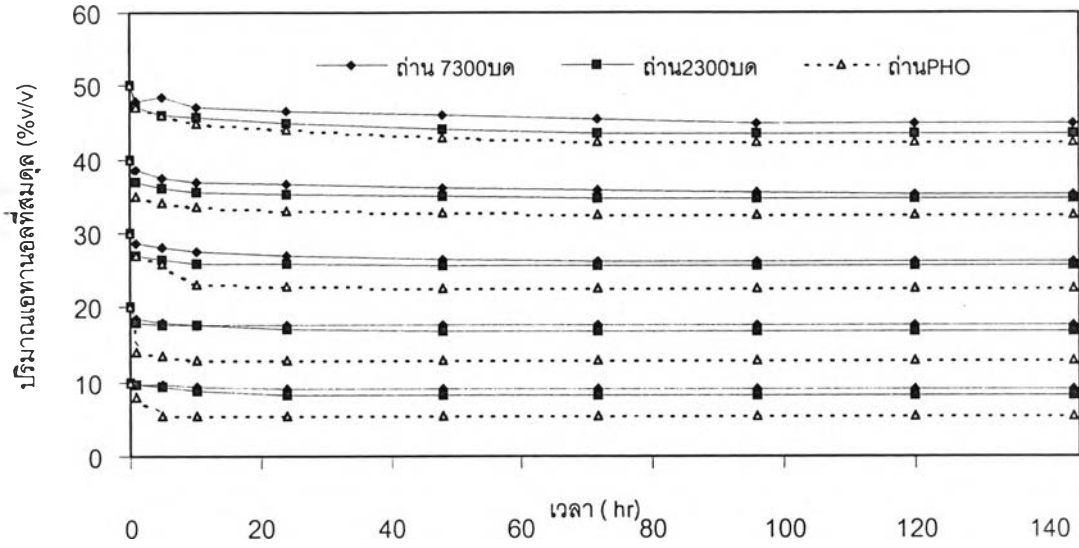
รูปที่ ค.5 แสดงปริมาณการดูดซับน้ำในช่วงเวลาต่างๆของถ่านดูดซับPHO



รูปที่ ค.6 แสดงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือในระบบที่เวลาต่างๆของถ่านดูดซับ7300 และถ่านดูดซับ7300บด



รูปที่ ค.7 แสดงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือในระบบที่เวลาต่างๆของถ่านดูดซับ2300และ ถ่านดูดซับ 2300บด



รูปที่ ค.8 แสดงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหลือในระบบที่เวลาต่างๆของถาดดูดซับ7300บด,2300บด และถาดดูดซับPHO



## ประวัติผู้เขียน

นางสาวคณิตา วัฒนะกิจ เกิดในเดือน กันยายน พ.ศ. 2519 ที่จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จ การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเบญจมะมหาราช และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี ในปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต ในภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย