

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม. 2526. แร่. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ศรีเมืองการพิมพ์, จตุพร วิทยาคุณ และ นุรักษ์ กฤษดาบุรุษ. 2547. การเร่งปฏิกิริยา พื้นฐาน และการประยุกต์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,
- จำรัส ลิ้มตระกูล. 2540. เคมีของซีโอไลต์. วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่51 ฉบับที่6 (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2540) : 420-423.
- นงลักษณ์ บรรยงวิชัย. 2540. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดินขาวและประโยชน์. วิทยาศาสตร์สำหรับประชาชน ครั้งที่ 549 (ตุลาคม 2540) : 1-5.
- นิรุติ วานิชกิจ. 2546. การสังเคราะห์ซีโอไลต์ชนิด ZSM-5 จากดินขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มนตรี ทองคำ. 2542. การสังเคราะห์ซีโอไลต์จากเถ้าลอยถ่านหิน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เลิศ รักสันติชาติ. 2545. การฟื้นฟูสภาพซีโอไลต์ชนิดเอกซ์ที่ใช้แล้วสำหรับดูดซับเอทีลีนไกลคอล. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาภรณ์ คางคำ. 2548. การพัฒนากระบวนการสำหรับการฟื้นฟูสภาพโมเลกุลาร์ซีฟที่ใช้แล้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543. วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาหัตถศึกษาและอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร,

ภาษาอังกฤษ

- Akolekar, D. Chaffee, A. and Russell, F.H. 1997. The transformation of kaolin to low-silica X zeolite. Elsevier Science Inc. : 359-365.
- ASTM Standard. 1994. Total Inorganic and Organic Chloride in Hydrocarbons by Potentiometric Titration. UOP Method 588-94. United States,
- Baerlocher, Ch. Meier, W.M. and Olson, D.H. 2001. Atlas of Zeolite Structure Types. 5th ed. Zurich Switzerland : ELSEVIER,

- Bhatia, S. 1990. Zeolite Catalysis. Principles and Applications. Boca Raton, Florida : CRC Press, Inc.,
- Breck, D.W., W.G. Eversole and R.M. Milton. 1956. New synthetic crystalline zeolites. Chem. Soc. 28 : 2338-2339.
- Breck, D.W. 1974. Zeolite Molecular Sieves. Structure, Chemistry and Use. New York : John Wiley & Sons, Inc. New York,
- Bruce, C. Gates. 1991. Catalytic Chemistry. New York: John Wiley and Sons,
- Dyer, A. 1988. An Introduction to Zeolite Molecular Sieves. New York : John Wiley & Sons, Inc. New York,
- Eckenfelder, W.W., Jr. 1981. Application of Adsorption to Wastewater Treatment : Enviro press,
- Farrauto, R.J. and Bartholomew. 1997. Fundamentals of industrial catalytic process. London : Blackie Academic & Professional,
- Ivan, C. Fernando, G. C. and Jose C. 2007. Synthesis of X-type Zeolite from Dealuminated Kaolin by Reaction with Sulfuric Acid at High Temperature. Ind. Eng. Chem. Res 46 : 1029-1038.
- J.V. Smith. 1976. Zeolite Chemistry and Catalysis. J.A. Rabo Ed. ACS Monograph 171,
- McCabe, W.L., Smith, J.C., and Harriott, P. 1993. Unit Operations of Chemical Engineering. 5th ed. Singapore : McGraw-Hill Inc,
- M.M.J. Treacy and J.B. Higgins. 2001. Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites. 4th ed. ELSEVIER,
- Na'dia Regina Camargo Fernandes Machado and Denise Maria Malachini Miotto. 2005. Synthesis of Na-A and -X zeolites from oil shale ash. Fuel 84 : 2289-2294.
- Novembre, D. Sabatino, B. D. Gimeno, D. Garcia-Valles, M. and Martnez-Manent, S. 2004. Synthesis of Na-X zeolites from tripolaceous deposits (Crotone, Italy) and volcanic zeolitised rocks (Vico volcano, Italy). Microporous and Mesoporous Materials 75 : 1-11.
- R.M. Barrer. 1986. Zeolite Structures. Proceeding of the 5 th International Conference on Zeolites. Naples:
- Robson, H. and Lillrud, K.P. 2001. Varified Syntheses of Zeolitic Materials. 2th ed. ELSEVIER,

- Rouquerol F., Rouquerol J., Sing K. 1999. Adsorption by powders & porous solids: principles, methodology and applications. San Diego: Calif Academic Press,
- Sanhueza V., Kelm U., Cid R. 1999. Synthesis of molecular sieves from Chilean kaolinites: 1. Synthesis of NaA type zeolites. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 74 : 358-363.
- Szostak R. 1989. Molecular sieves principles of synthesis and identification. New York : Van Nostrand Reinhold,
- Terzano, R. Spagnuolo, M. Medici, L. Tateo, F. and Ruggiero P. 2005. Zeolite synthesis from pre-treated coal fly ash in presence of soil as a tool for soil remediation. Applied Clay Science. 29 : 99-110.
- Thammavong S. 2003. Studies of Synthesis, Kinetics and Particle size of Zeolite X from Narathiwat Kaolin. M.Sc. thesis Suranaree University of Technology.
- Xiong, G. Yu, Y. Feng, Z. Xin, Q. Xiao, F.S. and Li C. 2001. UV Raman spectroscopic study on the synthesis mechanism of zeolite X. Microporous and Mesoporous Materials. 42 : 317-323
- Szostak, R. 1998. Molecular Sieves Principle of Synthesis and Identification. 3st ed., Norstand Reinhold., Inc., New York,

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรการคำนวณ

1. ร้อยละผลได้ = (ผลบวกของ intensity ของซีไอไลต์ Na-X ที่ได้จากการสังเคราะห์ / ผลบวกของ intensity รวมของผลิตภัณฑ์) \times 100
2. ร้อยละการกำจัด = [(ความเข้มข้นเริ่มต้น - ความเข้มข้นที่เหลือ) / ความเข้มข้นเริ่มต้น] \times 100
3. ความสามารถในการดูดซับ (มิลลิกรัม/กรัม) = [(ปริมาณเริ่มต้น (มก./ล.) - ปริมาณที่เหลือ (มก./ล.)] \times ปริมาณน้ำตัวอย่าง (มล.)] / [ปริมาณตัวดูดซับ(ก.) \times 1000]

ภาคผนวก ข

สมบัติของโซเดียมไฮดรอกไซด์

ชื่อทางเคมี (Chemical Name) SODIUM HYDROXIDE (โซเดียมไฮดรอกไซด์)

สูตรทางเคมี (Formula) NaOH

น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 40 AMU

ลักษณะสีและกลิ่น (Appearance Color and Odor) ของแข็ง สีขาว ไม่มีกลิ่น

จุดเดือด (Boiling Point) 1,390 องศาเซลเซียส

จุดหลอมเหลว (Melting Point) 318 องศาเซลเซียส

ความดันไอ (Vapor Pressure) น้อยกว่า 18 มิลลิเมตรปรอท ที่ 20 องศาเซลเซียส

ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) น้อยกว่า 1 กรัมต่อลิตร

อัตราการระเหย (Evaporating Rate) ไม่ระเหย

การละลายน้ำ (Solubility in Water) 111 กรัมต่อ 100 กรัม น้ำ ที่ 20 องศาเซลเซียส

ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) 2.13 ที่ 20 องศาเซลเซียส

ความเป็นกรดต่าง (pH-Value) 13 -14

จุดวาบไฟ (Flash Point) -

ขีดจำกัดการติดไฟ (Flammable limits) - ค่าต่ำสุด (LEL) -

- ค่าสูงสุด (UEL) -

อุณหภูมิสามารถติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) -

คุณสมบัติอื่นๆ (Other properties) ไม่ติดไฟ

เสถียรภาพ (Stability) เสถียร

ภาวะที่ต้องหลีกเลี่ยง (Conditions to Avoid) อย่านำน้ำเข้าภาชนะเพราะจะเกิดปฏิกิริยา

สารที่ต้องหลีกเลี่ยง (Materials to Avoid) ตัวออกซิไดซ์แรง, กรดแก่, สารอินทรีย์, น้ำ, ของเหลวไวไฟ, สารประกอบอินทรีย์ของฮาโลเจน โดยเฉพาะไตรคลอโรเอทิลีน

การเกิดปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reactivity) อาจก่อให้เกิดไฟ หรือการระเบิด การสัมผัสไนโตรมีเทนและสารประกอบไนโตรทำให้เกิดเกลือที่ไวต่อการกระแทก

การกัดกร่อนของสารเคมี (Corrosiveness) สารกัดกร่อน

สมบัติของโซเดียมอะลูมิเนต

ชื่อทางเคมี (Chemical Name) SODIUM ALUMINATE หรือ SODIUM ALUMINIUM

DIOXIDE (โซเดียมอะลูมิเนต หรือโซเดียมอะลูมิเนียมไดออกไซด์)

สูตรทางเคมี (Formula) $\text{Na}(\text{AlO})_2$, $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$

น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 82

ลักษณะสีและกลิ่น (Appearance Color and Odor) ของแข็ง สีขาว ไม่มีกลิ่น

จุดเดือด (Boiling Point) -

จุดหลอมเหลว (Melting Point) 1650 องศาเซลเซียส

ความดันไอ (Vapor Pressure) -

ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) -

อัตราการระเหย (Evaporating Rate) ไม่ระเหย

การละลายน้ำ (Solubility in Water) ละลายน้ำได้

ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) 1.5 ที่ 20 องศาเซลเซียส

จุดวาบไฟ (Flash Point) -

ขีดจำกัดการติดไฟ (Flammable limits) - ค่าต่ำสุด (LEL) -

- ค่าสูงสุด (UEL) -

อุณหภูมิสามารถติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) -

คุณสมบัติอื่น ๆ (Other properties) ไม่เกิดการเผาไหม้

Occupational exposure limits 2 mg/m³

เสถียรภาพ (Stability) เสถียร

สภาวะที่ต้องหลีกเลี่ยง (Conditions to Avoid) ความชื้น

สารที่ต้องหลีกเลี่ยง (Materials to Avoid) กรด

การเกิดปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reactivity) ทำปฏิกิริยารุนแรงกับกรด

การกัดกร่อนของสารเคมี (Corrosiveness) สารกัดกร่อน

สมบัติของกรดไฮโดรคลอริก

ชื่อทางเคมี (Chemical Name) Hydrochloric acid 37% solution

สูตรทางเคมี (Formula) HCl

น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 36.46

ลักษณะสีและกลิ่น (Appearance Color and Odor) เป็นของเหลว ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน

จุดเดือด (Boiling Point) 53 องศาเซลเซียส

จุดหลอมเหลว (Melting Point) -26 องศาเซลเซียส

ความดันไอ (Vapor Pressure) 190 มิลลิเมตรปรอท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) -

อัตราการระเหย (Evaporating Rate) -

การละลายน้ำ (Solubility in Water) ละลายน้ำได้สมบูรณ์

ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

ความเป็นกรดต่าง (pH-Value) -

จุดวาบไฟ (Flash Point) -

ขีดจำกัดการติดไฟ (Flammable limits) - ค่าต่ำสุด (LEL) -

- ค่าสูงสุด (UEL) -

อุณหภูมิสามารถติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) -

เสถียรภาพ (Stability) มีความเสถียรเมื่อเก็บในภาชนะที่เหมาะสม

ภาวะที่ต้องหลีกเลี่ยง (Conditions to Avoid) การให้ความร้อนสูง

สารที่ต้องหลีกเลี่ยง (Materials to Avoid) โลหะอัลคาไลน์ สารประกอบของโลหะอัลคาไลน์ น้ำ

แอมโมเนีย โลหะอัลคาไลน์เอิร์ธ ต่าง กรด สารประกอบของโลหะอัลคาไลน์เอิร์ธ โลหะ

โลหะผสม ฟอสฟอรัสออกไซด์ ฟอสฟอรัส ไฮไดรด์ สารประกอบของฮาโลเจน

สารประกอบจำพวกออกซีฮาโลเจน เปอร์แมงกาเนต ไนเตรต คาร์ไบด์ สารที่ไหม้ไฟได้ ตัว

ทำละลายอินทรีย์ อะเซทิลีน ไนไตรล สารอินทรีย์จำพวกไนโตร อะนิลีน เปอร์ออกไซด์ พิค

เครต ไนไตรด์ ลิเทียม

การเกิดปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reactivity) ปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ทำให้เกิดเพลิงไหม้และ

การระเบิด อาจเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรง เป็นอันตรายเมื่อทำปฏิกิริยากับ โลหะและเนื้อเยื่อ

ของสัตว์หรือพืช

การกัดกร่อนของสารเคมี (Corrosiveness) มีฤทธิ์กัดกร่อน

สมบัติของกรดซัลฟิวริก

ชื่อทางเคมี (Chemical Name) Sulfuric acid, reagent acs 96%

สูตรทางเคมี (Formula) H_2SO_4

น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 98.08

ลักษณะสีและกลิ่น (Appearance Color and Odor) เป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น

จุดเดือด (Boiling Point) 330 องศาเซลเซียส

จุดหลอมเหลว (Melting Point) -15 องศาเซลเซียส

ความดันไอ (Vapor Pressure) มากกว่า 0.00120 มิลลิเมตรปรอท

ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) 1.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

อัตราการระเหย (Evaporating Rate) ช้ากว่าอีเธอร์

การละลายน้ำ (Solubility in Water) ละลายน้ำได้ที่ 20 องศาเซลเซียส

ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) 1.84

ความเป็นกรดต่าง (pH-Value) -

จุดวาบไฟ (Flash Point) -

ขีดจำกัดการติดไฟ (Flammable limits) - ค่าต่ำสุด (LEL) -

- ค่าสูงสุด (UEL) -

อุณหภูมิสามารถติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) -

เสถียรภาพ (Stability) มีความเสถียรเมื่อเก็บในภาชนะที่เหมาะสม

ภาวะที่ต้องหลีกเลี่ยง (Conditions to Avoid) การให้ความร้อนสูง

สารที่ต้องหลีกเลี่ยง (Materials to Avoid) โลหะอัลคาไลน์ สารประกอบของโลหะอัล

คาไลน์ น้ำ แอมโมเนีย โลหะอัลคาไลน์เอิร์ธ ต่าง กรด สารประกอบของโลหะอัลคาไลน์เอิร์ธ โลหะ

โลหะผสม ฟอสฟอรัสออกไซด์ ฟอสฟอรัส ไฮไดรด์ สารประกอบของฮาโลเจน สารประกอบจำพวก

ออกซีฮาโลเจน เปอร์แมงกาเนต ไนเตรต คาร์ไบด์ สารที่ไหม้ไฟได้ ตัวทำละลายอินทรีย์ อะเซทิลีน

ไนไตรล สารอินทรีย์จำพวกไนโตร อะนิลีน เปอร์ออกไซด์ พิคเครต ไนไตรด์ ลิเทียม

การเกิดปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reactivity) ปฏิกริยากับสารอินทรีย์ทำให้เกิดเพลิงไหม้และ

การระเบิด อาจเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรง เป็นอันตรายเมื่อทำปฏิกิริยากับ โลหะและเนื้อเยื่อของสัตว์

หรือพืช

การกัดกร่อนของสารเคมี (Corrosiveness) มีฤทธิ์กัดกร่อน

สมบัติของเฮกเซน หรือ นอร์มัลเฮกเซน

ชื่อทางเคมี (Chemical Name) n-HEXANE (เอ็น-เฮกเซน หรือ นอร์มัลเฮกเซน)

สูตรทางเคมี (Formula) C_6H_{14} หรือ $CH_3(CH_2)_4CH_3$

น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 86.2

ลักษณะสีและกลิ่น (Appearance Color and Odor) ของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นคล้ายปิโตรเลียม

จุดเดือด (Boiling Point) 69 องศาเซลเซียส

จุดหลอมเหลว (Melting Point) - 95 องศาเซลเซียส

ความดันไอ (Vapor Pressure) 124 มิลลิเมตรปรอท ที่ 20 องศาเซลเซียส

ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) 2.97

อัตราการระเหย (Evaporating Rate) 20 % ที่ 25 องศาเซลเซียส

การละลายน้ำ (Solubility in Water) ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้บ้างในสารทำละลายอินทรีย์

ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) 0.66 ที่ 20 องศาเซลเซียส

ความเป็นกรดต่าง (pH-Value) -

คุณสมบัติอื่น ๆ (Other properties) ระดับที่รับกลิ่นของสารเคมีนี้คือ ที่ความเข้มข้น 64 - 244 ppm ซึ่งเป็นระดับที่เกินค่ามาตรฐานที่อนุญาตให้มีได้ในบรรยากาศการทำงาน (50 ppm)

จุดวาบไฟ (Flash Point) - 21.7 องศาเซลเซียส

ขีดจำกัดการติดไฟ (Flammable limits) - ค่าต่ำสุด (LEL) 1.1 - ค่าสูงสุด (UEL) 7.5

อุณหภูมิสามารถติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) 225 องศาเซลเซียส

เสถียรภาพ (Stability) ปกติมีความเสถียร

สภาวะที่ต้องหลีกเลี่ยง (Conditions to Avoid) ความร้อน แหล่งเชื้อเพลิง ประกายไฟและ
กระแสไฟฟ้าสถิต

สารที่ต้องหลีกเลี่ยง (Materials to Avoid) สารออกซิไดซ์ เช่น เปอร์ออกไซด์ ไนเตรท เปอร์คลอเรท เปอร์แมงกานेट เป็นต้น

การเกิดปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reactivity) ทำปฏิกิริยารุนแรงกับสารข้างต้น

การกัดกร่อนของสารเคมี (Corrosiveness) ไม่กัดกร่อนโลหะ

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ปริมาณคลอไรต์ในไฮโดรคาร์บอน UOP Method 588-94

สารเคมีที่ใช้

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์
2. อะซิโตน
3. ไอโซออกเทน
4. ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์
5. กรดไนตริก
6. โปแตสเซียมคลอไรด์
7. ซิลเวอร์ไนเตรต
8. โทลูอิน
9. คองโกเรดเปเปอร์
10. โซเดียมไบฟิเนล

สารเคมีที่ต้องเตรียม

1. กรดไนตริก 5 โมล/ลิตร
2. ซิลเวอร์ไนเตรต 0.1 โมล/ลิตร
3. ซิลเวอร์ไนเตรต 0.01 โมล/ลิตร

การเตรียมอิเล็กโทรด

1. ทำความสะอาดขั้วขั้วซิลเวอร์อิเล็กโทรดด้วยดีเทอร์เจน จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วซับเบาๆ ด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง
2. ตรวจสอบดูว่าขั้วอิเล็กโทรดมี ตะกอนหรือคราบใดติดอยู่หรือไม่ถ้ายังมีอยู่ให้ขัดออกแล้ว ล้างใหม่ด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง เนื่องจากในการตรวจสอบคลอไรด์ แท่งอิเล็กโทรดจะมีการสัมผัสกับคลอไรต์ใน รูปของซิลเวอร์ คลอไรด์ทำให้นิอิเล็กโทรดอาจมีการสะสมหรือเกาะติดของซิลเวอร์คลอไรด์ ดังนั้นจึงต้องทำความสะอาดทุกครั้งก่อนทำการไตเตรต เพื่อความแม่นยำของผลการทดลอง

วิธีทำ

1. เติมโพลูอิน 50 มิลลิลิตร ลงในกรวยแยก พร้อมกับสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ ปริมาณคลอไรด์ ปริมาตรดังตาราง

Expected Halide Concentration	Sample Size (g)	Molarity of Silver Nitrate
1-5 mass-ppm	50-100	0.01
5-10 mass-ppm	25-35	0.01
0.5-10 mass-%	3-5	0.1
10-50 mass-%	18-20	0.1

2. เติมไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ 5 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร, กรดไนตริกเข้มข้น 5 โมล/ลิตร 10 มิลลิลิตร, โซเดียมไบฟีนิล 1 vial เขย่าประมาณ 3 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารเกิดการแยกชั้น

3. ปล่อยให้สารละลายที่แยกอยู่ในชั้นล่างออกมาเก็บไว้ในกรวยแยกอีกอันที่มีไอโซออกเทน 50 มิลลิลิตร เขย่าประมาณ 3 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารเกิดการแยกชั้น

4. ปล่อยให้สารละลายในชั้นตอนที่ 4 ที่แยกอยู่ในชั้นล่างออกมาเก็บไว้ในบีกเกอร์

5. เติมน้ำกลั่นลงในกรวยแยกชั้นตอนที่ 3 พร้อมกับเติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 โมล/ลิตร 3-5 หยด เพื่อสกัดอีกครั้ง

6. ปล่อยให้สารละลายที่แยกอยู่ในชั้นล่างออกมาเก็บไว้ในกรวยแยกอันที่มีไอโซออกเทน เขย่าประมาณ 3 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารเกิดการแยกชั้น

7. ปล่อยให้สารละลายชั้นล่างออกมาเก็บไว้ในบีกเกอร์

8. ทดสอบสารละลายในบีกเกอร์ด้วยคองโกเรดเปเปอร์ให้ได้สีฟ้า (ถ้าไม่เป็นสีฟ้าให้เติมกรดไนตริกจนคองโกเรดเปเปอร์เปลี่ยนเป็นสีฟ้า)

9. นำสารละลายในบีกเกอร์ไปตั้งบนอ่างน้ำร้อนเพื่อระเหยตัวทำละลายบางส่วนออก จนกระทั่งเหลือสารละลายในบีกเกอร์ ประมาณ 25 มิลลิลิตร แล้วทำให้เย็น

11. เติมอะซิโตน 100 มิลลิ ลิตร จากนั้นนำไปไตเตรตด้วยสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต โดยวัดค่าการนำไฟฟ้า บันทึกปริมาตรสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้จนถึงจุดยุติคำนวณ ปริมาณคลอไรด์ทั้งหมดได้ โดยที่

C = ปริมาตรของซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ไตเตรตเพื่อให้สารตัวอย่างเข้าสู่จุดยุติ, มิลลิลิตร

D = ปริมาตรของซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ไตเตรตเพื่อให้สารตัวอย่าง (ปราศจากคลอไรด์) เข้าสู่จุดยุติ, มิลลิลิตร

Q = ความเข้มข้นของซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ไตเตรต, โมลต่อลิตร

T = ความเข้มข้นสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ไตเตรต blank, moles/liter

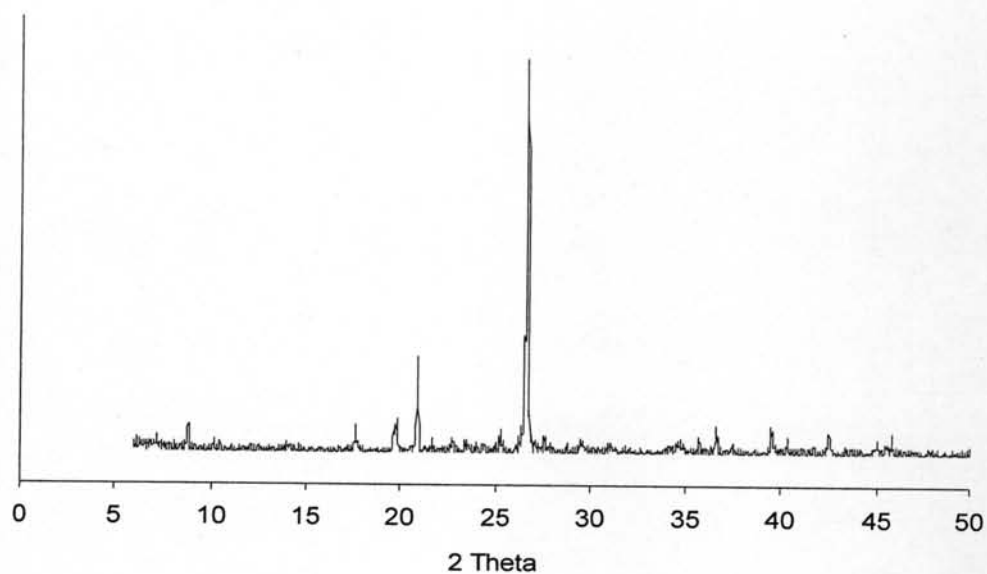
W = ปริมาณสารตัวอย่าง, กรัม

Z = Dilute factor (ในกรณีที่สารตัวอย่างมีความหนืดมากๆ) ถ้าไม่มีการทำให้เจือ

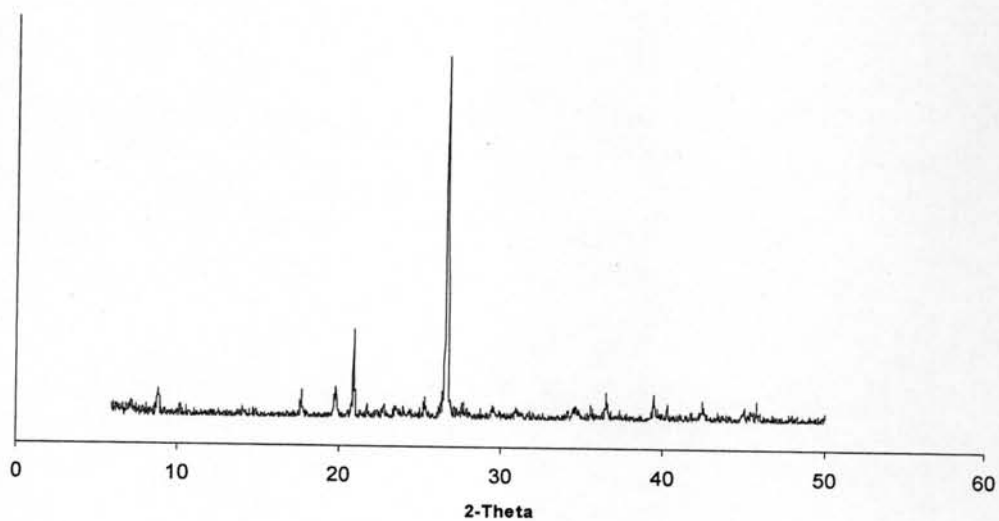
จาง Dilute factor จะเท่ากับ 1

ภาคผนวก ง

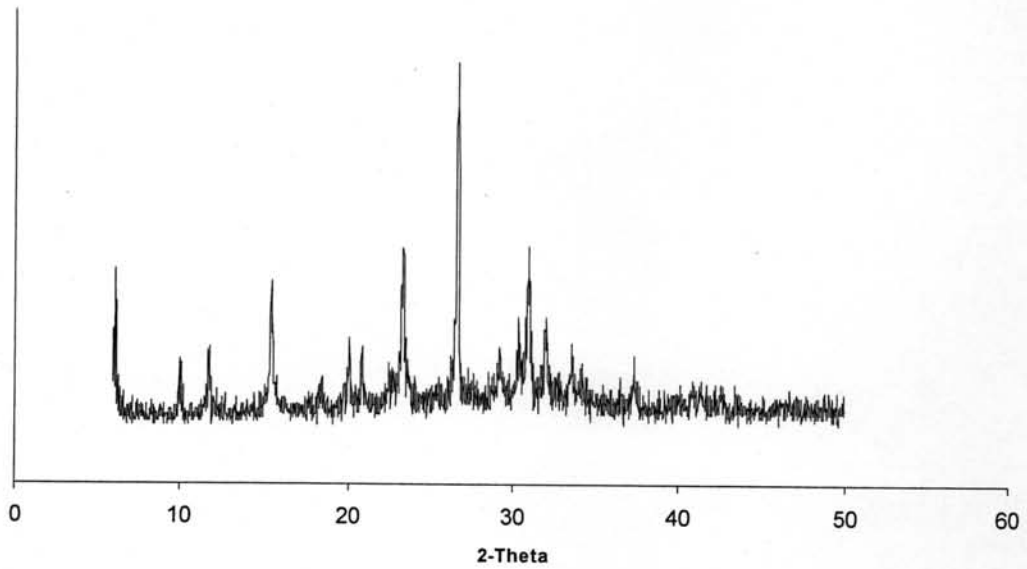
รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน



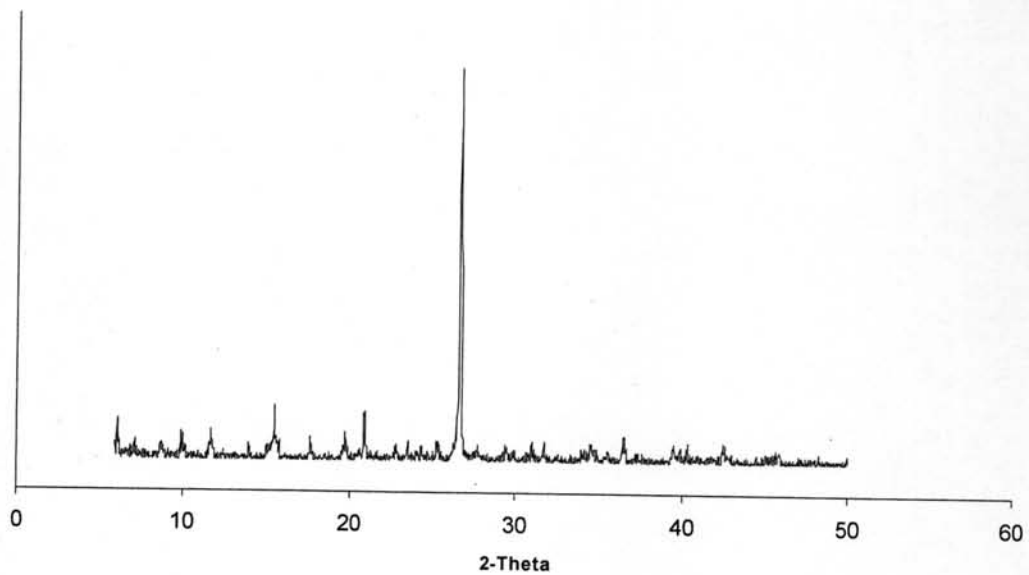
รูป ง1 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของดินขาวธรรมชาติ



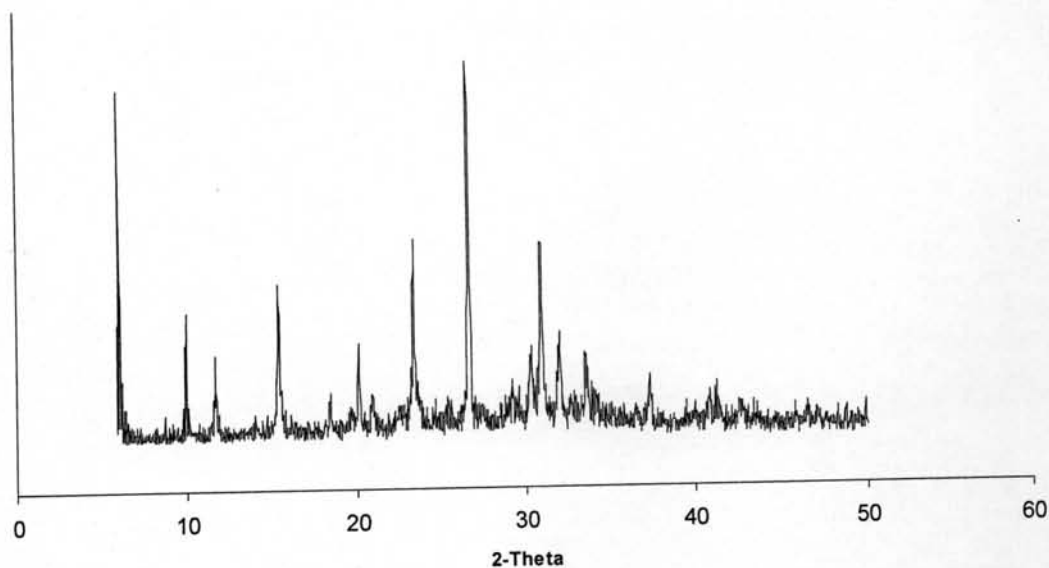
รูป ง2 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของซีโอไลต์ Na-X ที่สังเคราะห์ได้จากดินขาวที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 200 mesh ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



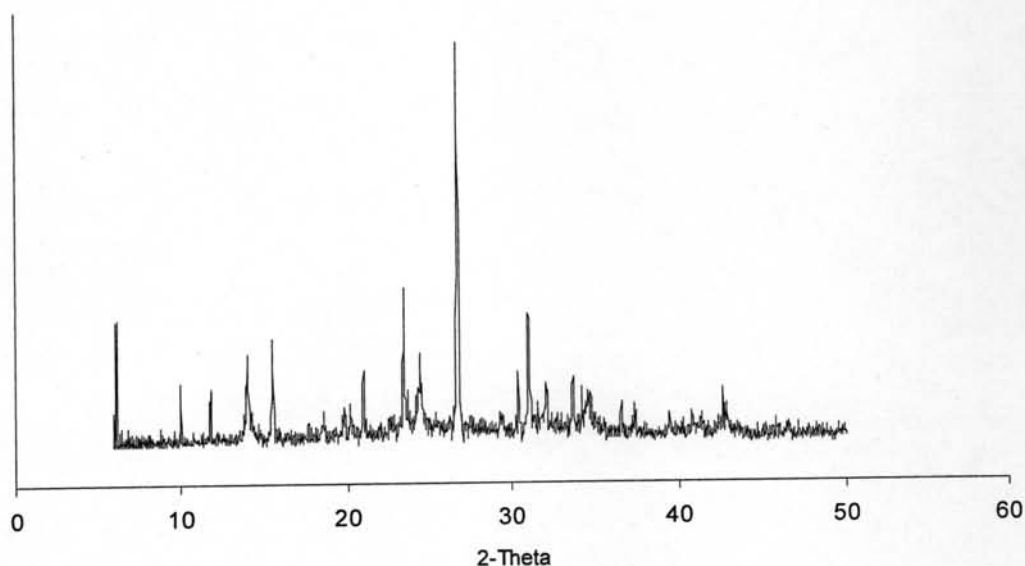
รูป ๓ รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ที่สังเคราะห์ได้จากดินขาวที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 200 mesh และผ่านการหลอมเหลวกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



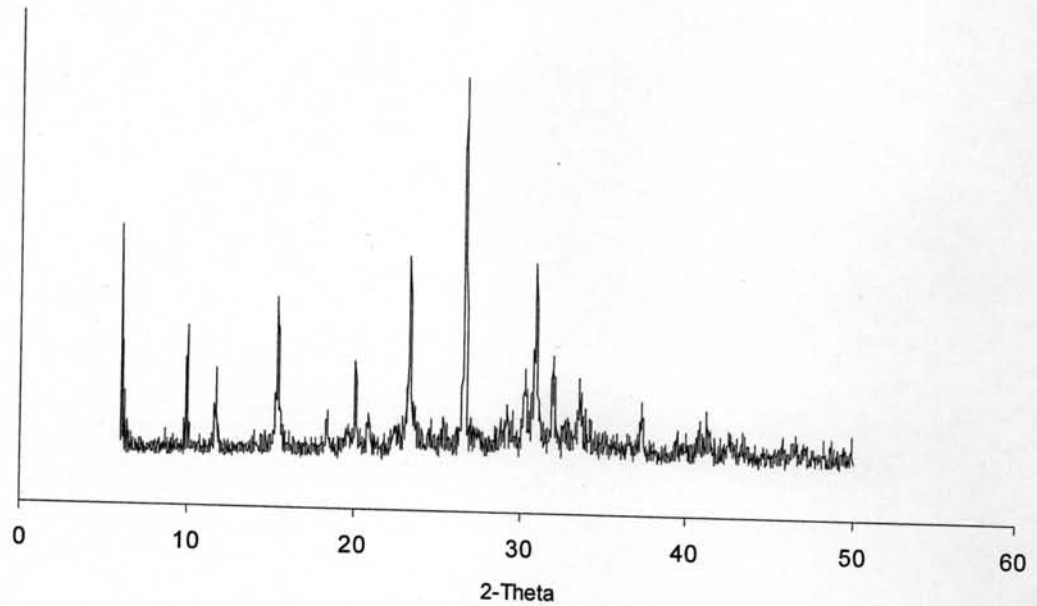
รูป ๔ รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ที่สังเคราะห์ได้จากดินขาวที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 325 mesh ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



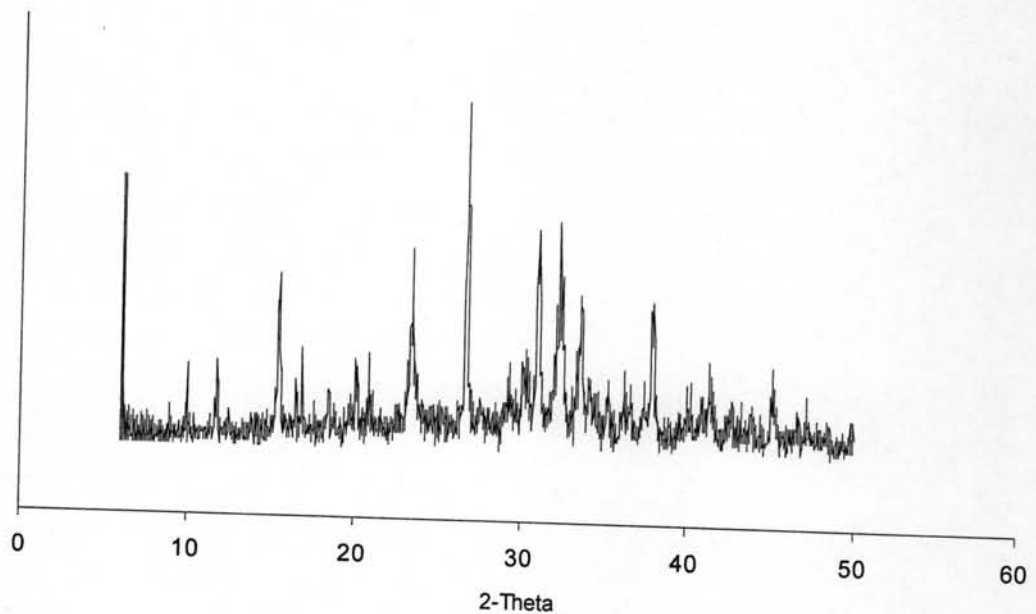
รูป ๖5 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของซีโอไลต์ Na-X ที่สังเคราะห์ได้จากดินขาวที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 325 mesh และผ่านการหลอมเหลวกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



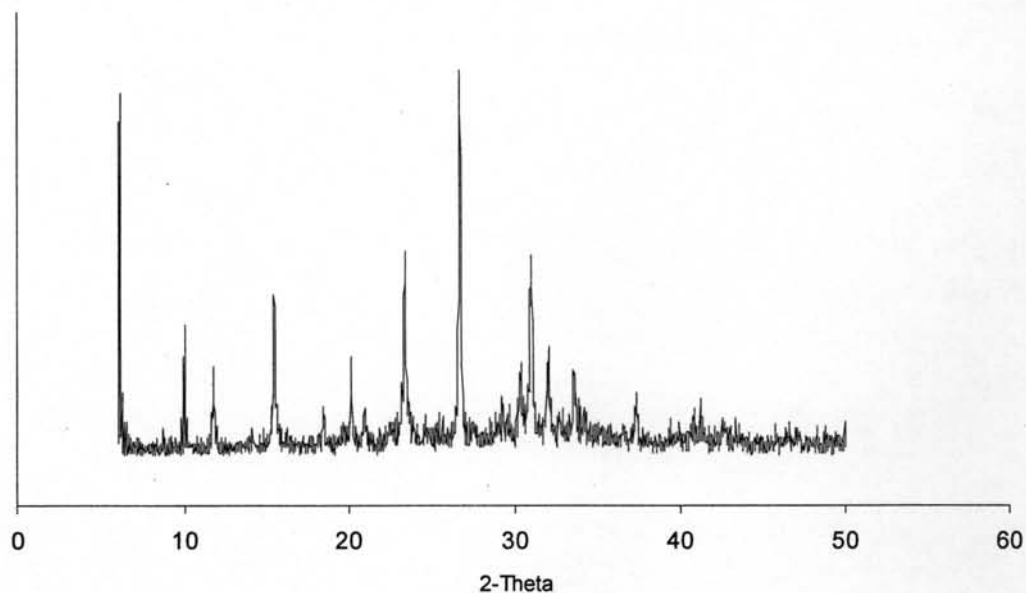
รูป ๖6 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของซีโอไลต์ Na-X ที่สังเคราะห์ได้จากดินขาวที่ไม่มีการกำจัดเหล็ก ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



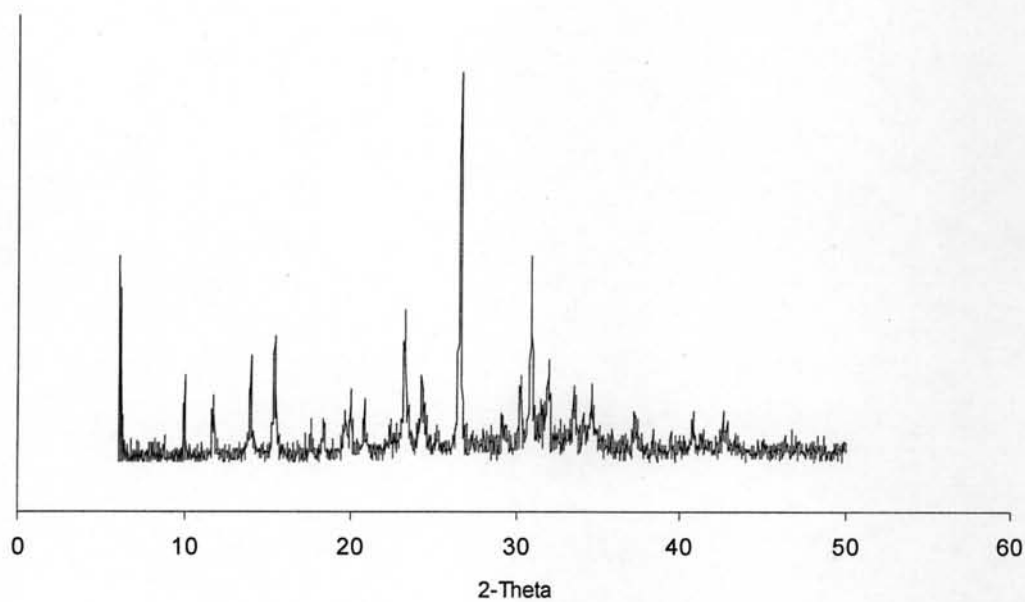
รูป ๗ รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของซีโอไลต์ Na-X ที่สังเคราะห์ได้จากดินขาวที่ผ่านการกำจัดเหล็ก ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



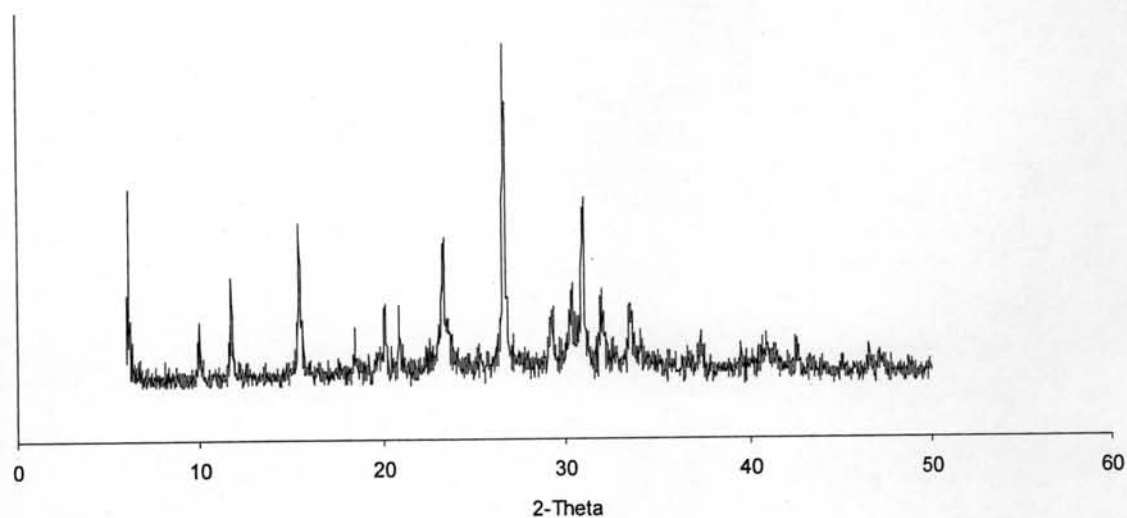
รูป ๘ รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 80 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



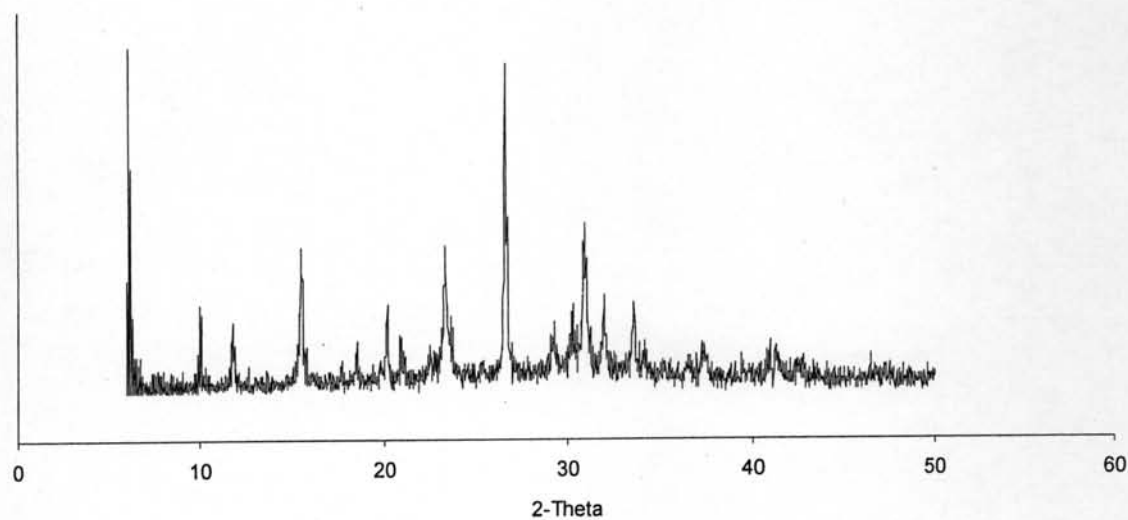
รูป ๙ รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



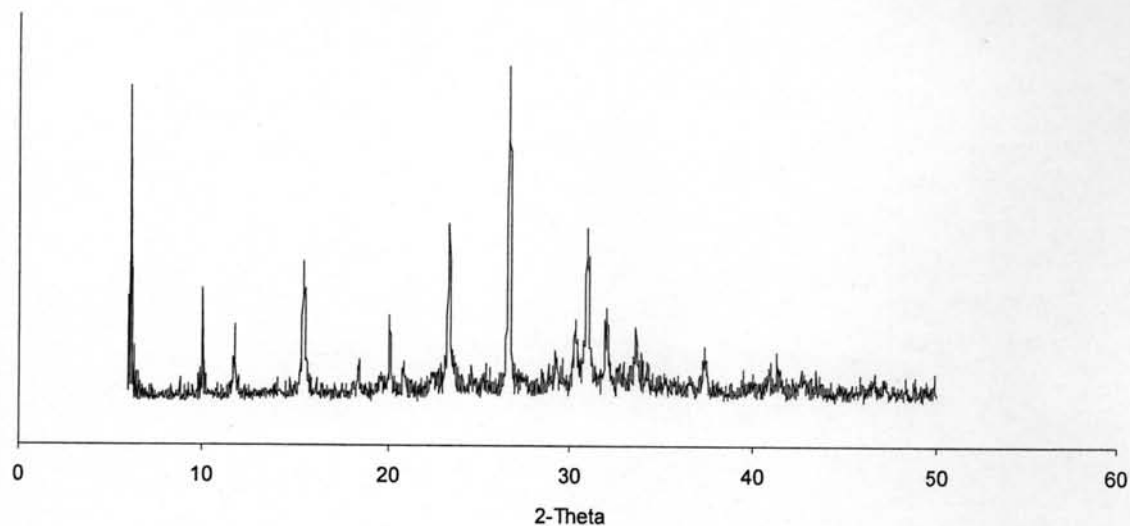
รูป ๑๐ รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 100 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



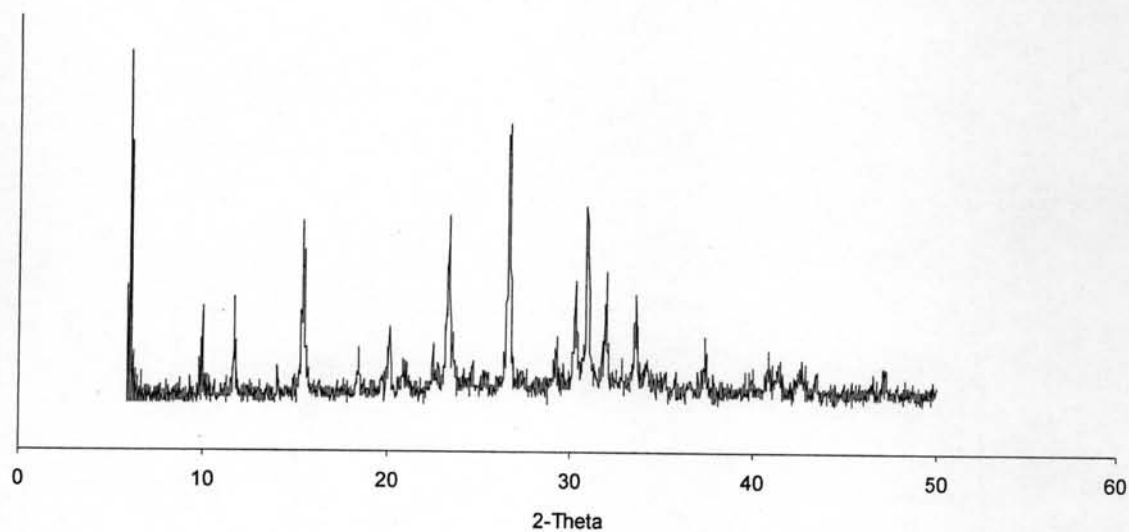
รูป 11 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



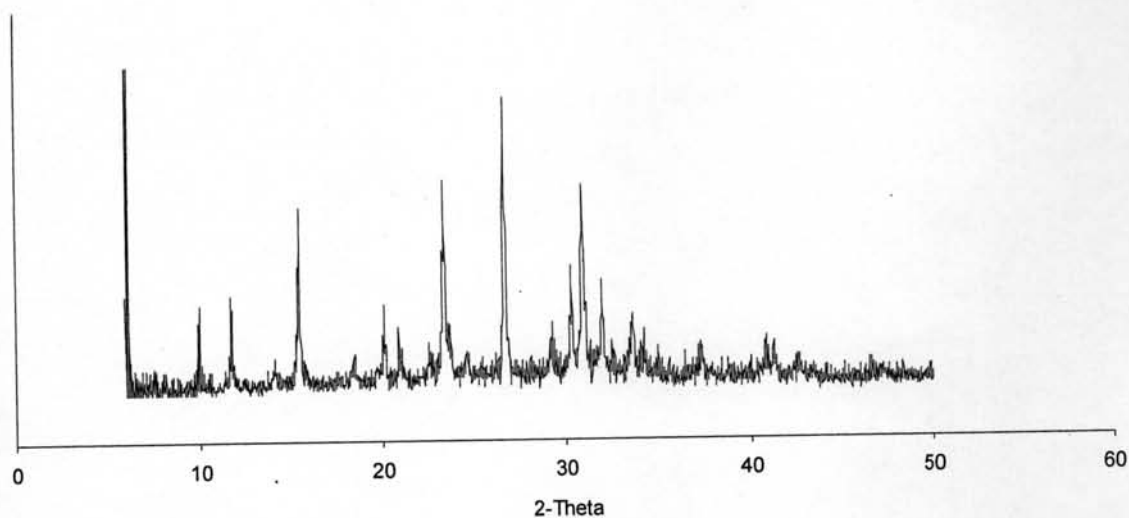
รูป 12 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



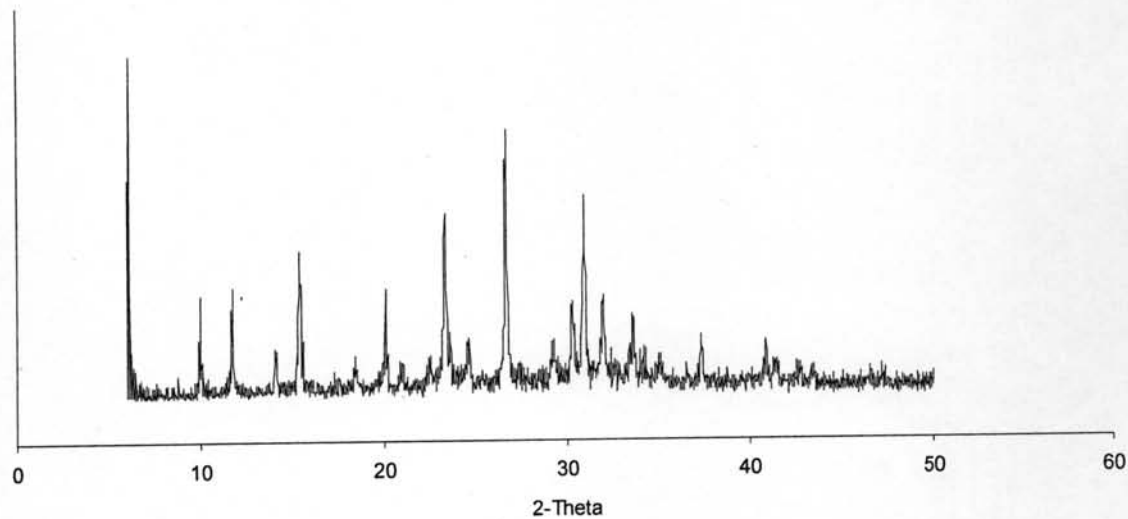
รูป 13 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



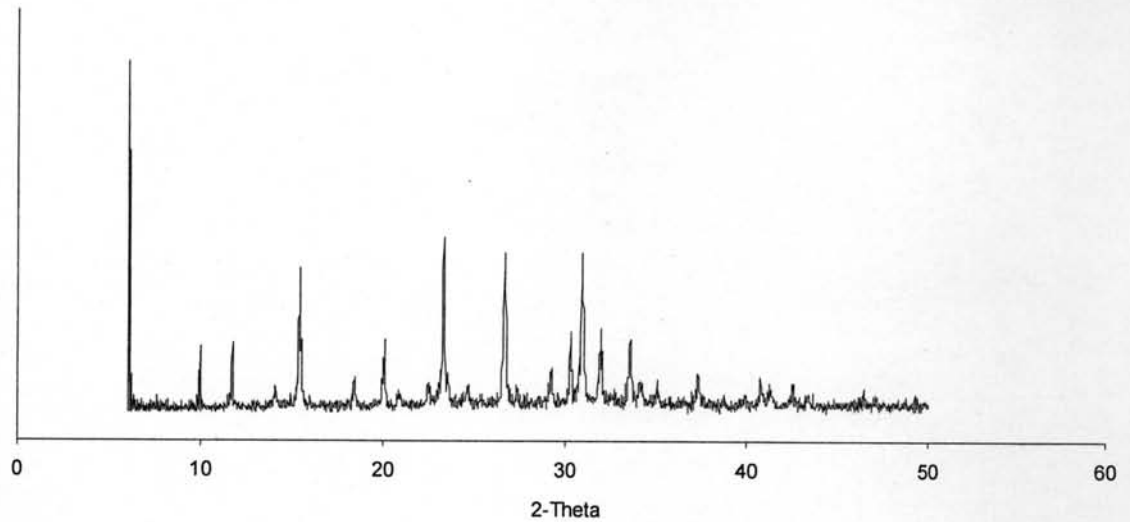
รูป 14 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



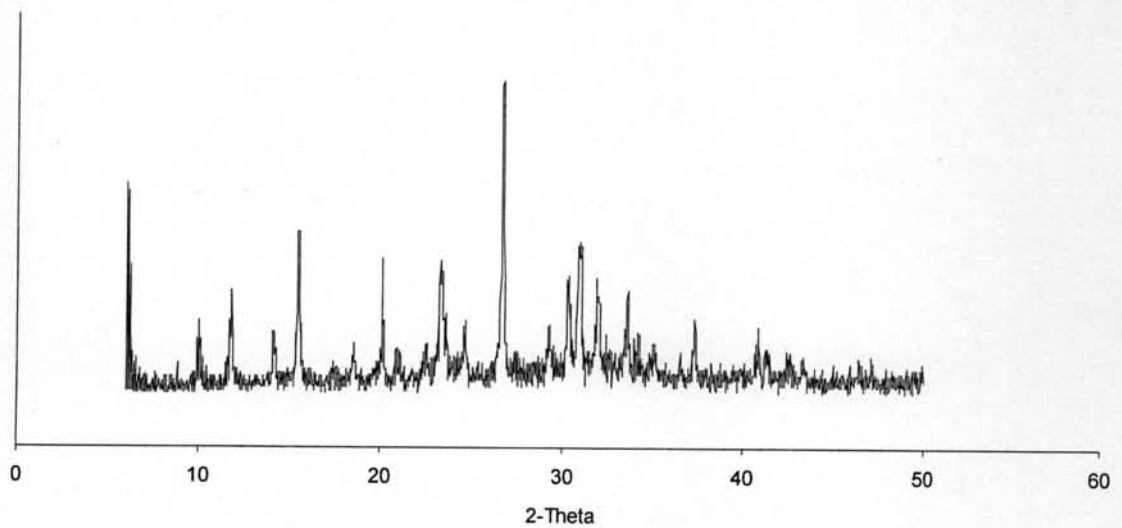
รูป 15 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



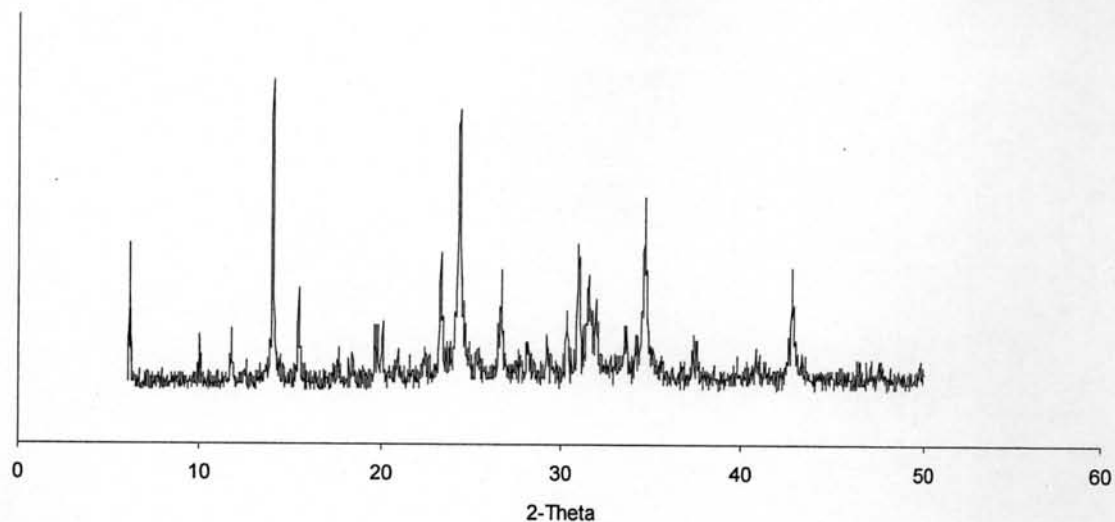
รูป 16 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 96 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



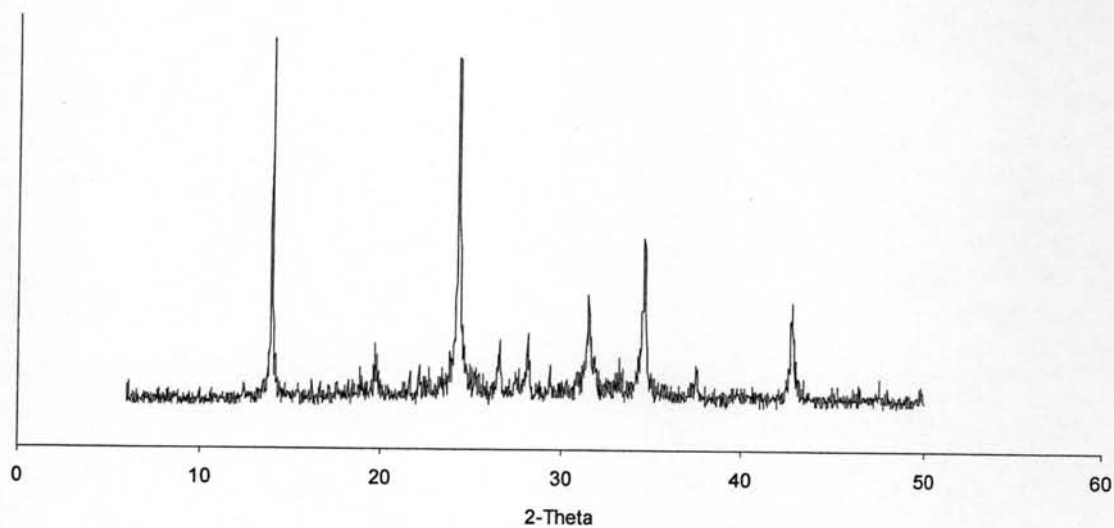
รูป 17 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 120 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



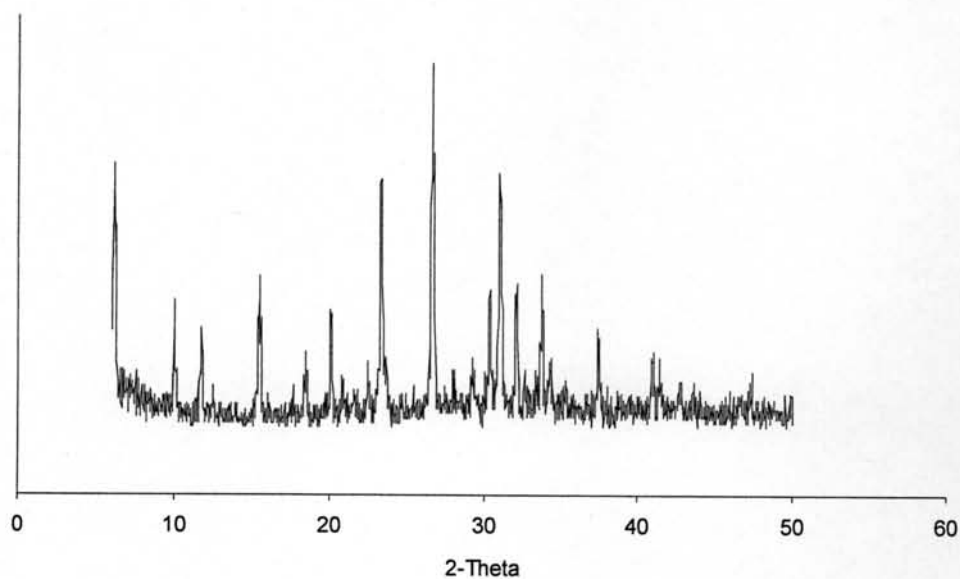
รูป 18 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 144 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



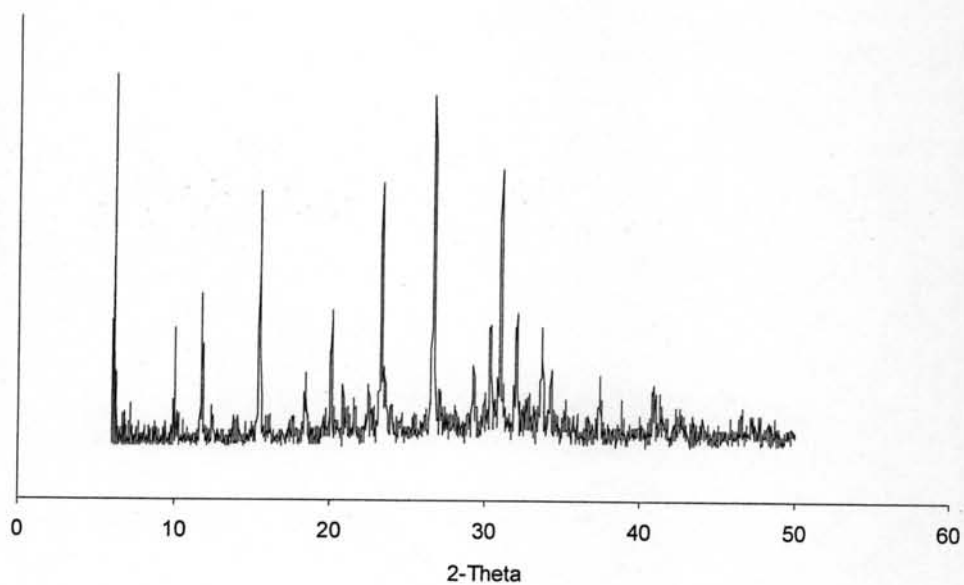
รูป 19 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 192 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



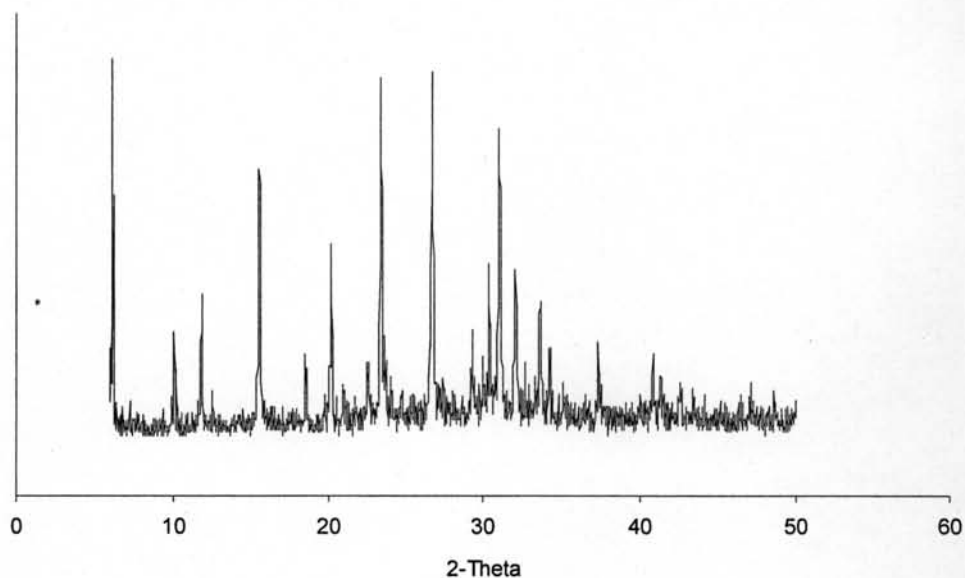
รูป 20 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 244 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



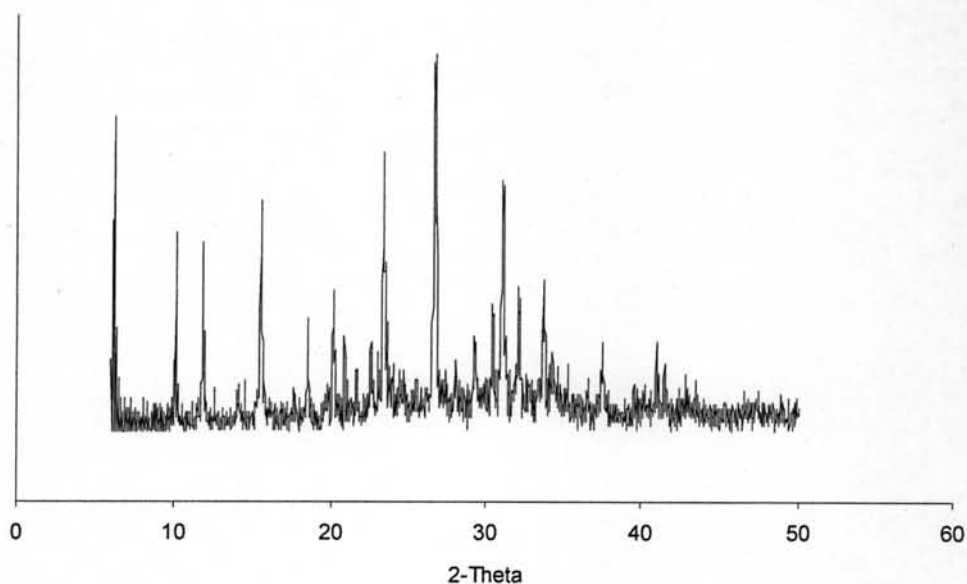
รูปง21 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 1.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



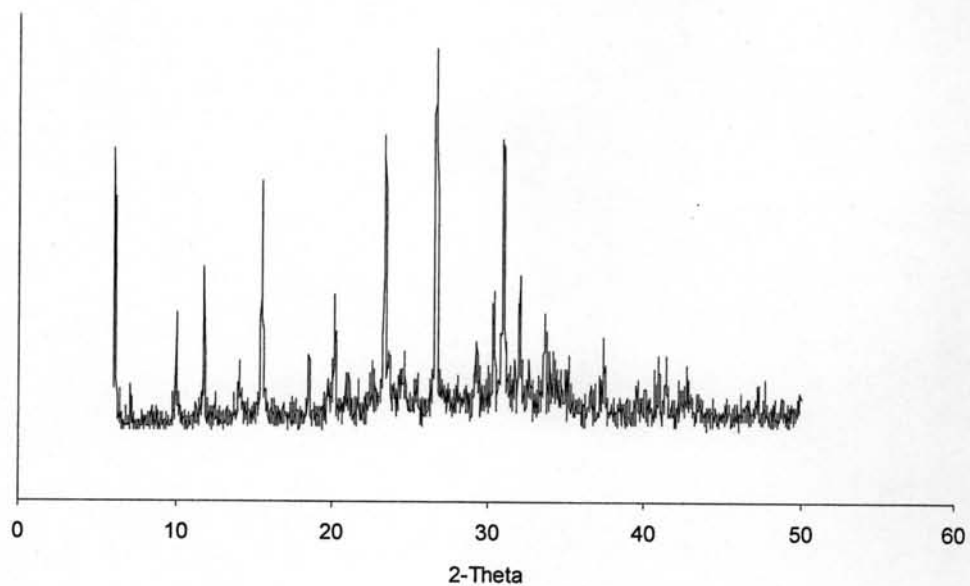
รูปง22 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



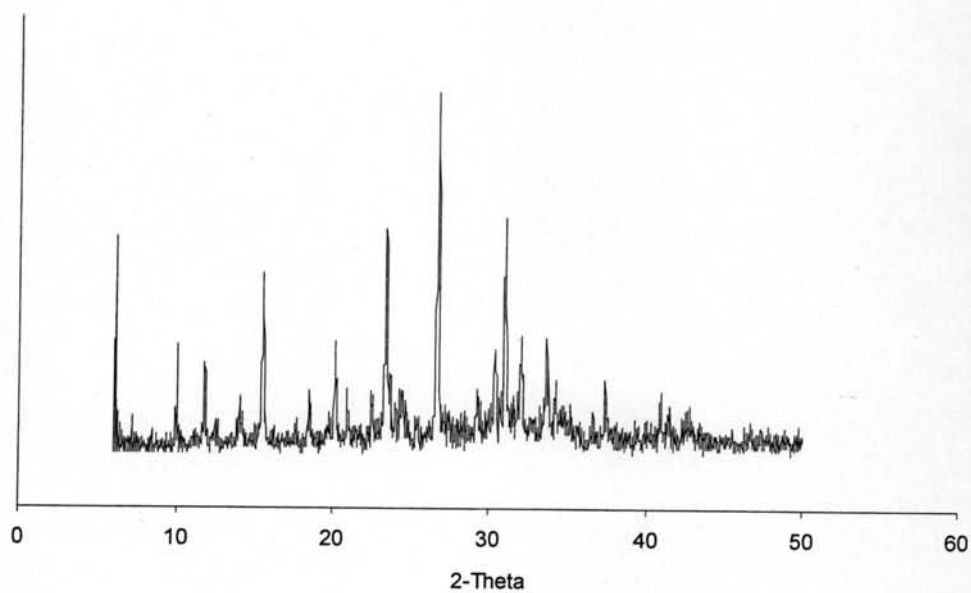
รูป 23 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 3.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



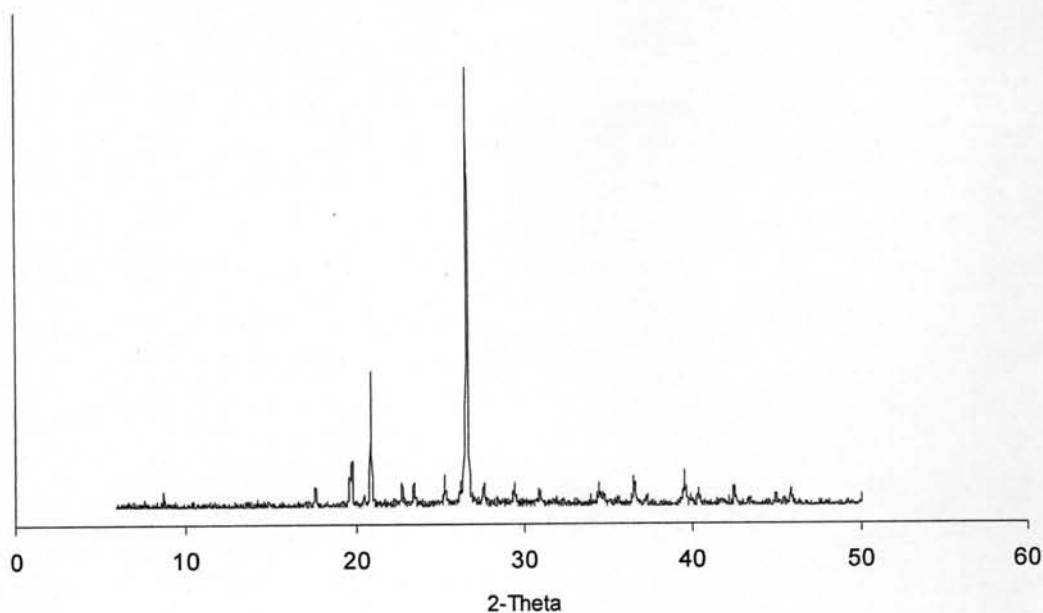
รูป 24 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 4.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



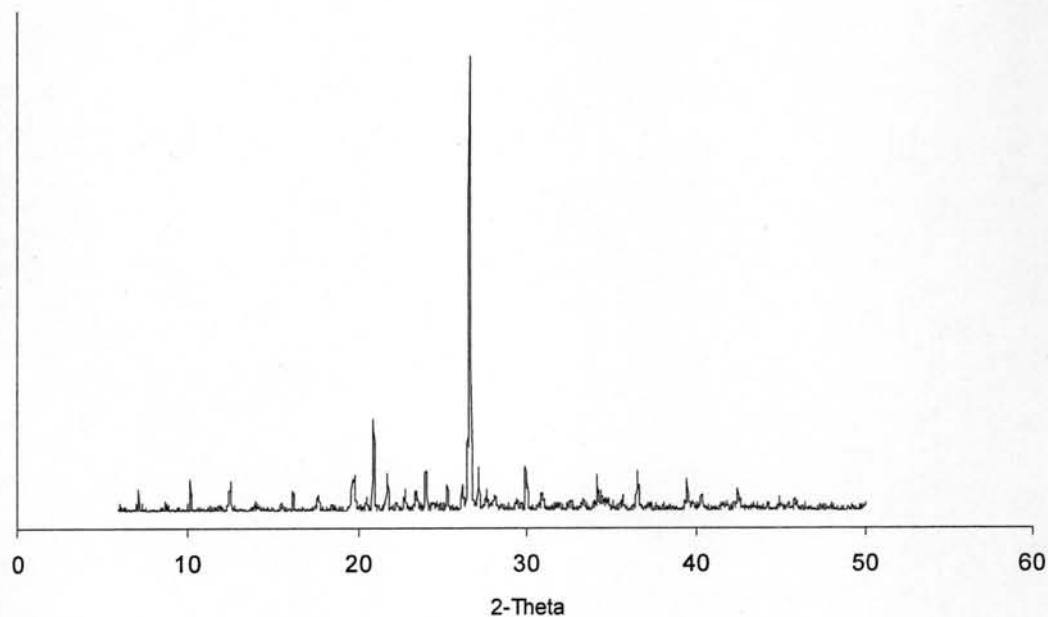
รูป 25 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 5.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



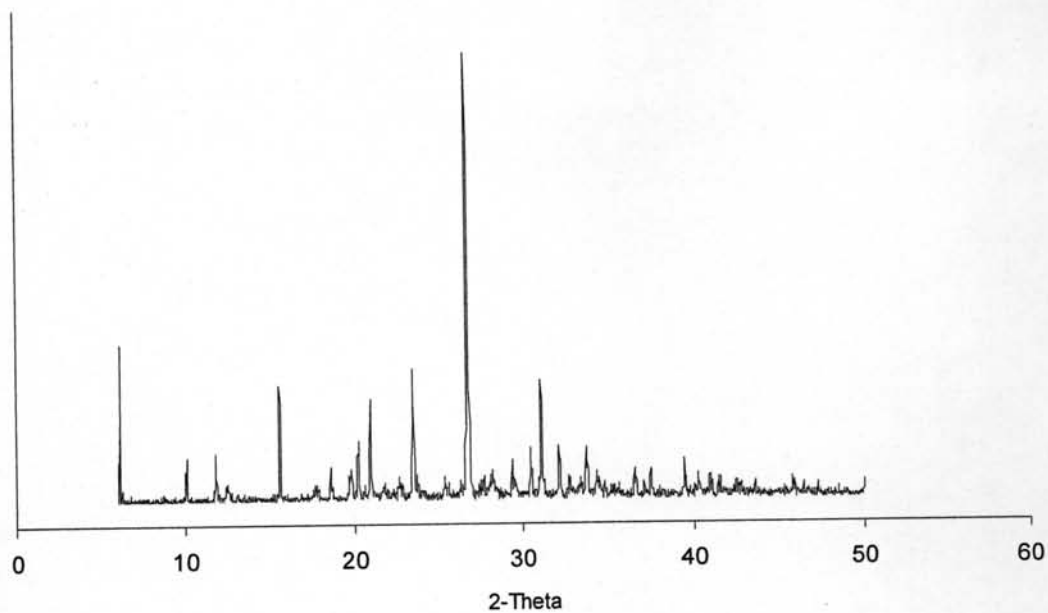
รูป 26 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 6.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



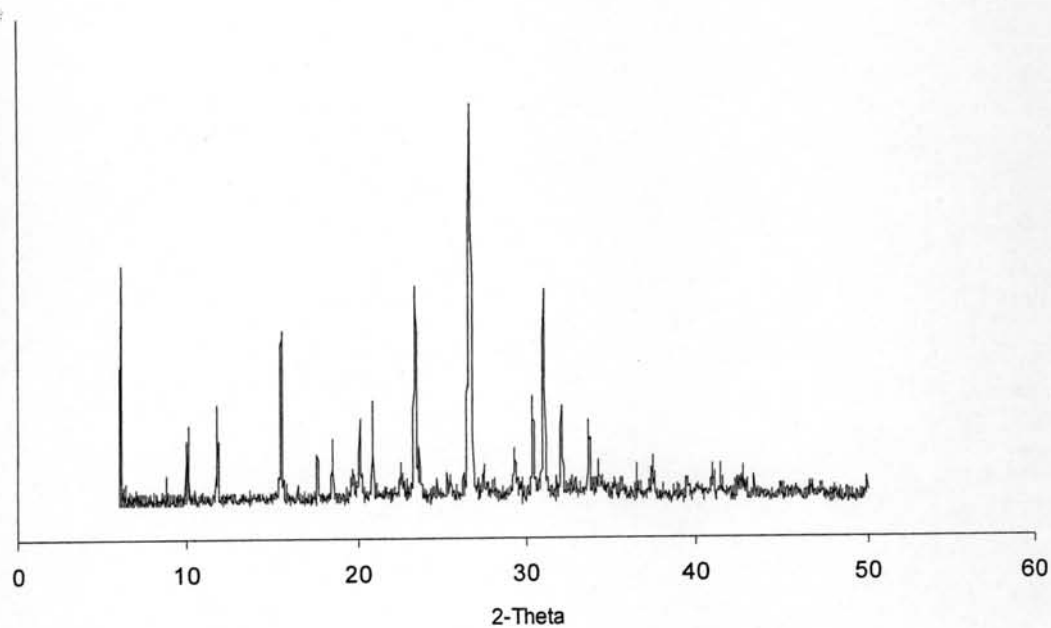
รูป 27 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 2



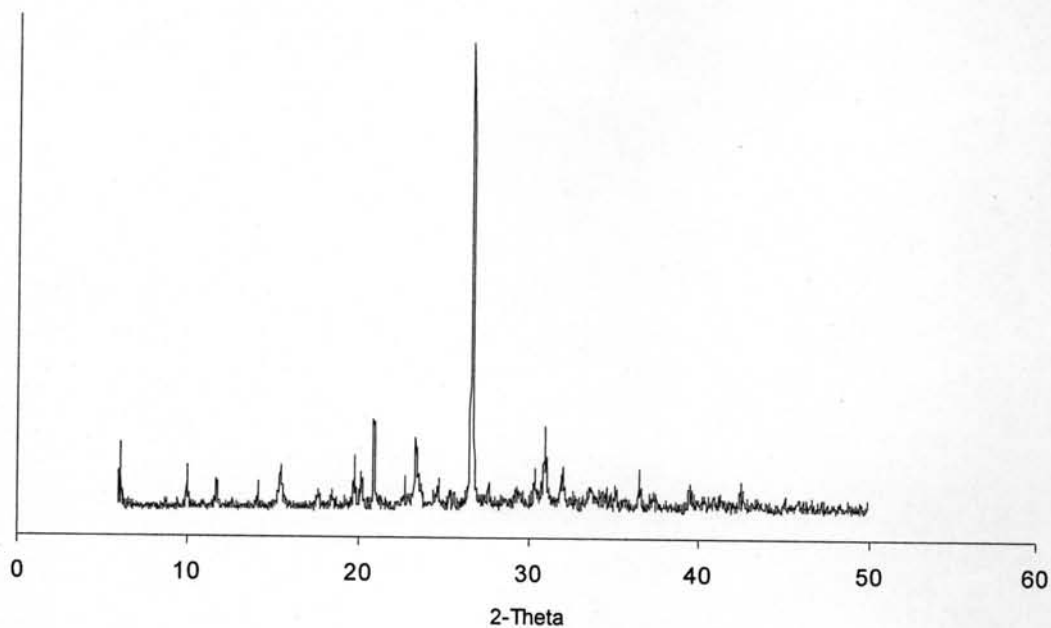
รูป 28 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 4



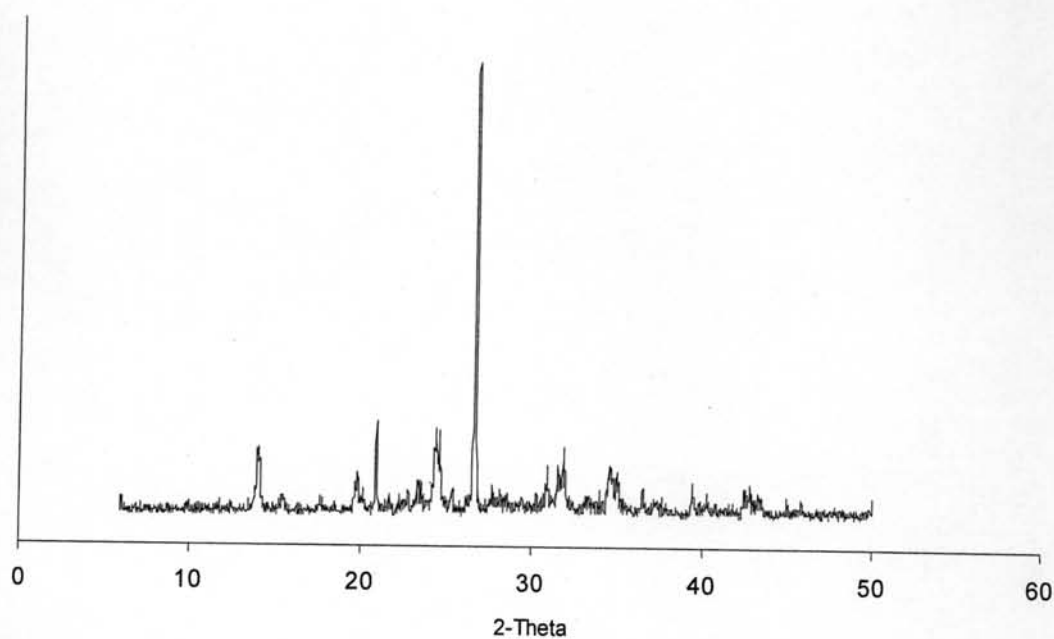
รูป 29 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 8



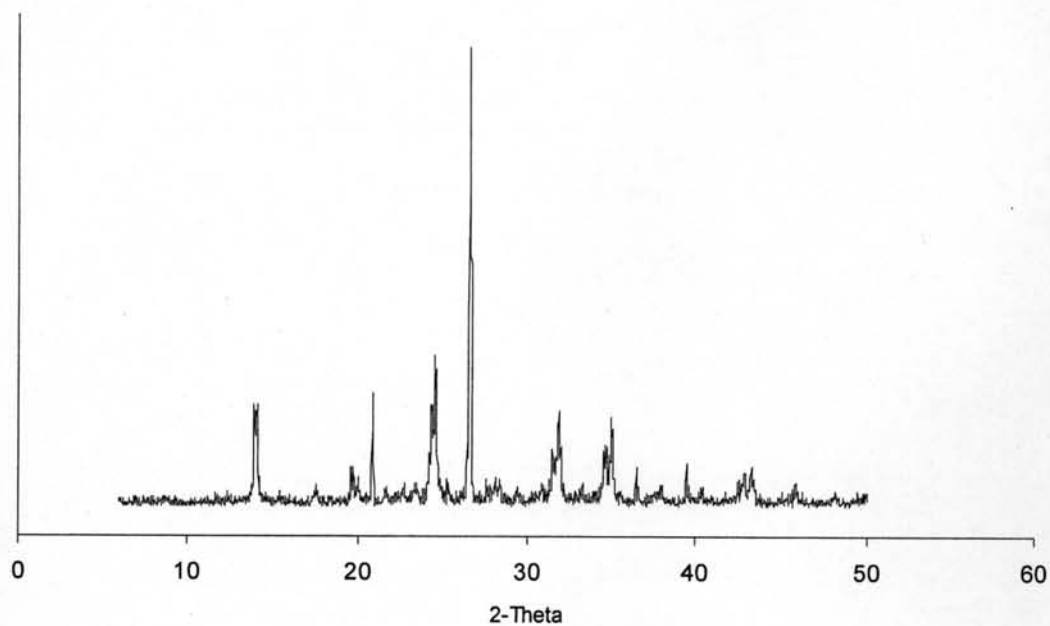
รูป 30 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 12



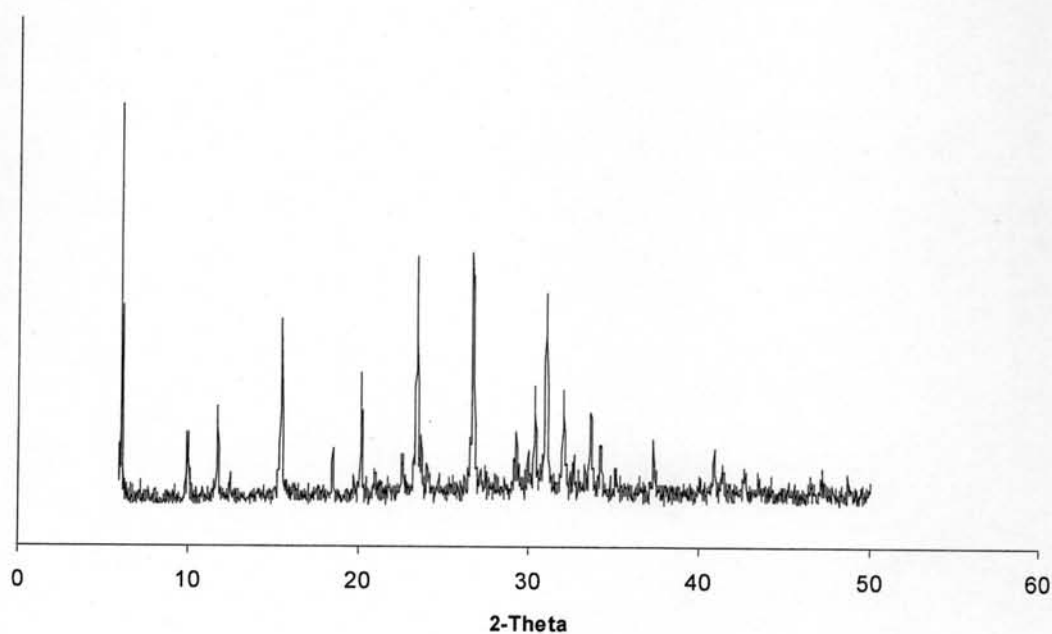
รูป 31 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 16



รูป 32 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 20



รูป 33 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 2.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 24



รูป 34 รูปแบบเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันของซีโอไลต์ Na-X ทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิไฮโดรเทอร์มัล 90 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง อัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 3.0 และอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่ออะลูมินาเท่ากับ 12

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมนธวัล บุญส่งประเสริฐ เกิดวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2527 ที่จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีวิศวกรรม ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2549