สุดาพร ตังควนิช : การสังเคราะห์ซีโอไลต์จากเพอร์ไลต์และการศึกษาสมบัติการแลกเปลี่ยนไอออนของซีโอไลต์ (SYNTHESIS OF ZEOLITES FROM PERLITE AND STUDY OF THEIR ION EXCHANGE PROPERTIES) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลวดี รังษีวัฒนานนท์, 188 หน้า. ISBN 974-533-343-3

งานนี้เป็นการศึกษาการสังเคราะห์ซีโอไลต์จากเพอร์ไลต์ซึ่งใช้เป็นแหล่งของซิลิกาและอะลูมินาที่นำมาจากจังหวัดลพบุรี และศึกษาจลนพลศาสตร์ในการเกิดผลึกของอะนอลซีม (analcime) นอกจากนี้ยังได้ศึกษาสมบัติการแพร่และการแลกเปลี่ยนไอออนของทองแดง นิกเกิล ตะกั่วและสังกะสีในอะนอลซีมที่สังเคราะห์ได้

การสังเคราะห์ซีโอไลต์เพื่อหาการเกิดผลึกใช้การแปรค่าความเข้มข้นของด่าง อุณหภูมิ ความดันและสัดส่วนของสารตั้งต้น การศึกษาพบว่าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสและความดันบรรยากาศผลิตภัณฑ์ที่ได้คือคือซีโอไลต์โซเดียมพีวัน (zeolite Na-P1) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสและความดัน 20-50 psi ซีโอไลต์ที่เกิดขึ้นคืออะนอลซีม (analcime) เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 3 โมลาร์ และอัตราส่วนของของแข็งต่อของเหลว 1:5 ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเพอร์ไลต์เปลี่ยนไปเป็นผลึกอะนอลซีมเพียงอย่างเดียว เมื่อใช้อัตราส่วนของของแข็งต่อของเหลวเท่ากับ 1:20 ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือแคนคริไนต์ (cancrinite) เนื่องจากอะนอลซีมเป็นซีโอไลต์ที่เกิดดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่ศึกษา จึงใช้ศึกษาจลนพลศาสตร์ในการเกิดผลึก สมบัติการแพร่และการแลกเปลี่ยนไอออน

การศึกษาจลนพลศาสตร์ในการเกิดผลึกของอะนอลซีมพบว่าค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) จากสมการอาร์เรเนียส (Arrhenius) มีค่าเท่ากับ 11.2 กิโลแคลอรีต่อโมล ซึ่งสอดคล้องกับการสูญเสียน้ำของไอออนของซิลิเกต (silicate) และอะลูมิเนต (aluminate) ค่าเอ็กซ์โพเนนต์ของอัฟรามี (Avrami, n) มีค่าอยู่ในช่วง 3.4 ถึง 6.4 สะท้อนให้เห็นว่าการเกิดผลึกจากอสัณฐานเกิดในขั้นการเร่งปฏิกิริยาเอง (autocatalytic) ของกระบวนการเกิดผลึก

จากการแพร่ของไอออนบวกของทองแดง นิกเกิล ตะกั่วและสังกะสี เข้าสู่โซเดียมอะนอลซีมที่อุณหภูมิช่วง 25-60 องศาเซลเซียส สามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของการแพร่โดยใช้สมการ BBK (Barrer, Barri and Klinowski) ผลการคำนวณทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้แก่ พลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) เอนโทรปี (ΔS^*) และพลังงานอิสระ (ΔG^*) ชี้ว่าตำแหน่งในช่องว่างภายในโครงสร้างของอะนอลซีมเกี่ยวข้องกับกระบวนการแพร่

จากการแลกเปลี่ยนไอออนของทองแดง นิเกิล ตะกั่วและสังกะสี ในโซเดียมอะนอลซีม ทำที่อุณหภูมิ 25-60 องศาเซลเซียส พบว่าลำดับในการเลือกเข้าไปของไอออนในอะนอลซีมคือ ตะกั่ว > ทองแดง > สังกะสี > นิกเกิล ซึ่งบ่งชี้ได้โดยค่าพลังงานอิสระมาตรฐาน (ΔG^o) ผลการศึกษาแสดง

ให้เห็นว่าค่าเอนทัลปีของการเกิดไฮเดรต (enthalpy of hydration, ΔH_{hyd}) เป็นตัวกำหนดการเลือกไอออนของซีโอไลต์ ค่าเอนโทรปีมาตรฐาน (ΔS^{o}) สัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่เปลี่ยนไปในซีโอไลต์ และกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนเป็นกระบวนการดูดความร้อน

สาขาวิชาเคมี ลายมือชื่อนักศึกษา……...……..……..……..

ปีการศึกษา 2547 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา…..…….

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม…….……..……..

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม…….……..

SUDAPORN TANGKAWANIT : SYNTHESIS OF ZEOLITES FROM PERLITE AND STUDY OF THEIR ION EXCHANGE PROPERTIES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. KUNWADEE RANGSRIWATANANON, Ph.D. 188 PP. ISBN 974-533-343-3

This work was an intensive study on zeolite synthesis from perlite, an economic silica/alumina source in Lopburi, and crystallization kinetics of synthetic analcime. In addition, diffusion and ion exchange properties of analcime with Cu^{2+}, Ni^{2+}, Pb^{2+} and Zn^{2+} were studied.

The zeolite syntheses were carried out to determine zeolite crystallization under various conditions including concentrations of alkalinity, temperatures, pressures and ratios of the reactants. At 100 ^{o}C and 20 psi the product was zeolite Na-P1. At 100-140 ^{o}C and 20-50 psi the major product obtained was analcime. Under the influence of 3 M NaOH and 1:5 solid/liquid ratio at 140 ^{o}C for 24 hrs, perlite was mainly converted to analcime. When the solid/liquid ratio was changed to 1:20. cancrinite was formed. As the major product of this study, analcime was used for studying the crystallization kinetics, exchange diffusion and ion exchange properties.

The activation energy of analcime crystallization determined by kinetic study was 11.2 kcal mol^{-1} corresponding to the dehydration of the silicate and aluminate ions in solution. The Avrami exponent (n) ranged from 3.4 to 6.4 indicating crystallization of the amorphous phase took place in the autocatalytic stage of the crystallization process.

The diffusion exchange of Cu^{2+}, Ni^{2+}, $Pb^{2+}$and Zn^{2+} with Na^{+} in the synthetic analcime was investigated in the temperature range 25-60 ^{o}C. The diffusion coefficients (D) were calculated from the BBK (Barrer, Barri and Klinowski)

equation. Thermodynamic results indicating activation energy (E_a), entropy (ΔS^*) and free energy (ΔG^*) showed that all the channel sites were involved in the diffusion processes.

Finally the ion exchange of Cu^{2+}, Ni^{2+}, Pb^{2+} and Zn^{2+} with Na^+ in the synthetic analcime was studied at 25-60 ^oC. The selectivity sequence for those ions entering analcime, indicated by the values of free energy (ΔG^o) was $Pb^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Ni^{2+}$. The results also indicated that the selectivity could be determined by enthalpy of hydration of cation. Standard entropy (ΔS^o) values were related to changes in water content and the exchange processes were endothermic.

School of Chemistry
Academic Year 2004

Student's Signature……..…..
Advisor's Signature……..….
Co-advisor's Signature……...
Co-advisor's Signature……...