

จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาของแคลเซียมออกไซด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์
โดยตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็ก(III)ออกไซด์

นางสาววรรณวรงค์ แก้วเนียม



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเคมีเทคนิค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-169-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17151120

KINETICS OF REACTION OF CALCIUM OXIDE AND SULPHUR DIOXIDE
BY IRON(III)OXIDE CATALYST



Miss Vannavarang Kaeonime

สถาบันวิทยบริการ

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

for the Degree of Master of Science

Department of Chemical Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974-635-169-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาของแคลเซียมออกไซด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์โดยตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็ก(III)ออกไซด์
โดย นางสาววรรณวรางค์ แก้วเนียม
ภาควิชา เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธราพงษ์ วิจิตตานันต์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร. สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

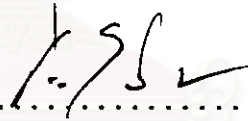


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ภัทรพรหม ประศาสน์สารกิจ)



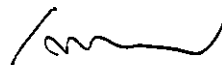
..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธราพงษ์ วิจิตตานันต์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์)



..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ)



..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลอสรวง เมฆสุด)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

บรรณารักษ์ แก้วเนียม : จดทะเบียนของปฏิริยาของแคลเซียมออกไซด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยตัวเร่งปฏิริยาเหล็ก(III)ออกไซด์ (KINETICS OF REACTION OF CALCIUM OXIDE AND SULPHUR DIOXIDE BY IRON(III)OXIDE CATALYST) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ชราพงษ์ วิจิตสานต์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร. สมเกียรติ งามประเสริฐฤทธิ์, 85 หน้า, ISBN 974-635-169-9.

ศึกษาจลนศาสตร์ของปฏิริยาของแคลเซียมออกไซด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยตัวเร่งปฏิริยาเหล็ก(III)ออกไซด์ ทดลองในเครื่องปฏิกรณ์แบบบรรจุ แบบเบดนิ่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 cm. สูง 30 cm. ภายในบรรจุสารผสมระหว่างแคลเซียมออกไซด์และเหล็ก(III)ออกไซด์ มีขนาดอนุภาคระหว่าง 75 - 150 μm โดยในงานวิจัยจะทำการศึกษาหาปริมาณของเหล็ก(III)ออกไซด์ที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้เป็นตัวเร่งปฏิริยา และศึกษาผลของอัตราการไหลต่ออัตราการเกิดปฏิริยา พบว่าปริมาณที่ดีที่สุดคือ 8% Fe_2O_3 และผลของอัตราการไหลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี พบว่าอัตราการเกิดปฏิริยาจะลดต่ำลงเมื่อเพิ่มอัตราการไหล เพราะเวลาที่อาศัยอยู่ในเบดของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลง

ศึกษาจลนศาสตร์ของปฏิริยา ใช้สารผสม 8% Fe_2O_3 จำนวน 200 มิลลิกรัม อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง 400 - 550 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของแก๊ส SO_2 ช่วง 2000 - 5000 ppm. เพื่อหาสมการอัตราเร็วของปฏิริยา จากผลการทดลองและการคำนวณ พบว่าปฏิริยาดังกล่าวมีอันดับของปฏิริยาเท่ากับ 0.84 เมื่อเทียบกับความเข้มข้นเริ่มต้นของแก๊ส SO_2 สามารถหาสมการอัตราเร็วของปฏิริยาได้ดังนี้ คือ

$$-r_{(\text{SO}_2)_0} = 9.49 \times 10^{-4} \cdot e^{-763.5/T} \cdot [\text{C}_{\text{SO}_2}]_0^{0.84}$$

$$k = 9.49 \times 10^{-4} \cdot e^{-763.5/T}$$

และพบว่าไม่มีผลกระทบจากความต้านทานเนื่องจากการแพร่ผ่านชั้นแก๊สฟิล์มและความต้านทานภายในรูพรุน

ภาควิชาเคมีเทคนิค.....
สาขาวิชาเคมีเทคนิค.....
ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อผู้ติดต่อ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

** C725995 : MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY

KEY WORD: KINETICS / SULPHATING / CALCIUM OXIDE/ IRON(III)OXIDE /
CATALYTIC REACTION

VANNAVARANG KAEONIME : KINETICS OF REACTION OF CALCIUM
OXIDE AND SULPHUR DIOXIDE BY IRON(III)OXIDE CATALYST. THESIS
ADVISOR : ASSIST. PROF.THARAPONG VITIDSANT, Doctorat de l'INT.
SOMKIAT NGAMPRASERTSITH, Doctorat de l'INT.85 pp. ISBN 974-635-169-9.

The kinetics of reaction of calcium oxide and sulphur dioxide by iron(III)oxide catalyst was investigated in a packed bed reactor. The reactor vessel, 2.5 cm. in diameter and 30 cm. height, was loaded by mixture of calcium oxide and iron(III)oxide with specific diameter 75-150 μm .

For the reaction of calcium oxide and sulphur dioxide by iron(III)oxide catalyst, the optimum amount of iron(III)oxide catalyst was obtained. The effect of flow rate on the rate of reaction was studied. The optimum amount of iron(III)oxide catalyst is 8%Fe₂O₃. The rate of reaction decreased with increasing flow rate because of the decrease of the resident time.

The kinetics of the reaction was also studied, 8%Fe₂O₃, 200 mg mixture of calcium oxide and iron(III)oxide, experimental temperature of 400-500 °C and concentration of SO₂ 2000-5000 ppm. The rate equation was determined. It is found that the order of reaction is 0.84 with respect to initial concentration of SO₂. The rate equation is expressed as follows:

$$-r_{(SO_2)_0} = 9.49 \times 10^{-4} \cdot e^{-763.5/T} \cdot [C_{SO_2}]_0^{0.84}$$

$$k = 9.49 \times 10^{-4} \cdot e^{-763.5/T}$$

It is also found that the gas film resistance and pore resistance does not effect on the rate of reaction.

ภาควิชา.....เคมีเทคนิค.....

สาขาวิชา.....เคมีเทคนิค.....

ปีการศึกษา.....2539.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธารพงษ์ วิจิตรสานต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. สมเกียรติ งามประเสริฐฤทธิ์ ที่ช่วยให้คำปรึกษาและแนะนำในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณสังข์ ชมชื่น ที่ช่วยสร้างและซ่อมเครื่องมือในงานวิจัยครั้งนี้จนสามารถดำเนินการวิจัยได้ครบถ้วนตลอด ตลอดจนเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมีเทคนิคทุกท่านที่กรุณาให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือและห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในภาควิชาเคมีเทคนิคและผู้อยู่เบื้องหลังทุกท่านที่เป็นกำลังใจสนับสนุน ช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

เนื่องจากทุนในการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย และทุนของศาสตราจารย์ ดร. ประสม สถาปิตานนท์ จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และน้องที่เป็นกำลังใจร่วมทั้งสนับสนุนการวิจัยมาโดยตลอด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตารางประกอบ.....	ฉ
สารบัญรูปประกอบ.....	ฉ
สัญลักษณ์.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 วารสารปริทัศน์.....	3
แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	3
การกำจัดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	5
ปฏิกิริยาในการกำจัดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	6
กลไกการเกิดปฏิกิริยา.....	7
ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปฏิกิริยาเคมี.....	9
ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี.....	11
จลนพลศาสตร์เคมี.....	12
การวิเคราะห์ทางจลนพลศาสตร์.....	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	22
อุปกรณ์การทดลอง.....	22
1. เครื่องปฏิกรณ์.....	24
2. ชุดควบคุมอุณหภูมิ.....	26
3. เครื่องวัดและควบคุมอัตราการป้อนแก๊สเข้าเครื่องปฏิกรณ์.....	28
4. อุปกรณ์ชุดตัวอย่างแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และวิเคราะห์ความเข้มข้นแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	29
สารตั้งต้นและสารเคมีที่ใช้.....	30

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ตัวแปรที่ศึกษา.....	31
การดำเนินงาน.....	31
ขั้นตอนการทดลอง.....	31
4. ผลการทดลอง.....	33
การวิเคราะห์องค์ประกอบของแคลเซียมออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	33
การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแคลเซียมออกไซด์และเหล็ก(III)ออกไซด์ และผลของอัตราการไหลที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา.....	35
การหาสมการอัตราเร็ว.....	41
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	63
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	67
เอกสารอ้างอิง.....	71
ภาคผนวก.....	74
ประวัติผู้เขียน.....	85

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงค่าคงที่ทางกายภาพของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	4
2.2 ระดับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่สิ่งมีชีวิตสามารถรับได้.....	5
4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบออกไซด์ของ CaOและFe ₂ O ₃	33
4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของ CaOและFe ₂ O ₃	34
4.3 เศษส่วนการเปลี่ยนของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาไปกับ เวลาที่อัตราส่วนต่างๆของแคลเซียมออกไซด์และเหล็ก(III)ออกไซด์.....	35
4.4 เศษส่วนการเปลี่ยนของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาไป กับเวลาที่อัตราการไหลของแก๊สต่างๆ.....	40
4.5 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ A.....	42
4.6 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ B.....	43
4.7 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ C.....	43
4.8 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ D.....	44
4.9 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ E.....	44
4.10 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ F.....	45
4.11 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ G.....	45
4.12 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ H.....	46
4.13 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ 1.....	46

สารบัญตารางประกอบ(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ J.....	47
4.15 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ K.....	47
4.16 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ L.....	48
4.17 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ M.....	48
4.18 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ N.....	49
4.19 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ O.....	49
4.20 ผลการทดลองแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซับ ที่เวลาใด ๆ จากการทดลองที่ P.....	50
4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเริ่มต้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์(โมล/ลิตร) กับเศษส่วนการเปลี่ยนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	63
5.1 เปรียบเทียบอัตราการทำปฏิกิริยาของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ได้จาก การทดลองและที่ได้จากวิธี multiple linear regression.....	65
6.1 สมการอัตราเร็วของปฏิกิริยาและค่าพลังงานกระตุ้นของงานวิจัยต่างๆ.....	70

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1	ลักษณะการเข้าทำปฏิกิริยาของแก๊สซัลเฟอร์กับปูนขาว(CaO).....10
2.2	การทำงานของตัวเร่งปฏิกิริยา.....12
2.3	ขั้นตอนการทดสอบสมการอัตราเร็วโดยวิธีอินทิกรัล.....15
2.4	ขั้นตอนการทดสอบสมการอัตราเร็วโดยวิธีดิฟเฟอเรนเชียล.....16
3.1	อุปกรณ์ที่ใช้หาจลนพลศาสตร์เบื้องต้นของปฏิกิริยาของแคลเซียมออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็ก(III)ออกไซด์.....23
3.2	เครื่องปฏิกรณ์เบดบรรจุแบบเบดนิ่ง.....24
3.3	ส่วนประกอบของเครื่องปฏิกรณ์.....25
3.4	ชุดควบคุมอุณหภูมิ.....26
3.5	เครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ.....27
3.6	หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ.....27
3.7	เรกูเลเตอร์.....28
3.8	โรตารีเตอร์.....29
3.9	หลอดแก้วซัดตัวอย่าง(impinger).....30
3.10	ชุดอุปกรณ์ซัดตัวอย่างแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....30
4.1(ก)	เปรียบเทียบเศษส่วนการเปลี่ยนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ทำ ปฏิกิริยากับเวลาที่แต่ละอัตราส่วนของแคลเซียมออกไซด์และ เหล็ก(III)ออกไซด์.....36
4.1(ข)	เปรียบเทียบเศษส่วนการเปลี่ยนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ทำ ปฏิกิริยากับเวลาที่ 2,4,6,7 และ 8%Fe ₂ O ₃37
4.1(ค)	เปรียบเทียบเศษส่วนการเปลี่ยนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ทำ ปฏิกิริยากับเวลาที่ 8,9 และ 10%Fe ₂ O ₃38
4.2	เศษส่วนการเปลี่ยนของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ทำปฏิกิริยา ไปกับเวลาที่อัตราการไหลของแก๊สต่างๆ.....40
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง A.....51

สารบัญรูปประกอบ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง B.....	51
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง C.....	52
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง D.....	52
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง E.....	53
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง F.....	53
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง G.....	54
4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง H.....	54
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง I.....	55
4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง J.....	55
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลองK.....	56
4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง L.....	56
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง M.....	57
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง N.....	57

สารบัญรูปประกอบ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง O.....	58
4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับเวลา ของการทดลอง P.....	58
4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเริ่มต้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์(โมล/ลิตร) กับเศษส่วนการเปลี่ยนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	61
5.1 เปรียบเทียบอัตราการทำปฏิกิริยาของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ได้จาก การทดลองและที่ได้จากวิธี multiple linear regression.....	65

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์

a	อันดับปฏิกิริยา a
b	อันดับปฏิกิริยา b
[A]	ความเข้มข้นของสาร A
[B]	ความเข้มข้นของสาร B
C_A	ความเข้มข้นของสาร A
C_{A0}	ความเข้มข้นเริ่มต้นของสาร A
C_{B0}	ความเข้มข้นเริ่มต้นของสาร B
E_a	พลังงานกระตุ้น
k	ค่าคงที่อัตราเร็ว
k_0	ค่าแฟกเตอร์ความถี่
m	อันดับปฏิกิริยา m
n	อันดับปฏิกิริยา n
$-r_A$	อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร A
R	ค่าคงที่ของแก๊ส
t	เวลา
T	อุณหภูมิ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย