

สารบัญ

สารบัญรูป	xiii
สารบัญตาราง	xx
สัญลักษณ์	xxiii
1 การดูดซับ	1
1.1 ประเภทของการดูดซับ	3
1.1.1 การดูดซับแบบกายภาพ	4
1.1.2 การดูดซับแบบเคมี	5
1.2 ความร้อนของการดูดซับ	5
1.3 หน่วยดูดซับในกระบวนการผลิต	8
1.3.1 หน่วยแยกสารเจือปน	8
1.3.2 หน่วยแยกของผสมเอกพันธ์	10
1.4 แบบฝึกหัด	12
เอกสารอ้างอิง	14
2 ตัวดูดซับ	17
2.1 ตัวดูดซับพาณิชย์	21
2.2 ผลึกดูดความชื้น	23
2.2.1 ผลึกซิลิกาดูดความชื้น	25

2.2.2	ผลึกอะลูมินาดูดความชื้น	28
2.3	ผลึกตัดโมเลกุล	32
2.4	ถ่านดูดซับ	38
2.5	แบบฝึกหัด	44
	เอกสารอ้างอิง	46
3	สมดุลดูดซับ	51
3.1	แบบจำลองสมดุลดูดซับสารชนิดเดียว	54
3.1.1	แบบจำลองสมดุลดูดซับของเฮนรี	54
3.1.2	แบบจำลองสมดุลดูดซับของแลงมัวร์	59
3.1.3	แบบจำลองสมดุลดูดซับของบีอีที	66
3.1.4	แบบจำลองสมดุลดูดซับของฟรุนดลิช	68
3.1.5	แบบจำลองสมดุลดูดซับของชิปส์	72
3.1.6	แบบจำลองสมดุลดูดซับของโกเบลคอร์ริแกน	73
3.1.7	แบบจำลองสมดุลดูดซับของทอธ '	74
3.2	แบบจำลองสมดุลดูดซับของเหลว	75
3.2.1	แบบจำลองสมดุลดูดซับของเหลวของเฮนรี	76
3.2.2	แบบจำลองสมดุลดูดซับของเหลวของแลงมัวร์	77
3.2.3	แบบจำลองสมดุลดูดซับของเหลวของฟรุนดลิช	78
3.3	การทดสอบสมดุลดูดซับ	79
3.3.1	การวัดมวลสมดุลของสารถูกดูดซับ	80
3.3.2	การวัดปริมาณสมดุลดูดซับคงเหลือ	82
3.3.3	การวัดปริมาณสมดุลดูดซับจำเพาะแบบไหลผ่าน	84
3.3.4	การทดสอบค่าคงที่สมดุลดูดซับ	87
3.4	แบบฝึกหัด	90
	เอกสารอ้างอิง	95

4	จลนพลศาสตร์ดัดขึ้น	99
4.1	การแพร่ผ่านชั้นรอบตัวดัดขึ้น	99
4.1.1	การแพร่ผ่านชั้นรอบตัวดัดขึ้นทรงกลม	100
4.1.2	การแพร่ผ่านชั้นรอบตัวดัดขึ้นทรงกระบอก	102
4.2	การแพร่ในโพรงของตัวดัดขึ้น	105
4.2.1	การแพร่ในโพรงของตัวดัดขึ้นทรงกลม	106
4.2.2	การแพร่ในโพรงของตัวดัดขึ้นทรงกระบอก	107
4.3	สัมประสิทธิ์การดัดขึ้นของหน่วยดัดขึ้น	109
4.4	การเคลื่อนที่ของสารถูกดัดขึ้นผ่านชั้นตัวดัดขึ้น	113
4.5	แบบฝึกหัด	123
	เอกสารอ้างอิง	126
5	การออกแบบหน่วยดัดขึ้น	127
5.1	หน่วยดัดขึ้นชนิดฝังตัวดัดขึ้น	127
5.1.1	หน่วยดัดขึ้นชนิดถังเดี่ยว	128
5.1.2	หน่วยดัดขึ้นชนิดถังชุดแบบไหลขวาง	131
5.1.3	หน่วยดัดขึ้นชนิดถังชุดแบบไหลสวนทาง	136
5.2	หน่วยดัดขึ้นชนิดเม็ดตัวดัดขึ้น	141
5.3	แบบฝึกหัด	145
	เอกสารอ้างอิง	148
6	กระบวนการโครมาโทกราฟี	149
6.1	หน่วยย่อยของกระบวนการโครมาโทกราฟี	149
6.2	วัฏจักรการผลิต	150
6.3	วัฏจักรการเติมของผลม	153
6.4	แบบฝึกหัด	158
	เอกสารอ้างอิง	161

7 กระบวนการสลักความดัน	163
7.1 กระบวนการผลิตอากาศแห้ง	165
7.2 กระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนบริสุทธิ์	167
7.3 กระบวนการแยกอากาศ	176
7.4 การออกแบบวัฏจักรความดัน	184
7.4.1 การเคลื่อนที่ ณ ความดันสูงคงที่	190
7.4.2 การเคลื่อนที่ ณ ความดันต่ำคงที่	194
7.4.3 การเคลื่อนที่เมื่อลดความดันออกทางผลิตภัณฑ์	198
7.4.4 การเคลื่อนที่เมื่อลดความดันออกทางสารเจือปน	203
7.4.5 การเคลื่อนที่เมื่อเพิ่มความดันด้วยก๊าซผลิตภัณฑ์	208
7.4.6 การเคลื่อนที่เมื่อเพิ่มความดันด้วยก๊าซผสม	212
7.5 แบบฝึกหัด	217
เอกสารอ้างอิง	222
บรรณานุกรม	223

สารบัญรูป

1.1	โครงสร้างโมเลกุลของไอโซเมอร์สารประกอบไฮลีน (C_8H_{10}) ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ สารประกอบออร์โทไฮลีน สารประกอบเมทาไฮลีน สารประกอบพาราไฮลีน และสารประกอบเอทิลเบนซีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารประกอบไฮลีนผสม	11
2.1	ความหนาแน่นประเภทต่าง ๆ ของระบบดูดซับ ช่องว่างในเม็ดตัวดูดซับและระหว่างเม็ดตัวดูดซับ	19
2.2	ลักษณะและจำนวนหมู่ไฮดรอกไซด์ของผลึกซิลิกาดูดความชื้น (บน) และผลึกอะลูมินาดูดความชื้น (ล่าง)	24
2.3	ลักษณะการเชื่อมต่อสายโซ่โมเลกุลกรดซิลิซิกต่าง ๆ เข้าด้วยกันแบบสุ่มจนเกิดเป็นผลึกซิลิกาดูดความชื้น โดยอะตอมซิลิคอนบางส่วนของผลึกเท่านั้นมีหมู่ไฮดรอกไซด์ 1 หมู่ 2 หมู่ หรือ 3 หมู่ (แทนด้วยเส้นปลายเปิด)	27
2.4	ลักษณะการเชื่อมต่อโมเลกุลของสารประกอบอะลูมิเนียมไตรไฮดรอกไซด์หรือสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์มอนอไฮดรอกไซด์ในผลึกอะลูมินาดูดความชื้นที่มีหมู่ไฮดรอกไซด์ (เส้นปลายเปิด) เหลืออยู่	30
2.5	ลักษณะของหน่วยประกอบผลึกทุติยภูมิ (Secondary Building Block, SBB) ทั้ง 7 หน่วย ที่ประกอบขึ้นเป็นผลึกตัดโมเลกุลชนิดต่าง ๆ	35
2.6	หมู่ของสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวของโพรงในด้านดูดซับในชั้นตอนสร้างโพรง	42

- 3.1 ภาพจำลองวัฏภาคดูดซับ (adsorbed phase) ที่เกิดขึ้นบนผิวของตัวดูดซับ
เท่านั้น เมื่อดูดซับสารถูกดูดซับเป็นก๊าซหรือไอ 52
- 3.2 สมดุลดูดซับไอแอซีโตน ($\text{H}_3\text{C}-[\text{C}=\text{O}]-\text{CH}_3$) ของถ่านดูดซับพาณิชย์ต่าง ๆ
ณ อุณหภูมิ 433 องศาเซลวิน 55
- 3.3 ปริมาณสมดุลดูดซับไอแอซีโตนจำเพาะของถ่านดูดซับพาณิชย์ YAO-12/30
ณ อุณหภูมิ 383-463 องศาเซลวิน 56
- 3.4 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าคงที่สมดุลดูดซับไอแอซีโตนของถ่านดูดซับ
ชนิด YAO-12/30 และถ่านดูดซับชนิด LP-814 กับส่วนกลับอุณหภูมิของ
ระบบดูดซับไอแอซีโตน 58
- 3.5 อิทธิพลของอุณหภูมิระบบดูดซับก๊าซโพรเพนต่อเส้นโค้งสมดุลดูดซับก๊าซ
โพรเพนของผลึกตัดโมเลกุลชนิด NaA 65
- 3.6 อิทธิพลของอุณหภูมิระบบดูดซับก๊าซโพรเพนต่อปริมาณสมดุลดูดซับก๊าซ
โพรเพนจำเพาะสูงสุด (q_{mx}) ค่าคงที่สมดุลดูดซับของแลงมัวร์ (K_L) และ
ผลคูณของค่าทั้งสอง ($q_{mx}K_L$) 66
- 3.7 อิทธิพลของอุณหภูมิระบบดูดซับก๊าซโพรเพนด้วยผลึกตัดโมเลกุลชนิด NaA
ต่อลักษณะเส้นโค้งสมดุลของแบบจำลองสมดุลดูดซับของฟรุนดลิช 70
- 3.8 อิทธิพลของอุณหภูมิระบบดูดซับก๊าซโพรเพนด้วยผลึกตัดโมเลกุลชนิด NaA
ต่อค่าดัชนีที่ก้ำกึ่ง (n) และค่าคงที่สมดุลดูดซับของแบบจำลองสมดุลดูดซับ
ของฟรุนดลิช (K_F) 71
- 3.9 ภาพจำลองระบบทดสอบปริมาณสมดุลดูดซับสารถูกดูดซับจำเพาะของตัวดูด
ซับทดสอบด้วยวิธีวัดมวลสมดุลของสารถูกดูดซับที่สะสมบนผิวของตัวดูด
ซับทดสอบโดยตรง 80
- 3.10 ภาพจำลองระบบทดสอบปริมาณสมดุลดูดซับสารถูกดูดซับจำเพาะของตัวดูด
ซับทดสอบด้วยวิธีวัดปริมาณสมดุลดูดซับคงเหลือของสารถูกดูดซับ 82
- 3.11 ภาพจำลองระบบทดสอบปริมาณสมดุลดูดซับสารถูกดูดซับจำเพาะของตัวดูด
ซับทดสอบแบบไหลผ่านชั้นตัวดูดซับทดสอบ 85

3.12	ภาพจำลองระบบทดสอบปริมาณสมมูลดูดซับสารถูกดูดซับจำเพาะของตัวดูดซับทดสอบด้วยวิธีทดสอบค่าคงที่สมมูลดูดซับ	88
4.1	ภาพจำลองการแพร่ของสารถูกดูดซับผ่านชั้นของไหลรอบตัวดูดซับไปสู่ผิวนอกของตัวดูดซับชนิดทรงกลม	100
4.2	ภาพจำลองการแพร่ของสารถูกดูดซับผ่านชั้นของไหลรอบตัวดูดซับไปสู่ผิวนอกของตัวดูดซับชนิดทรงกระบอก	102
4.3	ความสัมพันธ์ของสัดส่วนพื้นผิวด้านข้างของตัวดูดซับทรงกระบอกต่อพื้นผิวนอกทั้งหมดกับอัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวดูดซับทรงกระบอก	104
4.4	ภาพตัดแสดงทิศทางการแพร่ในโพรงของตัวดูดซับทรงกลมซึ่งเกิดขึ้นในแนวรัศมีของตัวดูดซับเท่านั้น	106
4.5	ภาพตัดแสดงทิศทางการแพร่ในโพรงของตัวดูดซับทรงกระบอกซึ่งเกิดขึ้นทั้งในแนวรัศมีและในแนวแกนของตัวดูดซับพร้อมกัน	108
4.6	แผนภาพจำลองกลไกการดูดซับก๊าซประกอบด้วยการแพร่ผ่านชั้นก๊าซหุดยุติ การแพร่ในโพรงของตัวดูดซับ และการดูดซับบนผิวในโพรงของตัวดูดซับตามลำดับ	110
4.7	การแบ่งเขตของชั้นตัวดูดซับของหน่วยดูดซับออกเป็น 3 เขต ประกอบด้วยเขตสมมูล เขตดูดซับ และเขตสำรอง ตามลำดับ ในขณะที่หน่วยดูดซับกำลังแยกสารเจือปนออกจากผลิตภัณฑ์	115
4.8	ชนิดของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะต่อหน่วยความเข้มข้นสมมูลของระบบสมมูลดูดซับ	118
4.9	ลักษณะการเคลื่อนที่ของสารถูกดูดซับในเขตดูดซับในชั้นตอนดูดซับ (บน) และในชั้นตอนปรับสภาพตัวดูดซับ (ล่าง) ตามลำดับ เมื่อสมมูลดูดซับเป็นเส้นโค้งว่า	119

- 4.10 ลักษณะการเคลื่อนที่ของสารถูกดูดซับในเขตดูดซับในชั้นตอนดูดซับ (บน) และในชั้นตอนปรับสภาพตัวดูดซับ (ล่าง) ตามลำดับ เมื่อสมดุลดูดซับเป็นเส้นโค้งหงาย 120
- 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายความเข้มข้นของสารถูกดูดซับในเขตดูดซับกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารถูกดูดซับที่เริ่มเคลื่อนที่ออกจากชั้นตัวดูดซับจนหน่วยดูดซับนั้นไม่สามารถแยกสารถูกดูดซับจากของผสมได้อีก 122
- 5.1 หน่วยดูดซับชนิดกึ่งเตี้ยก่อนผสมกับของเหลวที่มีสารเจือปนและหลังผสมกับของเหลวผสม (บน) เมื่อการดูดซับเข้าสู่สมดุลดูดซับแล้ว ความเข้มข้นของสารเจือปนเหลือในของเหลวแปรตามอัตราส่วนปริมาณผงตัวดูดซับและปริมาณของเหลวผสม (ล่าง) 129
- 5.2 การคำนวณออกแบบหน่วยดูดซับชนิดกึ่งเตี้ย 130
- 5.3 หน่วยดูดซับชนิดกึ่งชุดแบบไหลขวางที่มีถังผสมจำนวน 2 ใบ ของเหลวผสมจะผสมกับผงตัวดูดซับในถังผสมใบที่หนึ่งและสอง ตามลำดับ (บน) ความเข้มข้นในของเหลวที่ออกจากหน่วยดูดซับเมื่อปริมาณผงตัวดูดซับในถังทั้งสองใบเท่ากัน (ล่าง) 132
- 5.4 เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารเจือปนในของเหลวที่ออกจากหน่วยดูดซับชนิดกึ่งชุดแบบไหลขวางที่มีถังผสมตัวดูดซับจำนวน 2 ใบ (เส้นประ) และจำนวน 4 ใบ (เส้นทึบ) กับความเข้มข้นที่ออกจากหน่วยดูดซับชนิดกึ่งเตี้ย (เส้นจุด) 134
- 5.5 การคำนวณออกแบบหน่วยดูดซับชนิดกึ่งชุดแบบไหลขวาง 135
- 5.6 หน่วยดูดซับชนิดกึ่งชุดแบบไหลสวนทาง ของเหลวผสมเข้าหน่วยดูดซับที่ถังดูดซับลำดับที่ 1 และออกจากหน่วยดูดซับที่ถังดูดซับลำดับที่ N ในขณะที่ถังผงตัวดูดซับจะเคลื่อนที่สวนทางกับของเหลวผสม โดยที่ถังผงตัวดูดซับใหม่จะแทนที่ถังดูดซับลำดับที่ N 137

- 5.7 ความชันของเส้นตรงผ่านจุดแทนของเหลวผสมกับผงตัวดูดซับในถังดูดซับแต่ละใบ คือ อัตราส่วนปริมาณของเหลวผสมต่อปริมาณผงตัวดูดซับที่บรรจุไว้ในถังดูดซับแต่ละใบ และความเข้มข้นของสารเจือปนที่เหลือจะลดลงเมื่อเพิ่มจำนวนถังดูดซับ โดยคงความชันของเส้นตรง (บน) หรือปรับเพิ่มความชันของเส้นตรง (ล่าง) 139
- 5.8 การคำนวณออกแบบหน่วยดูดซับชนิดถังดูดแบบไหลสวนทาง 140
- 5.9 ผังการไหลของหอดูดซับชนิดเม็ดตัวดูดซับที่ใช้แยกสารเจือปน เมื่อบริเวณดูดซับสารเจือปนขยายออกจนถึงปลายอีกด้านหนึ่งของหอดูดซับ 142
- 6.1 ผังกระบวนการโครมาโทกราฟีสำหรับการแยกผลิตภัณฑ์สองชนิด และภาพจำลองการแยกผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิด ผลิตภัณฑ์ชนิด B ถูกดูดซับได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ชนิด A ณ อุณหภูมิที่ควบคุมไว้ 151
- 6.2 อัตราการเคลื่อนที่ของสารองค์ประกอบที่ถูกดูดซับได้แตกต่างกันในชั้นตัวดูดซับของกระบวนการโครมาโทกราฟี และวัฏจักรการแยกของผสมที่มีสารองค์ประกอบ 2 ชนิด 154
- 6.3 วัฏจักรการแยกของผสมเอกพันธ์ที่มีผลิตภัณฑ์สำคัญอยู่ 4 ชนิด ด้วยกระบวนการโครมาโทกราฟี 156
- 7.1 การปรับสภาพตัวดูดซับด้วยการลดความดันสมดุลของระบบสมดุลดูดซับก๊าซชนิดที่หนึ่ง (บน) และชนิดที่สาม (ล่าง) 164
- 7.2 กระบวนการผลิตอากาศแห้งด้วยการดูดซับแบบสลับความดันซึ่งมีหอดูดซับจำนวน 2 หอ หอดูดซับหอที่หนึ่ง (ซ้าย) กำลังผลิตอากาศแห้งในครั้งวัฏจักรแรก ส่วนหอดูดซับหอที่สอง (ขวา) กำลังปรับสภาพตัวดูดซับเพื่อทำหน้าที่แทนในครั้งวัฏจักรหลัง 166
- 7.3 กระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนบริสุทธิ์ด้วยการดูดซับแบบสลับความดันที่มีหอดูดซับจำนวน 4 หอ (บน) วัฏจักรความดันของหอดูดซับที่หนึ่ง (กลาง) และตารางวัฏจักรความดันของหอดูดซับแต่ละหอของหน่วยดูดซับนี้ (ล่าง) . 169

- 7.4 กระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนบริสุทธิ์ด้วยการดูดซับแบบสลับความดันที่มี
หอดูดซับจำนวน 9 หอ (บน) วัฏจักรความดันของหอดูดซับ (กลาง) และ
ตารางวัฏจักรความดันของหอดูดซับทั้งหมด (ล่าง) 174
- 7.5 สมดุลดูดซับก๊าซไนโตรเจน (N_2) จำเพาะ และสมดุลดูดซับก๊าซออกซิเจน
(O_2) จำเพาะของผลึกคัตโมเลกุลชนิด A ณ อุณหภูมิ 303 องศาเซลวิน
(บน) และผลึกคัตโมเลกุลชนิด X ณ อุณหภูมิ 273 องศาเซลวิน (ล่าง) . . 178
- 7.6 ปริมาณสมดุลดูดซับก๊าซไนโตรเจน (N_2) จำเพาะ และปริมาณสมดุลดูดซับ
ก๊าซออกซิเจน (O_2) จำเพาะ (บน) และอัตราการดูดซับก๊าซไนโตรเจนและ
ก๊าซออกซิเจน (ล่าง) ของถ่านคัตโมเลกุล (Carbon Molecular Sieves,
CMS) ณ อุณหภูมิบรรยากาศ 180
- 7.7 กระบวนการดูดซับแบบสลับความดันต่ำกว่าบรรยากาศที่มีหอดูดซับจำนวน
2 หอ เพื่อผลิตทั้งก๊าซออกซิเจน (O_2) เข้มข้น ณ ความดันบรรยากาศ และ
ผลิตก๊าซไนโตรเจน (N_2) เข้มข้นด้วยเครื่องสูบลมสุญญากาศ 182
- 7.8 ลักษณะการเคลื่อนที่ของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทนทั้งกลุ่มตกค้างในหอ
ดูดซับและกลุ่มเข้าหอดูดซับใหม่ ณ อุณหภูมิ 373 องศาเซลวิน และความ
ดัน 500 กิโลพาสคัล (กลาง) และการกระจายความเข้มข้นสมดุลของก๊าซ
มีเทนตามความสูงในหอดูดซับ (ขวา) 195
- 7.9 ลักษณะการเคลื่อนที่ของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทนที่สะสมในหอดูดซับ
ในคาบความดันต่ำคงที่ ณ อุณหภูมิ 373 องศาเซลวิน และความดัน 110
กิโลพาสคัล (กลาง) และการกระจายความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในหอดูดซับ
ณ เวลาต่าง ๆ (ขวา) 198
- 7.10 ลักษณะการเคลื่อนที่ของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทนที่สะสมในหอดูดซับ
ในคาบลดความดันออกทางด้านก๊าซผลิตภัณฑ์ ณ อุณหภูมิ 373 องศาเซล-
วิน เมื่อลดความดันจาก 500 กิโลพาสคัล เหลือ 250 กิโลพาสคัล (กลาง)
และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในหอดูดซับ ณ เวลาต่าง ๆ
(ขวา) 204

<p>7.11 ลักษณะการเคลื่อนที่ของก๊าซไฮโดรเจน(เส้นบาง) และก๊าซมีเทน(เส้นหนา) ในคาบลดความดันออกทางสารเจือปน (กลาง) เมื่อลดความดันจาก 300 กิโลพาสคัล เหลือ 120 กิโลพาสคัล ณ อุณหภูมิ 373 องศาเซลวิน และการเปลี่ยนความเข้มข้นสมดุลในหลอดซึบ (ขวา)</p>	<p>208</p>
<p>7.12 ลักษณะการเคลื่อนที่ของก๊าซไฮโดรเจน(เส้นบาง) และก๊าซมีเทน(เส้นหนา) ในคาบเพิ่มความดันด้วยก๊าซไฮโดรเจนจาก 200 กิโลพาสคัล เป็น 400 กิโลพาสคัล ณ อุณหภูมิ 373 องศาเซลวิน (กลาง) และการเปลี่ยนความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในหลอดซึบ (ขวา)</p>	<p>212</p>
<p>7.13 ลักษณะการเคลื่อนที่ของก๊าซไฮโดรเจน(เส้นบาง) และก๊าซมีเทน(เส้นหนา) ในคาบเพิ่มความดันจาก 110 กิโลพาสคัล เป็น 440 กิโลพาสคัล ด้วยก๊าซไฮโดรเจนผสม (กลาง) และลักษณะการกระจายความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในหลอดซึบ ณ เวลา 1 นาที 2 นาที และ 3 นาที (ขวา)</p>	<p>216</p>

สารบัญตาราง

1.1	สมบัติกายภาพและสมบัติอุณหพลศาสตร์ของผลึกเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ไร่น้ำและผลึกเกลือแคลเซียมคลอไรด์รวมน้ำชนิดต่าง ๆ	2
2.1	สมบัติกายภาพทั่วไปของตัวดูดซับพาณิชย์ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรม เคมี อุตสาหกรรมปิโตรเคมี และอุตสาหกรรมน้ำมันปิโตรเลียม	18
2.2	สมบัติกายภาพทั่วไปของผลึกซิลิกาดูดความชื้นพาณิชย์ชนิดโพรงเล็ก (หนัก) และชนิดโพรงใหญ่ (เบา)	28
2.3	สมบัติและสภาวะการสังเคราะห์ผลึกอะลูมินาดูดความชื้นชนิดต่าง ๆ จำแนก ตามชนิดของสารประกอบอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์เริ่มต้น	31
2.4	สมบัติกายภาพทั่วไปของผลึกคัดโมเลกุล (zeolite molecular sieves) ชนิด ต่าง ๆ จำแนกตามชนิดของหน่วยประกอบผลึกทุติยภูมิ (Secondary Building Block, SBB)	34
2.5	สมบัติกายภาพทั่วไปของถ่านดูดซับพาณิชย์ที่มีโพรงขนาดต่าง ๆ ถ่านโค้ก และถ่านคัดโมเลกุลที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมปิโตรเคมี และ อุตสาหกรรมน้ำมันปิโตรเลียม	40
3.1	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของเฮนรี (K_H) ของระบบดูดซับไอเอซีโตน	57
3.2	ค่าลอการิทึมของค่าคงที่สมดุลดูดซับของเฮนรี (K_H) สำหรับระบบดูดซับไอ เอซีโตน	58
3.3	ผลทดสอบสมดุลดูดซับก๊าซไพรเฟนของผลึกคัดโมเลกุลชนิด NaA	62

3.4	ผลคำนวณค่าคงที่ของแบบจำลองสมดุลดูดซับของแลงมัวร์สำหรับระบบดูดซับก๊าซโพรเพนด้วยผลึกตัดโมเลกุลชนิด NaA ณ อุณหภูมิต่าง ๆ	63
3.5	ผลคำนวณปริมาณสมดุลดูดซับก๊าซโพรเพนจำเพาะของผลึกตัดโมเลกุลชนิด NaA ณ อุณหภูมิต่าง ๆ ด้วยแบบจำลองสมดุลดูดซับของแลงมัวร์ และผลรวมของผลต่างระหว่างผลคำนวณกับผลทดสอบยกกำลังสอง	64
3.6	ผลคำนวณค่าคงที่ของแบบจำลองสมดุลดูดซับของฟรุนดลิชสำหรับระบบดูดซับก๊าซโพรเพนด้วยผลึกตัดโมเลกุลชนิด NaA ณ อุณหภูมิต่าง ๆ	69
3.7	ปริมาณสมดุลดูดซับก๊าซมีเทนจำเพาะของผลึกตัดโมเลกุลชนิด A ผลึกตัดโมเลกุลชนิด X และผลึกตัดโมเลกุลชนิด Y ณ อุณหภูมิ 308 องศาเซลวิน	90
3.8	ปริมาณสมดุลดูดซับก๊าซอีเทน (C_2H_6) จำเพาะของผลึกตัดโมเลกุลชนิด X ณ อุณหภูมิ 308 องศาเซลวิน	91
3.9	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของเฮนรี (K_H) ของระบบดูดซับไอแอซีโตนและไอโทลูอินด้วยหินภูเขาไฟชนิดพัมมิชขนาดต่าง ๆ	91
3.10	ปริมาณสมดุลดูดซับก๊าซอีเทน (C_2H_6) จำเพาะของผลึกตัดโมเลกุลชนิด Y ณ อุณหภูมิ 308-373 องศาเซลวิน	92
3.11	ปริมาณสมดุลดูดซับก๊าซโพรเพน (C_3H_8) จำเพาะของผลึกตัดโมเลกุลชนิด X และผลึกตัดโมเลกุลชนิด Y ณ อุณหภูมิ 308 องศาเซลวิน	93
3.12	ปริมาณสมดุลดูดซับก๊าซอีเทน (C_2H_6) จำเพาะของถ่านดูดซับชนิดหนึ่ง ณ อุณหภูมิ 310-394 องศาเซลวิน	94
3.13	ปริมาณสมดุลดูดซับเอทานอลจำเพาะของถ่านดูดซับ 3 ชนิดที่สังเคราะห์จากกะลามะพร้าว	94
4.1	ผลของอัตราการไหลต่อคาบเวลาเฉลี่ยและความแปรปรวนของการเคลื่อนที่ไอโทลูอินในชั้นผลึกตัดโมเลกุลชนิด A ณ อุณหภูมิ 393 องศาเซลวิน . .	123
4.2	ผลของอัตราการไหลต่อคาบเวลาเฉลี่ยและความแปรปรวนของการเคลื่อนที่ไอโทลูอินและไอไซลีนในชั้นผลึกตัดโมเลกุลชนิด ZSM-5 ณ อุณหภูมิ 393 องศาเซลวิน	123

- 4.3 ผลของอุณหภูมิและอัตราการไหลต่อคาบเวลาเฉลี่ยและความแปรปรวนของการเคลื่อนที่ไอโซลีนในชั้นผลึกตัดโมเลกุลชนิด X ณ อุณหภูมิ 373-473 องศาเซลวิน 124
- 4.4 ลักษณะสมบัติของหอดูดซับที่บรรจุถ่านดูดซับชนิด CMS-5A ชนิด LP-814 และชนิด YAO-4/8 ของระบบทดลอบการดูดซับไอแอซีโตน 125
- 4.5 ผลของอัตราการไหลต่อคาบเวลาเฉลี่ยและความแปรปรวนของการเคลื่อนที่ไอแอซีโตนในชั้นถ่านดูดซับชนิด CMS-5A ชนิด LP-814 และชนิด YAO-4/8 ณ อุณหภูมิ 453 องศาเซลวิน 125
- 5.1 ปริมาณสมมูลดูดซับไอเบนซีน (C_6H_6) และไอเฮปเทน (C_7H_{16}) จำเพาะของถ่านตัดโมเลกุล (CMS) และผลึกซิลิกา (SG) ณ อุณหภูมิ 310 องศาเซลวิน 147
- 6.1 ปริมาณสมมูลดูดซับก๊าซไนโตรเจน (N_2) ก๊าซออกซิเจน (O_2) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของตัวดูดซับชนิดหนึ่ง ณ อุณหภูมิบรรยากาศ . . 159
- 7.1 ปริมาณของก๊าซสำคัญและก๊าซเฉื่อยชนิดต่าง ๆ ในอากาศแห้ง 176

สัญลักษณ์

C	ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารถูกดูดซับในของไหลผสม	ก./ลบ.ตม.
C_b	ความเข้มข้นของสารถูกดูดซับที่ออกจากหน่วยดูดซับ	ก./ลบ.ตม.
C_e	ความเข้มข้นสมดุลของสารถูกดูดซับในหน่วยดูดซับ	ก./ลบ.ตม.
C_o	ความเข้มข้นของสารถูกดูดซับที่เข้าสู่หน่วยดูดซับ	ก./ลบ.ตม.
C_s	ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารถูกดูดซับที่ผิววนอกของตัวดูดซับ	ก./ลบ.ตม.
D	เส้นผ่านศูนย์กลางของหน่วยดูดซับ	ม.
d_p	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดตัวดูดซับ	มม.
d_{po}	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของโพรงรูปทรงกระบอก	นม.
F	ปริมาตรของของไหลผสมในถังผสม	ลบ.ม.
	อัตราการไหลเข้าหอดูดซับ	ลบ.ม./นาที่
FG_{PD}	ปริมาณก๊าซผสมที่เข้าหอดูดซับในคาบผลิตก๊าซผลิตภัณฑ์	กก.
FG_{PS}	ปริมาณก๊าซผสมที่ใช้เพิ่มความดันของหอดูดซับในคาบเพิ่มความดันด้วยก๊าซผสม	กก.
G	อัตราการไหลในหอดูดซับ	กก./นาที่
G_{ads}	พลังงานกิบบส์ของการดูดซับ	จูล/ก.
H	ความสูงของชั้นตัวดูดซับ	ม.
H_{ads}	เอนทัลปีของการดูดซับ	จูล/ก.
$J_{po,r}$	อัตราการแพร่ต่อหน่วยพื้นที่ของสารถูกดูดซับในโพรงของตัวดูดซับตามแนวรัศมี	ก./ตร.ม. วินาที
$J_{po,z}$	อัตราการแพร่ต่อหน่วยพื้นที่ของสารถูกดูดซับในโพรงของตัวดูดซับตามแนวแกน	ก./ตร.ม. วินาที

J_r	อัตราการผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของสารถูกดูดซับในแนวรัศมี	ก./ตร.ม. วินาที
J_z	อัตราการผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของสารถูกดูดซับในแนวแกน	ก./ตร.ม. วินาที
K_{BET}	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของบีอีที	-
K_F	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของฟรุนดลิช	ก./กก.(กิโลพาสคัล) ⁿ
K'_F	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของฟรุนดลิชในของเหลว	ก./กก.(ก./ลบ.คม.) ⁿ
K_H	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของเฮนรี	ก./กก. กิโลพาสคัล
$K_{H,i}$	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของเฮนรีของสารถูกดูดซับชนิด i	ก./กก. กิโลพาสคัล
K'_H	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของเฮนรีในของเหลว	ลบ.คม./กก.
K_{KC}	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของโกเบิลคอร์ดรีแกน	/กิโลพาสคัล
K_L	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของแลงมัวร์	/กิโลพาสคัล
K'_L	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของแลงมัวร์ในของเหลว	ลบ.คม./ก.
K_S	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของชิปส์	/กิโลพาสคัล
K_T	ค่าคงที่สมดุลดูดซับของทอส	/กิโลพาสคัล
k_{fm}	สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลผ่านชั้นของไหลรอบตัวดูดซับ	ลบ.คม./กก. วินาที
k_o	สัมประสิทธิ์การดูดซับ	ลบ.คม./กก. วินาที
k_{po}	สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลในโพรงของตัวดูดซับ	ลบ.คม./กก. วินาที
L_{MTZ}	ความสูงของชั้นตัวดูดซับทำงาน	ม.
l_{po}	ความลึกรวมของโพรงรูปทรงกระบอก	ม.
M_p	มวลของเม็ดตัวดูดซับ	กก.
m_i	มวลของสารถูกดูดซับ	ก.
m_{rm}	มวลของสารถูกดูดซับที่เหลือหลังดูดซับ	ก.
n	ดัชนีชี้กำลังของแบบจำลองเส้นโค้งสมดุลดูดซับ	-
P	ความดันของสารถูกดูดซับ	กิโลพาสคัล
P°	ความดันไอของสารถูกดูดซับ	กิโลพาสคัล
$P_{ad,i}$	ความดันสมดุลของสารถูกดูดซับชนิด i	กิโลพาสคัล
P_H	ความดันสูงของหอดูดซับในคาบย่อยของวัฏจักรความดัน	กิโลพาสคัล
P_i	ความดันสมดุลของสารถูกดูดซับ	กิโลพาสคัล
P_{in}	ความดันของหน่วยวัดปริมาณก๊าซ	กิโลพาสคัล
P_L	ความดันค่าของหอดูดซับในคาบย่อยของวัฏจักรความดัน	กิโลพาสคัล

P_o	ความดันของหอดูดซับเริ่มต้นในแต่ละคาบย่อยของวัฏจักรความดัน	กิโลพาสคัล
P_r	ความดันของสารถูกดูดซับสัมพันธ์กับความดันไอ (P/P^o)	
PG_{DP}	ปริมาณก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในคาบลดความดันโดยปล่อยออกทางก๊าซผลิตภัณฑ์	กก.
PG_{DS}	ปริมาณก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปรับสภาพตัวดูดซับในคาบปรับสภาพ	กก.
-	ความดันต่ำ	
PG_{PD}	ปริมาณก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในคาบผลิตก๊าซผลิตภัณฑ์	กก.
	ความดันสูง	
PG_{PS}	ปริมาณก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพิ่มความดันของหอดูดซับในคาบเพิ่มความดันด้วยก๊าซผลิตภัณฑ์	กก.
q	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะ	ก./กก.
q_e	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะ ณ ความเข้มข้น C_e	ก./กก.
q_F	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะที่คำนวณด้วยแบบจำลองสมมูลดูดซับของฟรูนคลิช	ก./กก.
q_H	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะที่คำนวณด้วยแบบจำลองสมมูลดูดซับของเฮนรี	ก./กก.
q_i	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะที่สมมูลกับความดัน P_i	ก./กก.
q_L	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะที่คำนวณด้วยแบบจำลองสมมูลดูดซับของแลงมัวร์	ก./กก.
q_m	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะเต็มพื้นผิวตัวดูดซับชั้นเดียว	ก./กก.
q_{mx}	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะสูงสุดของแบบจำลองสมมูลของแลง-มัวร์ ชิปล์ โทเบลคอร์ริแกน และทอย	ก./กก.
q'_{mx}	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะสูงสุดของแบบจำลองสมมูลของแลง-มัวร์ในของเหลว	ก./กก.
q_o	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะเริ่มต้นก่อนการผสมในถังผสม	ก./กก.
q_S	ปริมาณสมมูลดูดซับจำเพาะของแบบจำลองสมมูลของชิปล์	ก./กก.
R	ค่าคงที่ของก๊าซ เช่น 8.314472 ลบ.ม. พาสคัล/โมล เคลวิน	
r	พิกัดในแนวรัศมีของทรงกลมหรือทรงกระบอก	ม.

S	มวลของตัวดูดซับในถังผสม	กก.
S_{ads}	เอนโทรปีของการดูดซับ	จูล/ก. เคลวิน
S_p	พื้นที่ผิวจำเพาะของเม็ดตัวดูดซับ	ตร.ม./ก.
s	พิกัดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของสารถูกดูดซับ ณ ความเข้มข้นที่กำหนด	ม.
T	อุณหภูมิของระบบดูดซับ	เคลวิน
T_o	อุณหภูมิอ้างอิงของระบบดูดซับ	เคลวิน
t	เวลา	นาที่
t_{bf}	เวลาที่สารถูกดูดซับออกจากหน่วยดูดซับหมดพอดี	นาที่
$t_{bk,i}$	เวลาที่สารถูกดูดซับชนิด i ออกจากหน่วยดูดซับ	นาที่
t_{bo}	เวลาที่สารถูกดูดซับเริ่มออกจากหน่วยดูดซับ	นาที่
t_f	เวลาที่หยุดเติมสารถูกดูดซับให้ไหลเข้าหน่วยดูดซับ	นาที่
t_n	เวลาที่เต็มของผสมเข้าหน่วยดูดซับของวัฏจักรโครมาโทกราฟี	นาที่
t_o	เวลาที่เริ่มเติมสารถูกดูดซับให้ไหลเข้าหน่วยดูดซับ	นาที่
\bar{t}_b	เวลาเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่สารถูกดูดซับเคลื่อนที่ผ่านชั้นตัวดูดซับที่บรรจุในหน่วยดูดซับ	นาที่
V_{ad}	ปริมาตรของหน่วยวัดสมมูลดูดซับก๊าซ	ลบ.คม.
V_{in}	ปริมาตรของหน่วยวัดปริมาณก๊าซ	ลบ.คม.
V_p	ปริมาตรโพรงจำเพาะของเม็ดตัวดูดซับ	ลบ.คม./กก.
$V_{p,l}$	ปริมาตรโพรงใหญ่จำเพาะของเม็ดตัวดูดซับ	ลบ.คม./กก.
$V_{p,s}$	ปริมาตรโพรงเล็กจำเพาะของเม็ดตัวดูดซับ	ลบ.คม./กก.
v_o	ความเร็วเฉลี่ยของการไหลในท่อกลาง	ม./วินาที
v_z	ความเร็วของการไหลขนานกับแกนของหอดูดซับ	ม./วินาที
W_{ads}	มวลของตัวดูดซับเปล่าในระบบ	กก.
$W_{f,m}$	อัตราการแพร่ผ่านชั้นของไหลรอบตัวดูดซับ	ก./วินาที
W_i	มวลรวมของตัวดูดซับและสารถูกดูดซับในระบบดูดซับที่สมดุลกับความดัน P_i	กก.
XG_{DP}	ปริมาณก๊าซที่ปล่อยออกจากหอดูดซับในคาบลดความดันออกจากสารเจือปน	กก.

X_{GDS}	ปริมาณก๊าซที่ปล่อยออกจากหอดูดซับในคาบปรับสภาพตัวดูดซับ ณ ความดันต่ำ	กก.
y	เศษส่วนโมลของสารถูกดูดซับในก๊าซผสมที่อยู่ในหอดูดซับ ณ ขณะใด ๆ	-
y_f	เศษส่วนโมลของสารถูกดูดซับในก๊าซผสมที่ไหลเข้าหอดูดซับ	-
y_o	เศษส่วนโมลเริ่มต้นของสารถูกดูดซับในก๊าซผสมที่อยู่ในหอดูดซับ	-
z	พิกัดในแนวแกนของทรงกระบอก	ม.
z_f	ตำแหน่งสุดท้ายของสารถูกดูดซับในชั้นตัวดูดซับ เมื่อสิ้นสุดคาบย่อยแต่ละคาบของวัฏจักรความดัน	ม.
z_i	ตำแหน่งของสารถูกดูดซับชนิด i ในชั้นตัวดูดซับ	ม.
z_o	ตำแหน่งเริ่มต้นของสารถูกดูดซับในชั้นตัวดูดซับ เมื่อเริ่มต้นคาบย่อยแต่ละคาบของวัฏจักรความดัน	ม.

อักษรกรีก

α	อัตราการเปลี่ยนความดันของหอดูดซับ	กิโลพาสคัล/วินาที
β_i	ค่าคงที่ของการดูดซับสารถูกดูดซับชนิด i ในหน่วยดูดซับ	-
ΔH_{ads}	ผลต่างของเอนทัลปีหลังการดูดซับกับก่อนการดูดซับ	จูล/ก.
ΔG_{ads}	ผลต่างของพลังงานกิบบส์หลังการดูดซับกับก่อนการดูดซับ	จูล/ก.
ΔS_{ads}	ผลต่างของเอนโทรปีหลังการดูดซับกับก่อนการดูดซับ	จูล/ก. เคลวิน
ΔP	ความดันสูญเสียของการไหล	กิโลพาสคัล
Δq	ผลต่าง ของ ปริมาณ สมดุล ดูดซับ จำเพาะ ที่ คำนวณ จาก แบบจำลอง กับที่ทดลองได้จริง	ก./กก.
Δr	ความหนาในแนวรัศมีทรงกลมหรือทรงกระบอกของชั้นตัวแทน	ม.
Δt_{ads}	คาบของการดูดซับ	นาที
$\Delta t_{bk,i}$	คาบของการไหลผ่านชั้นตัวดูดซับของสารถูกดูดซับชนิด i	นาที
Δt_{fd}	คาบของการเติมของผลมของวัฏจักรโครมาโทกราฟี	นาที
Δt_{nf}	คาบของการเก็บผลิตภัณฑ์ชนิดแรกที่เติมเข้าหน่วยดูดซับในครั้งถัดไปของวัฏจักรโครมาโทกราฟี	นาที

$\Delta t_{dp,d}$	คาบของการลดความดันของหอดูดซับออกจากสารเจือปนของวัฏจักรความดัน	นาที
$\Delta t_{dp,u}$	คาบของการลดความดันของหอดูดซับออกจากผลิตภัณฑ์ของวัฏจักรความดัน	นาที
Δt_{pd}	คาบของการเก็บผลิตภัณฑ์ของวัฏจักรโครมาโทกราฟี	นาที
$\Delta t_{pd,u}$	คาบของการผลิต ณ ความดันสูงของวัฏจักรความดัน	นาที
$\Delta t_{pg,d}$	คาบของการปรับสภาพตัวดูดซับด้วยผลิตภัณฑ์ของวัฏจักรความดัน	นาที
$\Delta t_{pr,u}$	คาบของการเพิ่มความดันของหอดูดซับด้วยก๊าซผสมของวัฏจักรความดัน	นาที
Δz	ความหนาในแนวแกนทรงกระบอกของชั้นตัวแทน	ม.
δ	ความหนาของชั้นของไหลรอบเม็ดตัวดูดซับ	มม.
ϵ_b	ความพรุนของชั้นบรรจุเม็ดตัวดูดซับ	-
ϵ_p	ความพรุนของเม็ดตัวดูดซับ	-
ϵ_t	ความพรุนรวมของชั้นบรรจุเม็ดตัวดูดซับ	-
θ	พิกัดเชิงมุมของทรงกระบอกหรือทรงกลม	เรเดียน
ψ_{am}	สัมประสิทธิ์การแพร่ของสารถูกดูดซับในของไหลผสม	ตร.ม./วินาที
ψ_{po}	สัมประสิทธิ์การแพร่ของสารถูกดูดซับในโพรงของตัวดูดซับ	ตร.ม./วินาที
κ	อัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอก	-
λ	ความลึกเฉลี่ยของโพรงในตัวดูดซับ	มม.
μ	ความหนืดของก๊าซหรือของเหลว	กก./ม. วินาที
ρ	ความหนาแน่นของก๊าซหรือของเหลว	กก./ลบ.ม.
ρ_b	ความหนาแน่นของชั้นบรรจุเม็ดตัวดูดซับ	กก./ลบ.ม.
ρ_p	ความหนาแน่นของเม็ดตัวดูดซับ	กก./ลบ.ม.
ρ_s	ความหนาแน่นของวัสดุตัวดูดซับ	กก./ลบ.ม.
ϕ	พิกัดเชิงมุมของทรงกลม	เรเดียน
ω	มวลโมเลกุลของสารถูกดูดซับ	ก./โมล



10 น. 9-53

เคซา ฉัตรศิริเวช

กระบวนการถอดข้อ / เคซา ฉัตรศิริเวช

1. การถอดข้อ.

660.284235

ISBN 978-974-03-2602-1

สพจ. 1376

660-284
เลขหมู่ 0 52
2552
เลขทะเบียน 19679
วันที่ 11/พ.ค./2553

105331



ศูนย์ความรู้วิชาการ ศูนย์คม
www.ChulaPress.com
Knowledge to All

ลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2552

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักนิตยสาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ



110011961

การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้นต้องได้รับอนุญาต
เป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ผู้จัดทำหน้า
สาขา
- ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
 - ศาลาพระแก้ว โทร. 0-2218-7000-3 โทรสาร 0-2255-4441
 - สยามสแควร์ โทร. 0-2218-9881 โทรสาร 0-2254-9495
 - ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก โทร. 0-5526-0162-4 โทรสาร 0-5526-0165
 - ม.เทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา โทร. 0-4421-6131-4 โทรสาร 0-4421-6135
 - ม.บูรพา จ.ชลบุรี โทร. 0-3839-4855-9 โทรสาร 0-3839-3239
 - โรงเรียนนายร้อย จปร. จ.นครนายก โทร. 0-3739-3023 โทรสาร 0-3739-3023
 - จัตุรัชจามจรี (CHAMCHURI SQUARE) ชั้น 4 โทร. 0-2160-5300-1 โทรสาร 0-2160-5304
 - CALL CENTER โทร. 0-2255-4433 <http://www.chulabook.com>
- เครือข่าย
- ศูนย์หนังสือ ม.วลัยลักษณ์ จ.นครศรีธรรมราช โทร. 0-7567-3648-51 โทรสาร 0-7567-3652
 - ศูนย์หนังสือ ม.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย โทร. 0-5391-7020-4 โทรสาร 0-5391-7025
 - ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเชียงราย จ.เชียงราย โทร. 0-5377-6000
 - ร้านหนังสือดินทรเคซา (สิงห์ สิงหเสนี) रामคำแหง 43/1 โทร. 0-2538-2573 โทรสาร 0-2539-7091
 - ร้านค้า, หนังสือเข้าชั้นเรียน ติดต่อนแผนกขายส่ง สยามสแควร์ ชั้น 14 โทร. 0-2218-9889-90 โทรสาร 0-2254-9495

กองบรรณาธิการ : รวีวรรณ จันทร์แมน

พิสูจน์อักษร : กัณฑ์อุทัย สิบสายเพชร

ออกแบบปก : กิรดา กอศรีสุนทร ออกแบบรูปเล่ม : เคซา ฉัตรศิริเวช

พิมพ์ที่ : บริษัท ส.เอเชียพรต (1989) จำกัด โทร. 0-2733-3101-6 โทรสาร 0-2375-1654