

สารบัญ

หน้า

คำนำ	
บทที่ 1 สเตอริโอเคมีและสเตอริโอไอโซเมอร์	1
1.1 อีแนนทีโอเมอร์	1
1.1.1 ไครัลโมเลกุล	2
1.1.2 ระนาบสมมาตร	4
1.1.3 ไครัลคาร์บอน	6
1.1.4 การหมุนระนาบแสงโพลาไรส์	6
1.1.5 โครงสร้างภาพฉายแบบฟิชเชอร์	11
1.1.6 การเรียกชื่อในระบบ R/S	13
1.2 ไดแอสเตอริโอเมอร์	17
1.2.1 สารประกอบมีโซ	17
1.2.2 โครงสร้างภาพฉายแบบฟิชเชอร์ที่มีไครัลคาร์บอนสองอะตอม	20
1.2.3 การเรียกชื่อสารประกอบที่มีไครัลคาร์บอนสองอะตอม	22
1.2.4 ไอโซเมอร์เรขาคณิต	23
1.2.4.1 ไอโซเมอร์เรขาคณิตในแอลคีน	23
1.2.4.2 ไอโซเมอร์เรขาคณิตในสารประกอบที่เป็นวง	25
1.2.4.3 การเรียกชื่อในระบบซิสกับแทรนส์	26
1.2.4.4 การเรียกชื่อในระบบ E/Z	27
1.3 ไครัลอะตอมที่ไม่ใช่คาร์บอน	28
1.3.1 ไนโตรเจน	28
1.3.2 ฟอสเฟอรัส	29
1.3.3 ซัลเฟอร์	29
คำถามบทที่ 1	30
บทที่ 2 สเตอริโอเคมีของสเปกโตรัม	35
2.1 อินฟราเรดสเปกโตรัม	36
2.1.1 ลักษณะของสเปกตรัม	38
2.1.2 การดูดกลืนรังสีอินฟราเรด	39

2.1.3 อินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	42
2.1.4 ประโยชน์จากอินฟราเรดสเปกตรัม	44
2.1.4.1 ไฮโดรคาร์บอน.....	46
2.1.4.2 แอลกอฮอล์และอะมีน.....	54
2.1.4.3 อีเทอร์.....	57
2.1.4.4 สารประกอบคาร์บอนิล	57
2.2 นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี	62
2.1.2 หลักการของเอ็นเอ็มอาร์สเปกโทรสโกปี.....	62
2.2.2 เอ็นเอ็มอาร์สเปกโทรโฟโตมิเตอร์.....	64
2.2.3 ประโยชน์จากเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัม	66
2.2.3.1 จำนวนสัญญาณ	66
2.2.3.2 ตำแหน่งของสัญญาณ.....	69
2.2.3.3 พื้นที่ของสัญญาณ	73
2.2.3.4 การแตกแยกของสัญญาณ	76
2.2.3.5 ค่าคงที่การคู่ควบ	83
2.3 อัลตราไวโอเลตวิชิเบิลสเปกโทรสโกปี.....	84
2.3.1 หลักการของอัลตราไวโอเลตวิชิเบิลสเปกโทรสโกปี.....	85
2.3.1.1 การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอน	85
2.3.1.2 กฎเบียร์แลมเบิร์ต	88
2.3.2 อัลตราไวโอเลตวิชิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.....	90
2.3.3 ประโยชน์จากอัลตราไวโอเลตสเปกตรัม	90
2.3.3.1 การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันนัล	90
2.3.3.2 การตรวจสอบคอนจูเกชัน	91
2.3.3.3 การตรวจสอบความบริสุทธิ์.....	91
2.4 แมสสเปกโทรเมตรี	91
2.4.1 หลักการของแมสสเปกโทรเมตรี	91
2.4.2 แมสสเปกโทรมิเตอร์.....	93
2.4.2.1 ห้องแตกตัวเป็นไอออน.....	94
2.4.2.2 หมวดยุติการวิเคราะห์	94

	หน้า
2.4.3 ประโยชน์จากแมสสเปกตรัม	95
2.4.3. 1 การหาน้ำหนักโมเลกุล	95
2.4.3.2 การตรวจหาธาตุแฮโลเจน	95
2. 4. 3. การตรวจสอบการแตกตัวและการหาโครงสร้างโมเลกุล.....	97
คำถามบทที่ 2	101
บทที่ 3 สารประกอบซัลเฟอร์และสารประกอบฟอสฟอรัส	123
3.1 สารประกอบซัลเฟอร์	123
3.1.1 ไทออล.....	123
3.1.1. 1 การเรียกชื่อ.....	124
3.1.1.2 การเตรียม	124
3.1.1.3 สมบัติทางกายภาพ.....	125
3.1.1.4 สมบัติทางเคมี.....	126
3.1.2 ไทโออีเทอร์.....	128
3.1.2.1 การเรียกชื่อ	128
3.1.2.2 การเตรียม	129
3.1.2.3 สมบัติทางกายภาพ	129
3.1.2.4 สมบัติทางเคมี	129
3.1.3 ซัลเฟอร์อิลลิด	131
3.1.3.1 การเตรียม.....	131
3.1.3.2 สมบัติทางเคมี.....	132
3.2 สารประกอบฟอสเฟอรัส	132
3.2. 1 ฟอสฟีน.....	133
3.2.1.1 การเตรียม.....	133
3.2.1.2 สมบัติทางกายภาพ.....	133
3.2.1.3 สมบัติทางเคมี.....	133
3.2.2 ฟอสเฟอรัสอิลลิด.....	135
3.2.2.1 การเตรียม	135
3.2.2.2 สมบัติทางเคมี	136
คำถามบทที่ 3	137

บทที่ 4 สารประกอบไนโตรเจน	139
4.1 อะมีน	139
4.1.1 การเรียกชื่อ	140
4.1.1.1 แอลิแพติกอะมีน	140
4.1.1.2 แอโรแมติกอะมีน	141
4.1.2 พันธะในอะมีน	142
4.1.3 สภาพโคโรล	143
4.1.4 สมบัติทางกายภาพ	144
4.1.5 การเตรียม	146
4.1.5.1 ปฏิกริยาระหว่างอัมโมเนียหรืออะมีนกับแอลคิลเฮไลด์	146
4.1.5.2 ปฏิกริยาระหว่างแทลไมด์กับแอลคิลเฮไลด์	147
4.1.5.3 ปฏิกริยารีดักชันของสารประกอบไนไตรล์	149
4.1.5.4 ปฏิกริยารีดักชันของสารประกอบเอไมด์	149
4.1.5.5 ปฏิกริยารีดักชันของสารประกอบไนโตร	149
4.1.5.6 ปฏิกริยารีดักทีฟเอมิเนชัน	150
4.1.5.7 ปฏิกริยาการจัดตัวใหม่แบบฮอฟมันน์	151
4.1.6 สภาพเบส	152
4.1.6.1 หมูให้อิเล็กตรอน	153
4.1.6.2 ซอลเวชัน	153
4.1.6.3 ไฮบริไดเซชัน	154
4.1.6.4 เรโซแนนซ์	154
4.1.7 สมบัติทางเคมี	155
4.1.7.1 ปฏิกริยากับกรด	155
4.1.7.2 ปฏิกริยากับแอลคิลเฮไลด์	155
4.1.7.3 ปฏิกริยากับกรดเฮไลด์	155
4.1.7.4 ปฏิกริยากับแอลดีไฮด์และคีโตน	156
4.1.7.5 ปฏิกริยากับเบนซีนซัลโฟนิลคลอไรด์	157
4.1.7.6 ปฏิกริยากับกรดไนตริก	158

	หน้า
4.2 เกลืออัมโมเนียมจตุตถภูมิ	159
4.2.1 การเรียกชื่อ	160
4.2.2 สภาพไครัล	160
4.2.3 สมบัติทางกายภาพ	161
4.2.4 การเตรียม	161
4.2.5 สมบัติทางเคมี	161
4.2.5.1 ปฏิกริยากับเงินออกไซด์ที่ขึ้น	161
4.2.5.2 ปฏิกริยาการขจัดแบบฮอฟมันน์	161
4.3 เกลือแอริลไดอะโซเนียม	162
4.3.1 ปฏิกริยาแซนด์ไมเออร์	162
4.3.2 ปฏิกริยากับน้ำ	163
4.3.3 ปฏิกริยากับกรดไฮโปฟอสฟอรัส	163
4.3.4 ปฏิกริยาการคู่ควบ	164
4.4 ไนไตรล์	165
4.4.1 การเรียกชื่อ	166
4.4.2 พันธะไนไนไตรล์	166
4.4.3 การเตรียม	167
4.4.3.1 ปฏิกริยาการขจัดน้ำในแอไมด์	167
4.4.3.2 ปฏิกริยาระหว่างแอลคิลเฮไลด์กับโพแทสเซียมไซอะไนด์	167
4.4.3.3 ปฏิกริยาระหว่างกรีนยาร์ดรีเอเจนต์กับไซแอนเจนคลอไรด์	168
4.4.3.4 ปฏิกริยาระหว่างเกลือไดอะโซเนียมกับทองแดงไซอะไนด์	168
4.4.4 สมบัติทางกายภาพ	168
4.4.5 สมบัติทางเคมี	168
4.4.5.1 ปฏิกริยาการแยกสลายด้วยน้ำ	168
4.4.5.2 ปฏิกริยารีดักชัน	169
4.4.5.3 ปฏิกริยากับกรีนยาร์ดรีเอเจนต์	170
4.5 ไอโซไนไตรล์	170
4.5.1 การเตรียม	170

	หน้า
4.5.1.1 ปฏิบัติการระหว่างแอลคิลไอโอไดด์กับเงินไซอะไนด์	170
4.5.1.2 ปฏิบัติการระหว่างอะมีนปฐมภูมิกับคลอโรฟอร์มในต่าง	170
4.5. 1.3 ปฏิบัติการการจัดน้ำในฟอร์มะไมด์	170
4.5.2 สมบัติทั่วไป	171
4.5.3 สมบัติทางเคมี	171
4.5.3.1 ปฏิบัติการแยกสลายด้วยน้ำ	171
4.5.3.2 ปฏิบัติการรีดักชัน	171
4.5.3.3 ไอซอเมอไรเซชัน	171
4.6 สารประกอบไนโตร	171
4.6. I การเตรียม	171
4.6. 1.1 ปฏิบัติการระหว่างแอลคิลเฮไลด์กับเงินไนไตรต์	171
4.6. 1.2 ปฏิบัติการในเทอร์ชัน	172
4.6. 1.3 ปฏิบัติการออกซิเดชัน	172
4.6.2 สมบัติทางเคมี	173
4.7 สารประกอบไนโตรไซด์	173
4.7. 1 การเตรียม	174
4.7. 1.1 ปฏิบัติการออกซิเดชันของอะมีน	174
4.7.2 สมบัติทางเคมี	174
คำถามบทที่ 4	176
บทที่ 5 สารประกอบพอลิไนวเคลียร์แอมโรแมติก	179
5.1 แนพทาลีน	180
5. 1.1 การเรียกชื่อ	180
5. 1.2 โครงสร้างโมเลกุลของแนพทาลีน	181
5. 1.3 สมบัติทางกายภาพ	183
5. 1.4 การเตรียม	183
5. 1.4.1 การสังเคราะห์แบบฮาเวิร์ต	183
5. 1.4.2 ปฏิบัติการดีลส์อัลเดอร์	184

5.1.5 สมบัติทางเคมี.....	185.
5.1.5.1 ปฏิกริยาออกซิเดชัน.....	185.
5.1.5.2 ปฏิกริยารีดักชัน.....	186
5.1.5.3 ปฏิกริยาการแทนที่ในแนพทีนด้วยอิเล็กโทรไฟล์.....	187
5.1.5.4 ปฏิกริยาการแทนที่ในอนุพันธ์แนพทีนด้วยอิเล็กโทรไฟล์.....	193
5.2 แอนทราซีนและฟิแนนทรีน.....	195
5.2.1 การเรียกชื่อ.....	197
5.2.2 โครงสร้างโมเลกุลของแอนทราซีนและฟิแนนทรีน.....	197
5.2.3 สมบัติทางกายภาพ.....	199
5.2.4 การเตรียม.....	199...
5.2.4.1 ปฏิกริยาเอซิเลชัน.....	199.
5.2.4.2 ปฏิกริยาดีลส์อัลเดอร์.....	199
5.2.4.3 การสังเคราะห์แบบฮาเวิร์ท.....	200
5.2.5 สมบัติทางเคมี.....	201...
5.2.5.1 ปฏิกริยาออกซิเดชันและปฏิกริยารีดักชัน.....	201
5.2.5.2 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโทรไฟล์.....	202
คำถามบทที่ 5.....	205.....
บทที่ 6 สารประกอบเฮเทอโรไซคลิก.....	209
6.1 การเรียกชื่อ.....	210.....
6.2 สารประกอบเฮเทอโรไซคลิกขนาดวงห้าอะตอม.....	212
6.2.1 โครงสร้างโมเลกุล.....	2.1.3
6.2.2 การเตรียม.....	215.....
6.2.2.1 ฟิวแรน.....	215...
6.2.2.2 พีโรล.....	215...
6.2.2.3 ไทอะพีน.....	216...
6.2.2.4 อนุพันธ์ของฟิวแรน พีโรล และไทอะพีน.....	217
6.2.3 สมบัติทางกายภาพ.....	217...
6.2.4 สมบัติทางเคมี.....	218
6.2.4.1 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโทรไฟล์.....	218
6.2.4.2 ปฏิกริยาการเพิ่ม.....	219

	หน้า
6.2.4.3 ปฏิบัติยาดิลล์ฮอลล์เดอ์	22 1
6.3 สารประกอบเฮทเทอโรไซคลิกขนาดวงหกอะตอม	22 1
6.3.1 โครงสร้างโมเลกุล	22 1
6.3.2 การเตรียม	222
6.3.2.1 พีระดีน	222
6.3.2.2 อนุพันธ์พีระดีน	223
6.3.3 สมบัติทางกายภาพ	224
6.3.4 สมบัติทางเคมี	224
6.3.4.1 ปฏิบัติยากับกรด	224
6.3.4.2 ปฏิบัติยาแอลคิลเลชัน	225
6.3.4.3 ปฏิบัติยาออกซิเดชัน	225
6.3.4.4 ปฏิบัติยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์	226
6.3.4.5 ปฏิบัติยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์	228
6.4 สารประกอบเฮทเทอโรไซคลิกที่หลอมกับวงเบนซีน	230
6.4.1 โครงสร้างโมเลกุล	230
6.4.2 การเตรียม	230
6.4.2.1 ควินะลีนและอนุพันธ์ควินะลีน	230
6.4.2.2 ไอโซควินะลีนและอนุพันธ์ไอโซควินะลีน	232
6.4.3 สมบัติทางกายภาพ	232
6.4.4 สมบัติทางเคมี	232
6.4.4.1 ปฏิบัติยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์	232
6.4.4.2 ปฏิบัติยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์	233
คำถามบทที่ 6	234
บทที่ 7 พอลิเมอร์	231
7.1 ชนิดของพอลิเมอร์	237
7.1.1 จำแนกตามวิธีสังเคราะห์	238
7.1.1.1 พอลิเมอร์ชนิดเพิ่ม	238
7.1.1.2 พอลิเมอร์ชนิดควบแน่น	238

	หน้า
7.1.2 จำแนกตามจำนวนชนิดของมอนอเมอร์ ...	239
7.1.2.1 พอลิเมอร์เอกพันธ์	239
7.1.2.2 พอลิเมอร์ร่วม	239
7.1.3 จำแนกตามลักษณะโครงสร้างโมเลกุลและการใช้งาน	240
7.1.3.1 เส้นใย	240
7.1.3.2 สารยึดหยุ่น	242
7.1.3.3 พลาสติก	245
7.2 การเรียกชื่อ	246
7.3 การสังเคราะห์	247
7.3.1 ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบการเพิ่ม	247
7.3.1.1 ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบฟรีแรดิคัล	248
7.3.1.2 ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบไอออนิก	256
7.3.1.3 ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบโคออร์ดิเนชัน	257
7.3.2 ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบการควบแน่น	261
7.3.2.1 พอลิแอมไนด์	261
7.3.2.2 พอลิเอสเทอร์	265
7.3.2.3 พอลิยูรีเทน	266
7.3.2.4 ฟีนอลฟอร์แมลดีไฮด์เรซิน	267
7.4 สมบัติทางกายภาพ	268
7.4.1 อิทธิพลของอุณหภูมิ	268
7.4.2 อิทธิพลของการเชื่อมโยง	269
7.4.3 อิทธิพลของอันตรกิริยา	269
คำถามบทที่ 7	272
บทที่ 8 ชีวโมเลกุล	275
8.1 โปรตีน	275
8.1.1 กรดแอสฟาอะมีโน	276
8.1.1.1 กรดแอสฟาอะมีโนชนิดต่าง ๆ	276
8.1.1.2 สภาพกรดและเบส	278
8.1.1.3 การสังเคราะห์	281

	หน้า
8.1.1.4 สมบัติทางเคมี	283..
8.1.1.5 สเตอริโอเคมี	284
8.1.2 เพปไทด์.....	288
8.1.2.1 โครงสร้างและการเรียกชื่อ	289
8.1.3 ชนิดของโปรตีน.....	290.
8.1.3.1 โปรตีนเส้นใย.....	290..
8.1.3.2 โปรตีนก้อนกลม.....	290..
8.1.4 พันธะในโปรตีน.....	290.
8.1.4.1 พันธะโคเวเลนต์.....	290.
8.1.4.2 พันธะนอนโคเวเลนต์.....	292
8.1.5 โครงสร้างของโปรตีน	293..
8.1.5.1 โครงสร้างปฐมภูมิ	293
8.1.5.2 โครงสร้างทุติยภูมิ.....	293..
8.1.5.3 โครงสร้างตติยภูมิ.....	294
8.1.5.4 โครงสร้างจตุตภูมิ.....	294..
8.1.6 การหาโครงสร้างปฐมภูมิของโปรตีน.....	295
8.1.6.1 ปฏิบัติการแยกสลายด้วยน้ำอย่างสมบูรณ์.....	295
8.1.6.2 ปฏิบัติการแยกสลายด้วยน้ำเพียงบางส่วน.....	296
8.1.6.3 การหากรดแอลฟาอะมีโนปลายโซ่ด้านหมู่อะมีโน.....	297
8.1.6.4 การหากรดแอลฟาอะมีโนปลายโซ่ด้านหมู่คาร์บอกซิล.....	299
8.2 คาร์โบไฮเดรต.....	301
8.2.1 มอโนแซ็กคาไรด์.....	301
8.2.1.1 ประเภทของมอโนแซ็กคาไรด์	301
8.2.1.2 ภาพฉายแบบฟิชเชอร์.....	302
8.2.1.3 การเรียกชื่อในระบบ D/L.....	303
8.2.1.4 โครงสร้างเป็นวง.....	304
8.2.1.5 การเรียกชื่อโครงสร้างที่เป็นวง.....	305
8.2.1.6 เอพิเมอร์และแอนอเมอร์.....	306
8.2.1.7 ภาพฉายแบบฮาเวิร์ท	308

8.2. 1.8 โครงรูปแบบแก๊อ	308
8.2. 1.9 มิวทะโรเทชั่น	309
8.2. 1 10 ไกลโคไซด์	311
8.2. 111 สมบัติทางเคมี	312
8.2.2 ไดแซ็กคาไรด์	315
8.2.2.1 มอลโทส	315
8.2.2.2 เซลโลไบโอส	316
8.2.2.3 แลกโทส	316
8.2.2.4 ซูโครส	316
8.2.3 พอลิแซ็กคาไรด์	317
8.2.3.1 เซลลูโลส	317
8.2.3.2 แป้ง	318
8.2.3.3 ไกลโคเจน	320
8.3 ลิพิด	320
8.3. 1 ไขมันและน้ำมัน	321
8.3. 1.1 การเรียกชื่อ	323
8.3. 1.2 การวิเคราะห์ไขมันและน้ำมัน	324
8.3. 1.3 สมบัติทางเคมี	324
8.3.2 ไข	331
คำถามบทที่ 8.	333
บทที่ 9 คาร์แบนไฮดรอน	339
9.1 โครงสร้างของคาร์แบนไฮดรอน	342
9.2 สมดุลระหว่างคีโทกับอีนอล a	342
9.2. 1 สมดุลระหว่างคีโทกับอีนอลในเบส	342
9.2.2 สมดุลระหว่างคีโทและอีนอลในกรด	343
9.3 การเตรียมคาร์แบนไฮดรอน	344
9.4 ปฏิกิริยาของคาร์แบนไฮดรอน	345
9.4. 1 ปฏิกิริยาเฮโลจีเนชัน	345
9.4. 1.1 ปฏิกิริยาของแอลดีไฮด์หรือคีโตนในเบส	345
9.4. 1.2 ปฏิกิริยาของเมทิลคีโตนหรือเมทิลคาร์บินอลในเบส	348

	หน้า
9.4.1.3 ปฏิบัติการของแอลดีไฮด์หรือคีโตนในกรด	350
9.4.1.4 ปฏิบัติการเฮลล์โวลฮาร์ดอะลินสกี	352
9.4.2 ปฏิบัติการควบแน่นแบบแอลดอล	354
9.4.2.1 ปฏิบัติการควบแน่นกันเองแบบแอลดอล	354
9.4.2.2 ปฏิบัติการควบแน่นข้ามแบบแอลดอล	358
9.4.3 ปฏิบัติการควบแน่นแบบเคลเซน	363
9.4.3.1 ปฏิบัติการควบแน่นกันเองแบบเคลเซน	363
9.4.3.2 ปฏิบัติการควบแน่นข้ามแบบเคลเซน	366
9.4.4 ปฏิบัติการควบแน่นแบบเพอร์คิน	368
9.4.5 ปฏิบัติการแอลคิเลชัน	370
9.4.5.1 ปฏิบัติการแอลคิเลชันของคีโตน	370
9.4.5.2 ปฏิบัติการแอลคิเลชันของแมลลอนิกเอสเทอร์	373
9.4.5.3 ปฏิบัติการแอลคิเลชันของอะซีโตะอะซีติกเอสเทอร์	376
9.5 คาร์แบนไอออนอื่น ๆ	377
คำถามบทที่ 9	378

บทที่ 10 สารประกอบคาร์บอนิลไม่อิ่มตัวที่แอลฟากับเบตา **383**

10.1 การสังเคราะห์	386
10.1.1 ปฏิบัติการควบแน่นแบบแอลดอล	386
10.1.2 ปฏิบัติการขจัดไฮโดรเจนเฮไลด์จากกรดที่มีแอลฟาไฮโดรเจน	388
10.1.3 ปฏิบัติการควบแน่นแบบเพอร์คิน	389
10.2 ปฏิบัติการของสารประกอบคาร์บอนิลไม่อิ่มตัวที่แอลฟากับเบตา	390
10.2.1 ปฏิบัติการเพิ่มด้วยอิเล็กโทรไฟล์	390
10.2.2 ปฏิบัติการเพิ่มด้วยนิวคลีโอไฟล์	392
10.2.2.1 ปฏิบัติการเพิ่มแบบ 1, 2	392
10.2.2.2 ปฏิบัติการเพิ่มแบบ 1, 4	392
10.2.2.3 เกณฑ์การเกิดปฏิบัติการเพิ่มแบบ 1, 2 และแบบ 1, 4	394
10.2.3 ข้อเปรียบเทียบระหว่างปฏิบัติการเพิ่มด้วยอิเล็กโทรไฟล์ กับปฏิบัติการเพิ่มด้วยนิวคลีโอไฟล์	399
10.2.4 ปฏิบัติการดีลด์สอัลเดอร์	401
คำถามบทที่ 10	403

บทที่ 11 การสืบค้นกลไกปฏิกิริยา	405
11.1 ประเภทของกลไกปฏิกิริยา.....	405
11.1.1 กลไกแบบมีขั้วหรือกลไกแบบเฮเทอโรลิติก.....	406
11.1.2 กลไกแบบฟรีแรดิคัล.....	406
11.1.3 กลไกแบบเพอริไซคลิก.....	406
11.2 เกณฑ์ทางอุณหพลศาสตร์.....	407
11.3 เกณฑ์ทางจลนพลศาสตร์.....	409
11.4 ผลผลิตควบคุมโดยจลนพลศาสตร์ และผลผลิตควบคุมโดยอุณหพลศาสตร์.....	412
11.5 วิธีสืบค้นกลไกปฏิกิริยา.....	414
11.5.1 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของผลผลิต.....	414
11.5.2 การตรวจสอบอินเทอร์มีเดียต.....	414
11.5.2.1 การแยกอินเทอร์มีเดียตออกจากปฏิกิริยา.....	415
11.5.2.2 การตรวจสอบอินเทอร์มีเดียตในปฏิกิริยา.....	415
11.5.2.3 การใช้สารดักจับอินเทอร์มีเดียต.....	415
11.5.2.4 การทดลองโดยใช้อินเทอร์มีเดียตสังเคราะห์.....	415
11.5.3 การตรวจสอบสเตอริโอเคมี.....	417
11.5.4 การตรวจสอบทางจลนพลศาสตร์.....	417
11.5.5 การตรวจสอบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา.....	425
11.5.6 การตรวจสอบด้วยตัวทำลาย.....	426
11.5.7 การตรวจสอบด้วยหมู่แทนที่.....	428
11.5.8 การตรวจสอบด้วยไอโซโทป.....	429
คำถามบทที่ 11.....	432
บทที่ 12 ปฏิกิริยาประเภทต่าง ๆ และกลไกปฏิกิริยา	435
12.1 ปฏิกิริยาการแทนที่.....	437
12.1.1 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์.....	438
12.1.1.1 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ ในสารประกอบแอลิแฟติก.....	438
12.1.1.1.1 กลไกปฏิกิริยา.....	438
12.1.1.1.2 เกณฑ์ทางจลนพลศาสตร์.....	441

12.1.1.1.3	อิทธิพลของโครงสร้างของสารตั้งต้น.....	441
12.1.1.1.4	อิทธิพลของนิวคลีโอไฟล์.....	444
12.1.1.1.5	อิทธิพลของหมู่หลุด.....	446
12.1.1.1.6	อิทธิพลของตัวทำละลาย.....	447
12.1.1.1.7	สเตอริโอเคมี.....	448
12.1.1.1.8	การเข้าร่วมของหมู่ใกล้เคียง.....	449
12.1.1.1.9	ปฏิกิริยาข้างเคียง.....	451
12.1.1.2	ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์	
	ในสารประกอบเอโรแมติก.....	451
12.1.1.2.1	กลไกปฏิกิริยา.....	453
12.1.1.2.2	อิทธิพลของโครงสร้างของสารตั้งต้น.....	455
12.1.1.2.3	อิทธิพลของนิวคลีโอไฟล์.....	457
12.1.1.2.4	อิทธิพลของหมู่หลุด.....	457
12.1.2	ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์.....	457
12.1.2.1	กลไกปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์	
	ในสารประกอบแอลิแฟติก.....	457
12.1.2.2	ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์	
	ในสารประกอบเอโรแมติก.....	458
12.1.2.2.1	กลไกปฏิกิริยา.....	458
12.1.2.2.2	ปฏิกิริยาเฮโลจิเนชัน.....	458
12.1.2.2.3	ปฏิกิริยาไนเตรชัน.....	459
12.1.2.2.4	ปฏิกิริยาซัลฟะเนชัน.....	460
12.1.2.2.5	ปฏิกิริยาฟรีเดิลคราฟต์ส์แอลคิลเลชัน.....	461
12.1.2.2.6	ปฏิกิริยาฟรีเดิลคราฟต์ส์เอซิลเลชัน.....	463
12.1.2.3	ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์	
	ในอนุพันธ์เบนซีนที่มีหมู่แทนที่หนึ่งหมู่.....	465
12.1.2.3.1	หมู่ก่อกัมมันต์ซึ่งกำหนดตำแหน่งออร์โทและพารา..	465
12.1.2.3.2	หมู่ลุดกัมมันต์ซึ่งกำหนดตำแหน่งเมตา	467
12.1.2.3.3	หมู่ลุดกัมมันต์ซึ่งกำหนดตำแหน่งออร์โทและพารา.....	469

12.1.2.4	ปฏิบัติการแทนที่ด้วยอิเล็กโทรไฟล์ใน อนุพันธ์เบนซีนที่มีหมู่แทนที่สองหมู่.....	470
12.2	ปฏิบัติการเพิ่ม.....	472
12.2.1	ปฏิบัติการเพิ่มที่พหุพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน	472
12.2.1.1	กลไกปฏิกิริยา.....	472
12.2.1.1.1	ปฏิบัติการเพิ่มด้วยอิเล็กโทรไฟล์.....	472
12.2.1.1.2	ปฏิบัติการเพิ่มด้วยนิวคลีโอไฟล์	472
12.2.1.2	อิทธิพลของหมู่แทนที่มีต่อความว่องไว.....	474
12.2.1.3	ตำแหน่งการเพิ่มที่พหุพันธะ	474
12.2.1.4	สเตอริโอเคมี	476
12.2.2	ปฏิบัติการเพิ่มที่พหุพันธะระหว่างคาร์บอน กับเฮเทอโรอะตอม	478
12.2.2.1	ปฏิบัติการเพิ่มที่หมู่คาร์บอนิลของแอลดีไฮด์และคีโตน	479
12.2.2.1.1	กลไกปฏิกิริยา	479
12.2.2.1.2	อิทธิพลของหมู่แทนที่ในสารตั้งต้น	480
12.2.2.1.3	อิทธิพลของโครงสร้างของสารตั้งต้น	481
12.2.2.1.4	ปฏิบัติการเพิ่มของแอลดีไฮด์และคีโตน	481
12.2.2.2	ปฏิบัติการเพิ่มที่หมู่คาร์บอนิลของอนุพันธ์ ของกรดคาร์บอกซิลิก	488
12.2.2.2.1	กลไกปฏิกิริยา	489
12.2.2.3	ปฏิบัติการเพิ่มที่หมู่ไนไตรล์	490
12.3	ปฏิบัติการจัด	490
12.3.1	ปฏิบัติการจัดในสารละลาย	491
12.3.1.1	กลไกปฏิกิริยา.....	491
12.3.1.2	ตำแหน่งพันธะคู่.....	495
12.3.1.3	อิทธิพลของโครงสร้างของสารตั้งต้น	498
12.3.1.4	อิทธิพลของเบส	500
12.3.1.5	อิทธิพลของหมู่หยุด	500
12.3.1.6	อิทธิพลของตัวกลาง	501

	หน้า
12.3.2 ปฏิบัติการขจัดในสภาวะไอ.....	502
12.3.2.1 กลไกการขจัดแบบ E ₁	502
12.3.2.2 ตำแหน่งพันธะคู่.....	503
12.4 ปฏิบัติการจัดตัวใหม่.....	504
12.4.1 ปฏิบัติการจัดตัวใหม่แบบนิวคลีโอไฟล์.....	505
12.4.1.1 กลไกปฏิกิริยา.....	505
12.4.1.2 สมรรถภาพการเคลื่อนย้าย.....	506
12.4.1.3 ปฏิกิริยาการเคลื่อนย้าย.....	508
12.4.2 ปฏิบัติการจัดตัวใหม่แบบฟรีแรดิคัล.....	509
12.4.2.1 กลไกปฏิกิริยา.....	509
12.4.3 ปฏิบัติการจัดตัวใหม่แบบอิเล็กโตรไฟล์.....	511
12.4.3.1 กลไกปฏิกิริยา.....	511
คำถามบทที่ 12.....	512
ภาคผนวก 1 หมู่ฟังก์ชันชนิดต่างๆ.....	517
ภาคผนวก 2 ตารางธาตุ.....	519
ภาคผนวก 3 เฉลยคำตอบ.....	520
บรรณานุกรม	567

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1.1 ไอโซเมอร์ชนิดต่าง ๆ	2
ภาพ 1.2 มือซ้ายและมือขวาต่างเป็นภาพในกระจกเงาซึ่งกันและกัน	3
ภาพ 1.3 มือซ้ายและมือขวาไม่สามารถซ้อนทับกันได้สนิท	3
ภาพ 1.4 อีแนนทีโอเมอร์ I และ II ของ 2-บิวเทนอล	4
ภาพ 1.5 (a) 2-โพรพานอล (III) และภาพในกระจกเงา (IV) (ข) โครงสร้าง III และ IV สามารถซ้อนทับกันได้	4
ภาพ 1.6 วัตถุที่มีระนาบสมมาตร	5
ภาพ 1.7 (a) 2-คลอโรโพรเพนมีระนาบสมมาตร (ข) 2-คลอโรบิวเทนไม่มีระนาบสมมาตร	5
ภาพ 1.8 การสั่นของคลื่นไฟฟ้าและคลื่นแม่เหล็กในแสง	7
ภาพ 1.9 การทำแสงโพลาไรส์	7
ภาพ 1.10 การหมุนของระนาบแสงโพลาไรส์ในโพลาไรมิเตอร์	8
ภาพ 1.11 การเปรียบเทียบโครงสร้างโมเลกุลแบบต่าง ๆ (a) โครงสร้างแบบลูกกลมและก้านไม้ (ข) โครงสร้างภาพฉายสามมิติ (c) โครงสร้างภาพฉายแบบฟิชเชอร์	11
ภาพ 1.12 ไอโซเมอร์เรขาคณิต (a) มองจากด้านข้าง (b) มองจากด้านบน (c) โครงสร้างรูปเก้าอี้	25
ภาพ 2.1 ความยาวคลื่นของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า	36
ภาพ 2.2 สเปกตรัมของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า	36
ภาพ 2.3 สเปกตรัมที่วัดเป็น (a) เปอร์เซ็นต์ความส่องผ่าน (ข) แอ็บซอร์เบ้นซ์ ที่ความยาวคลื่น (หรือความถี่) ต่าง ๆ	39
ภาพ 2.4 การสั่นของโมเลกุลของแอสซิเทเลตไฮดริด์	40
ภาพ 2.5 แบบการสั่นของหมู่ $-CH_2$ (a) การยืดหดสมมาตร (ข) การยืดหด (c) การงอในระนาบเดียวกันหรือการหนีบแบบกรรไกร (g) การงอ ออกนอกระนาบหรือการกระดิก (จ) การงอออกนอกระนาบหรือการบิด (ฉ) การงอในระนาบเดียวกัน หรือการโยก	41
ภาพ 2.6 อินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	43
ภาพ 2.7 ช่วงความถี่ที่เกิดการยืดหรืออของพันธะในหมู่ฟังก์ชันัลต่าง ๆ	44
ภาพ 2.8 อินฟราเรดสเปกตรัมของเฮกเซนและ 3-เมทิลเพนเทน	45

ภาพ 2.9	อินฟราเรดสเปกตรัมของเฮปแทน 1-เฮปทีน และเฟนิลอีเทน	50
ภาพ 2.10	อินฟราเรดสเปกตรัมของ 1-octene, isopropyl bromide และ <i>n</i> -butylbenzene	51
ภาพ 2.11	อินฟราเรดสเปกตรัมของแอลคีนจากการงอของพันธะ C-H (ก) $RCH=CH_2$ (ข) $R_2C=CH_2$ (ค) <i>cis</i> $RCH=CHR$ (ง) <i>trans</i> $RCH=CHR$	52
ภาพ 2.12	อินฟราเรดสเปกตรัมของวงเบนซีน (ก) มีหมู่แทนที่หมู่เดียว (ข) หมู่แทนที่สองหมู่ ตำแหน่งออร์โท (ค) หมู่แทนที่สองหมู่ ตำแหน่งเมตา (ง) หมู่แทนที่สองหมู่ ตำแหน่งพารา	53
ภาพ 2.13	อินฟราเรดสเปกตรัมของ cyclohexanol และ pentanamine	54
ภาพ 2.14	อินฟราเรดสเปกตรัมของ <i>n</i> -propylamine, dipropylamine และ tripropylamine	56
ภาพ 2.15	อินฟราเรดสเปกตรัมของ tert-butyl alcohol ละลายในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน	57
ภาพ 2.16	อินฟราเรดสเปกตรัมของ di- <i>n</i> -propyl ether และ phenetole	58
ภาพ 2.17	อินฟราเรดสเปกตรัมของ 2-pentanone และ 3,3-dimethyl-2-butanone	59
ภาพ 2.18	อินฟราเรดสเปกตรัมของ butanal และ benzaldehyde	60
ภาพ 2.19	อินฟราเรดสเปกตรัมของ propanoic acid	61
ภาพ 2.20	อินฟราเรดสเปกตรัมของ n-butyl acetate และ ethyl benzoate	61
ภาพ 2.21	โปรตอนหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก (ซ้าย) โปรตอนจึงมีสมบัติคล้ายกับแม่เหล็กแห่งเล็กๆ (ขวา)	62
ภาพ 2.22	การวางตัวของโมเมนต์แม่เหล็กของโปรตอนเมื่อไม่มีสนามแม่เหล็ก ภายนอก (ซ้าย) และในสนามแม่เหล็กภายนอก (ขวา)	63
ภาพ 2.25	ความแตกต่างของพลังงานระหว่างทิศขนานและทิศขนานสวน	63
ภาพ 2.24	เอ็นเอ็มอาร์สเปกโทรมิเตอร์	64
ภาพ 2.25	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัม	65
ภาพ 2.26	สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำเกิดจากการโคจรของอิเล็กตรอนรอบโปรตอน	69
ภาพ 2.27	สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำทำให้ (ก) แอโรแมติกโปรตอนไม่ถูกกำบัง (ข) อะเซทิลีนิกโปรตอนถูกกำบัง	70
ภาพ 2.28	Chemical shift ในเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัม	71
ภาพ 2.29	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของ CH_2ClCH_2Cl จากเครื่องเอ็นเอ็มอาร์ขนาด 60 เมกะเฮิรตซ์	72
ภาพ 2.30	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของ toluene, <i>p</i> -xylene และ mesitylene	74
ภาพ 2.21	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของ <i>p</i> -tert-butyltoluene	75
ภาพ 2.32	การแตกแยกสัญญาณของ 1,1,2-tribromoethane, 1,1-dibromoethane และ ethyl bromide	76
ภาพ 2.33	การคู่ควบกับโปรตอนหนึ่งตัวให้สัญญาณเป็น doublet	77
ภาพ 2.34	การคู่ควบกับโปรตอนสองตัวให้สัญญาณเป็น triplet	78

ภาพ 2.35	สัญญาณ a แยกแยกออกเป็นสองสัญญาณย่อยเมื่อคู่ควบกับโปรตอนหนึ่งตัว สัญญาณ b แยกแยกออกเป็นสามสัญญาณย่อยเมื่อคู่ควบกับโปรตอนสองตัว ระยะห่างระหว่างสัญญาณย่อยเท่ากันเป็นระยะ J_{ab}	78
ภาพ 2.36	การคู่ควบกับโปรตอนสามตัวให้สัญญาณเป็น quartet.....	79
ภาพ 2.37	อัตราส่วนความเข้มของสัญญาณย่อย	79
ภาพ 2.38	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของ isopropyl bromide	82
ภาพ 2.39	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของ n-propylbenzene	83
ภาพ 2.40	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของ 1,2-dibromo-1-phenylethane	83
ภาพ 2.41	ระดับพลังงานของออร์บิทัลเชิงโมเลกุลต่าง ๆ และการกระตุ้นของอิเล็กตรอน.....	41
ภาพ 2.42	การเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบ $\pi \rightarrow \pi^*$ และ $n \rightarrow \pi^*$ ของแอซิโตนและเมทิลไวนิลคีโตน.....	87
ภาพ 2.43	อัลตราไวโอเลตสเปกตรัมของแอซิโตน.....	88
ภาพ 2.44	อัลตราไวโอเลตสเปกตรัมของแอซิโตนในไซโคลเฮกเซน.....	89
ภาพ 2.45	อัลตราไวโอเลตวิชิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.....	90
ภาพ 2.46	แมสสเปกตรัมของเมทานอล	93
ภาพ 2.47	แมสสเปกโทรมิเตอร์	93
ภาพ 2.48	การลดความต่างศักย์ที่แผ่นเร่งความเร็วทำให้อนุภาคที่มีค่า m/e มาก สามารถปะทะกับเครื่องกักเก็บไอออนได้	95
ภาพ 2.49	แมสสเปกตรัมของเมทิลโบรมाइด์	96
ภาพ 2.50	แมสสเปกตรัมของเอทิลคลอไรด์.....	96
ภาพ 2.51	แมสสเปกตรัมของ N-ethylpropylamine	99
ภาพ 2.52	แมสสเปกตรัมของ 1-butanol	99
ภาพ 2.53	อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.2	101
ภาพ 2.54	อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.3	102
ภาพ 2.55	อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.4	103
ภาพ 2.56	อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.5.....	104
ภาพ 2.57	อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.6.....	104
ภาพ 2.58	อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.7.....	105
ภาพ 2.59	อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.8.....	106
ภาพ 2.60	อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.9.....	107
ภาพ 2.61	อินฟราเรดสเปกตรัมของ B (บน) และ C (ล่าง) สำหรับคำถามข้อ 2.10.....	108
ภาพ 2.62	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.12.....	109
ภาพ 2.63	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.11.....	110
ภาพ 2.64	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.14.....	111

	หน้า
ภาพ 2.65 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.15.....	112
ภาพ 2.66 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.16.....	113
ภาพ 3.67 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.17.....	114
ภาพ 2.68 อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.18.....	115
ภาพ 3.69 อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.19.....	116
ภาพ 2.70 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.19.....	117
ภาพ 2.71 อินฟราเรดสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.20.....	118
ภาพ 2.73 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.20.....	119
ภาพ 2.73 แมสสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.29.....	121
ภาพ 2.74 แมสสเปกตรัมสำหรับคำถามข้อ 2.30.....	122
ภาพ 3.1 p-d π bond.....	131
ภาพ 3.2 (ก) อะตอมสภาพเป็นกลาง (ข) อะตอมสภาพมีขั้วได้.....	134
ภาพ 4.1 พันธะไนอัมโมเนียและอะมีน.....	143
ภาพ 4.2 คู่อิแนนท์ไอเมอร์ของอะมีน.....	144
ภาพ 4.3 การผูกผันของคู่อิแนนท์ไอเมอร์ของอะมีน.....	144
ภาพ 4.4 คู่อิแนนท์ไอเมอร์ของเกลียวอัมโมเนียมจุดตกภูมิ.....	161
ภาพ 4.5 การเตรียมและปฏิกิริยาของเกลียวเบนซีนไดอะโซเนียม.....	165
ภาพ 4.6 การสร้างพันธะ $C\equiv N$ ของไนไตรล์.....	167
ภาพ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบพลังงานความร้อนที่คายออกมา จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ของพอลิอินและของแนพทาลีน.....	180
ภาพ 5.2 ออร์บิทัลเชิงโมเลกุลของแนพทาลีนและกลุ่มหมอกพวยซึ่งอยู่ด้านบน และด้านล่างของระนาบโมเลกุล.....	182
ภาพ 5.3 ระดับพลังงานของสารตั้งต้นที่เปลี่ยนแปลงไปจนกลายเป็นผลผลิต.....	192
ภาพ 5.4 ออร์บิทัลเชิงโมเลกุลของแอนทราซีนและฟิแนนทรีน.....	196
ภาพ 5.5 ตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาซัลฟิเนชันในฟิแนนทรีน.....	202
ภาพ 6.1 อะตอมมิกออร์บิทัลของพีโรล.....	213
ภาพ 6.2 อะตอมมิกออร์บิทัลของฟิวแรน.....	214
ภาพ 6.3 โครงสร้างเรโซแนนซ์ของ (น) พีโรล (ข) ฟิวแรน (ง) ไทอะฟินเมื่อใช้ p-ออร์บิทัล (ง) ไทอะฟินเมื่อใช้ p-ออร์บิทัล และ d-ออร์บิทัล.....	214
ภาพ 6.4 โครงสร้างเรโซแนนซ์ของพีระดีน.....	221
ภาพ 6.5 อะตอมมิกออร์บิทัลของพีระดีน.....	222
ภาพ 7.1 พอลิเมอร์ร่วมแบบสลับไม่แน่นอน.....	240
ภาพ 7.2 พอลิเมอร์ร่วมแบบสลับตัวต่อตัว.....	240

ภาพ 7.3	พอลิเมอร์ร่วมแบบสลับกุ่ม	240
ภาพ 7.4	พอลิเมอร์ร่วมแบบแยกกิ่ง	240
ภาพ 7.5	พันธะไฮโดรเจนในเส้นใยไหม	241
ภาพ 7.6	พันธะไฮโดรเจนในไนลอน 66	242
ภาพ 7.7	สารยึดหยุ่นเมื่อถูกยืดออกจะเปลี่ยนจากสภาวะอสัณฐานเป็นสภาวะผลึก	242
ภาพ 7.8	การเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลในสารยึดหยุ่น	243
ภาพ 7.9	โครงสร้างซิสโดยตลอดในโมเลกุลของยางธรรมชาติ	243
ภาพ 7.10	(n) โครงสร้างซิสในยางธรรมชาติ (ข) โครงสร้างทรานส์ในยางกัตทาเพอร์ชา	244
ภาพ 7.11	การเชื่อมโยงด้วยก้ำมะถันในยางธรรมชาติ	244
ภาพ 7.12	หย่อมผลึก (บริเวณที่โมเลกุลจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ)	245
ภาพ 7.13	การเปลี่ยนแปลงของพอลิเมอร์ที่ไม่มีการเชื่อมโยงเป็นพอลิเมอร์ที่มีการเชื่อมโยงมาก	246
ภาพ 7.14	การปั้นด้าย (n) การปั้นเหลว (ข) การปั้นแห้ง (n) การปั้นเปียก	254
ภาพ 7.15	พอลิไพโรฟิซีน (n) แบบไอโซแทกติก (ข) แบบซินดิโอแทกติก (n) แบบเฮเทอแทกติก	261
ภาพ 7.16	โมเลกุลของ (n) ไยให้ a. (ข) ขนสัตว์	262
ภาพ 7.17	บริเวณหย่อมผลึกในพอลิเอทิลีน	269
ภาพ 7.18	การเปรียบเทียบการจัดเรียงตัวของโมเลกุลในหย่อมผลึก (n) ไม่อยู่ในแนวเดียวกัน (ข) แนวเดียวกัน	270
ภาพ 8.1	แอนไอออนกำลังเคลื่อนที่เข้าหาแอนไอออน	279
ภาพ 8.2	การเปรียบเทียบโครงสร้างของกรดแอลฟาอะมีโนกับโครงสร้างของ กลีเซอรอลดีไฮด์โดยใช้โครงสร้างแบบลูกกลมและก้านไม้	287
ภาพ 8.3	การเปรียบเทียบโครงสร้างของกรดแอลฟาอะมีโนกับโครงสร้างของ กลีเซอรอลดีไฮด์โดยใช้โครงสร้างภาพฉายแบบฟิชเชอร์	287
ภาพ 8.4	พันธะโคเวเลนต์และพันธะนอนโคเวเลนต์ในโปรตีน	292
ภาพ 8.5	โครงสร้างทุติยภูมิแบบหนึ่งของโปรตีนเป็นรูปเกลียวชนิดแอลฟา	293
ภาพ 8.6	โครงสร้างทุติยภูมิอีกแบบหนึ่งของโปรตีนเป็นรูปแผ่นหยักลอนชนิดเบตา	294
ภาพ 8.7	โครงสร้างตติยภูมิของโปรตีน	294
ภาพ 8.8	โครงสร้างจตุตถภูมิของโปรตีน	295
ภาพ 8.9	การพิสูจน์เอกลักษณ์ของกรดแอลฟาอะมีโนโดยโครมาโทกราฟี (n) โครมาโทแกรมของสารตัวอย่าง (ข) โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน ที่ทราบชนิดของกรดแอลฟาอะมีโนและมีจำนวนโมลเท่า ๆ กัน	296
ภาพ 8.10	โครงสร้างภาพฉายแบบฟิชเชอร์ของมอนแซ็กคาไรด์ที่สำคัญบางตัว	302
ภาพ 8.11	โมเลกุลของไอโอดีนถูกกักอยู่ในเกลียวของแอมิโลส	319
ภาพ 8.12	โครงสร้างโมเลกุลของแอมิโลเพกทิน (จุดค่าแต่ละจุดหมายถึงโมเลกุลของกลูโคส)	319

ภาพ 8.13	การเปรียบเทียบโครงสร้างโมเลกุลของกลีเซอรไรด์อิมิตัวและไม่อิมิตัว.....	323
ภาพ 8.14	ไมเซลล์ของสบู่ในน้ำ.....	325
ภาพ 8.15	กลไกการทำงานของสบู่.....	326
ภาพ 9.1	อะตอมมิกออร์บิทัลของอินอเลตแอนไอออน.....	342
ภาพ 11.1	ลักษณะกราฟของพลังงานเสรีของปฏิกิริยาที่ไม่มีเอนเทอร์มีเดียต และผลผลิตมีพลังงานเสรีต่ำกว่าสารตั้งต้น.....	409
ภาพ 11.2	ลักษณะกราฟของพลังงานเสรีของปฏิกิริยาที่มีเอนเทอร์มีเดียตโดยที่ ΔG_1^\ddagger และ ΔG_2^\ddagger คือพลังงานเสรีก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาขั้นตอนที่หนึ่งและที่สองตามลำดับ.....	411
ภาพ 11.3	ลักษณะกราฟของพลังงานเสรีของปฏิกิริยาที่มีเอนเทอร์มีเดียต โดยที่ขั้นตอนแรกมีพลังงานเสรีก่อกัมมันต์สูงกว่าขั้นที่สอง.....	412
ภาพ 11.4	ลักษณะกราฟของพลังงานเสรีของปฏิกิริยาที่มีผลผลิตควบคุมโดย จลนพลศาสตร์และผลผลิตควบคุมโดยอุณหพลศาสตร์.....	413
ภาพ 11.5	ความแตกต่างของพลังงานการสั่นที่จุดศูนย์ของพันธะ C-H และ C-D ซึ่งก่อให้เกิดปรากฏการณ์ไอโซโทป.....	
ภาพ 12.1	ลักษณะกราฟของพลังงานศักย์ของกลไกปฏิกิริยาแบบ S_N1	439
ภาพ 12.2	ลักษณะกราฟของพลังงานศักย์ของกลไกปฏิกิริยาแบบ S_N2	440
ภาพ 12.3	การซ้อนทับของ p-ออร์บิทัลของแอลฟาคาร์บอนกับพันธะพายที่อยู่ข้างเคียง.....	442
ภาพ 12.4	(ก) 18-Crown-6 โพร่งข้างในมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 2.7 Å (ข) โพร่งเชื่อมไอออนถูกจับอยู่ในโพร่งของ 18-Crown-6 โพร่งเชื่อมไอออน มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 2.66 Å.....	446
ภาพ 12.5	สภาวะแทรนซิชันของปฏิกิริยาอะซีโกลิซิสของ anti-7-norbornenyl tosylate.....	451
ภาพ 12.6	แอร์เนียมไอออนที่เกิดจากการเข้าเกาะของอิเล็กโทรไฟล์ที่ตำแหน่งออร์โท เมตา และพารา ของหมู่ก่อกัมมันต์ที่มีอิเล็กตรอนคู่ไม่สร้างพันธะ.....	467
ภาพ 12.7	แอร์เนียมไอออนที่เกิดจากการเข้าเกาะของอิเล็กโทรไฟล์ที่ตำแหน่ง ออร์โท เมตา และพารา ของหมู่แอลคิล.....	468
ภาพ 12.8	แอร์เนียมไอออนที่เกิดจากการเข้าเกาะของอิเล็กโทรไฟล์ที่ตำแหน่ง ออร์โท เมตา และพารา ของหมู่ลดกัมมันต์.....	469
ภาพ 12.9	แอร์เนียมไอออนที่เกิดจากการเข้าเกาะของอิเล็กโทรไฟล์ที่ตำแหน่ง ออร์โท เมตา และพารา ของหมู่ธาตุแฮโลเจน.....	470

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1.1 สมบัติทางกายภาพของ <i>R</i> - และ <i>S</i> -2-butanol.....	6
ตาราง 2.1 ความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ดูดกลืนโดยหมู่ฟังก์ชันัลต่าง ๆ	46
ตาราง 2.2 การสั่นแบบยืดของสารประกอบคาร์บอนิลบางชนิด	58
ตาราง 2.3 Chemical shift ของโปรตอนชนิดต่าง ๆ.....	73
ตาราง 2.4 โครโมฟอร์ที่ดูดกลืนอัลตราไวโอเล็ต	87
ตาราง 2.5 ความอุดมของไอโซโทปธรรมชาติ	96
ตาราง 3.1 การเรียกชื่อไทออล	124
ตาราง 4.1 ลำดับความสำคัญของหมู่ฟังก์ชันัล	142
ตาราง 4.2 สมบัติทางกายภาพของอะมีนบางตัว	145
ตาราง 4.3 ค่า pK_b ของอะมีนบางตัว.....	153
ตาราง 6.1 การเรียกชื่อ IUPAC ของสารประกอบเฮทเทอโรไซคลิก.....	211
ตาราง 3.1 กรดแอลฟาอะมีโนในโปรตีน.....	276
ตาราง 3.2 จุดไอโซอิเล็กทริกของกรดแอลฟาอะมีโนบางตัว	281
ตาราง 8.3 โครงแบบสัมบูรณ์และค่าการหมุนจำเพาะของกรดแอลฟาอะมีโนธรรมชาติ	288
ตาราง 8.4 กรดไขมันบางชนิดและแหล่งที่พบ	322
ตาราง 10.1 สารประกอบคาร์บอนิลไม่อิ่มตัวที่แอลฟาแกมมาบางตัว	384
ตาราง 11.1 ค่าคงที่ได้อิเล็กทริกของตัวทำละลายสามัญบางตัว	426
ตาราง 12.1 การจำแนกหมู่ฟังก์ชันัลตามเลขออกซิเดชัน.....	436
ตาราง 1.2.2 อิทธิพลของสภาพมีขั้วของตัวทำละลายที่มีผลต่ออัตราการศึกษา ปฏิกิริยาที่มีกลไกแบบ S_N1 และ S_N2	448
ตาราง 1.2.3 อิทธิพลของโซ่กิ่งที่แอลฟาและเบตาคาร์บอนของแอลคิลโบรไมด์ ซึ่งทำปฏิกิริยากับ ^-OEt	499