

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 ฟอสฟอรัส.....	29
1.3.3 ซัลเฟอร์.....	29
คำถามบทที่ 1.....	30
บทที่ 2 สเปนโทโรสโกปี.....	35
2.1 อินฟราเรดสเปนโทโรสโกปี.....	36
2.1.1 ลักษณะของสเปกตรัม.....	38
2.1.2 การดูดกลืนรังสีอินฟราเรด.....	39

	หน้า
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 แมสสเปกโตรเมตรี	91
2.4.1 หลักการของแมสสเปกโตรเมตรี	91
2.4.2 แมสสเปกโตรมิเตอร์	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 การตรวจหาธาตุแอโลเจน	95
2.4.3.3 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 ซัลเฟอร์อัลลิด	131
3.1.3.1 การเตรียม	131
3.1.3.2 สมบัติทางเคมี	132
3.2 สารประกอบฟอสฟอรัส	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 ฟอสเฟอร์อัลลิด	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 แอลิแฟติกอะมีน	140
4.1.1.2 แอโรแมติกอะมีน	141
4.1.2 พันธะในอะมีน	142
4.1.3 สภาพไครัล	143
4.1.4 สมบัติทางกายภาพ	144
4.1.5 การเตรียม	146
4.1.5.1 ปฏิกริยาระหว่างอัมโมเนียหรืออะมีนกับแอลคิลเฮไลด์	146
4.1.5.2 ปฏิกริยาระหว่างแอลไนด์กับแอลคิลเฮไลด์	147
4.1.5.3 ปฏิกริยารีดักชันของสารประกอบไนไตรล์	149
4.1.5.4 ปฏิกริยารีดักชันของสารประกอบแอไมด์	149
4.1.5.5 ปฏิกริยารีดักชันของสารประกอบไนโตร	149
4.1.5.6 ปฏิกริยารีดักชันของฟอสฟอไรน	150
4.1.5.7 ปฏิกริยาการจัดตัวใหม่แบบฮอฟมันน์	151
4.1.6 สภาพเบส	152
4.1.6.1 หมู่ให้อิเล็กตรอน	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 สภาพไครล์.....	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 ปฏิกริยาการจัดแบบฮอฟมันน์.....	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 พันธะในไนไตรล์.....	166
4.4.3 การเตรียม.....	167
4.4.3.1 ปฏิกริยาการจัดน้ำในแอไมด์.....	167
4.4.3.2 ปฏิกริยาระหว่างแอลคิลเฮไลด์กับโพแทสเซียมไซอะไนด์.....	167
4.4.3.3 ปฏิกริยาระหว่างกรีนยาร์ตริเอเจนต์กับไซแอโนเจนคลอไรด์.....	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 ปฏิกริยากับกรีนยาร์ตริเอเจนต์.....	170
4.5 ไอโซไนไตรล์.....	170
4.5.1 การเตรียม.....	170

	หน้า
4.5.1.1 ปฏิบัติการระหว่างแอลคิลไฮโดรเจนกับเงินไนอะไนต์.....	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 ไอโซเมอร์ไรเซชัน.....	171
4.6 สารประกอบไนโตร.....	171
4.6.1 การเตรียม.....	171
4.6.1.1 ปฏิบัติการระหว่างแอลคิลไฮโดรเจนกับเงินไนไตรด์.....	171
4.6.1.2 ปฏิบัติการในเทอร์ชัน.....	172
4.6.1.3 ปฏิบัติการออกซิเดชัน.....	172
4.6.2 สมบัติทางเคมี.....	173
4.7 สารประกอบไนโตรโซ.....	173
4.7.1 การเตรียม.....	174
4.7.1.1 ปฏิบัติการออกซิเดชันของอะมีน.....	174
4.7.2 สมบัติทางเคมี.....	174
คำถามบทที่ 4.....	176
บทที่ 5 สารประกอบพอลิโนวเคลียร์แอมโรแมติก.....	179
5.1 แนพทะลีน.....	180
5.1.1 การเรียกชื่อ.....	180
5.1.2 โครงสร้างโมเลกุลของแนพทะลีน.....	181
5.1.3 สมบัติทางกายภาพ.....	183
5.1.4 การเตรียม.....	183
5.1.4.1 การสังเคราะห์แบบฮาเวิร์ท.....	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 ปฏิกริยาการแทนที่ในแนพทีลีนด้วยอิเล็กโตรไฟล์.....	187
5.1.5.4 ปฏิกริยาการแทนที่ในอนุพันธ์แนพทีลีนด้วยอิเล็กโตรไฟล์.....	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 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์.....	202
คำถามบทที่ 5.....	205
บทที่ 6 สารประกอบเฮเทอโรไซคลิก.....	209
6.1 การเรียกชื่อ.....	210
6.2 สารประกอบเฮเทอโรไซคลิกขนาดวงห้าอะตอม.....	212
6.2.1 โครงสร้างโมเลกุล.....	213
6.2.2 การเตรียม.....	215
6.2.2.1 ฟิวแรน.....	215
6.2.2.2 พีโรล.....	215
6.2.2.3 ไทอะฟิน.....	216
6.2.2.4 อนุพันธ์ของฟิวแรน พีโรล และไทอะฟิน.....	217
6.2.3 สมบัติทางกายภาพ.....	217
6.2.4 สมบัติทางเคมี.....	218
6.2.4.1 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์.....	218
6.2.4.2 ปฏิกริยาการเพิ่ม.....	219

6.2.4.3 ปฏิบัติการดีสคัลเลอร์	22i
6.3 สารประกอบเฮทเทอโรไซคลิกขนาดเล็ก	221
6.3.1 โครงสร้างโมเลกุล	221
6.3.2 การเตรียม	222
6.3.2.1 พีระดิน	222
6.3.2.2 อนุพันธ์พีระดิน	223
6.3.3 สมบัติทางกายภาพ	224
6.3.4 สมบัติทางเคมี	224
6.3.4.1 ปฏิกริยากับกรด	224
6.3.4.2 ปฏิกริยาแอลคิเลชัน	225
6.3.4.3 ปฏิกริยาออกซิเดชัน	225
6.3.4.4 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์	226
6.3.4.5 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์	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 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์	232
6.4.4.2 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์	233
คำถามบทที่ 6	234
บทที่ 7 พอลิเมอร์	237
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 พอลิเมอร์เอกพันธุ์	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 พอลิเอไมด์	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 กรดแอมโฟอะมีโน	276
8.1.1.1 กรดแอมโฟอะมีโนชนิดต่าง ๆ	276
8.1.1.2 สภาพกรดและเบส	278
8.1.1.3 การสังเคราะห์	281

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 ปฏิกริยาการแยกสลายด้วยน้ำอย่างสมบูรณ์.....	295
8.1.6.2 ปฏิกริยาการแยกสลายด้วยน้ำเพียงบางส่วน.....	296
8.1.6.3 การหากรดแอลฟาอะมิโนปลายโซ่ด้านหมู่ะมิโน.....	297
8.1.6.4 การหากรดแอลฟาอะมิโนปลายโซ่ด้านหมู่คาร์บอกซิล.....	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 เอพิเมอร์และแอนิเมอร์.....	306
8.2.1.7 ภาพฉายแบบฮาเวิร์ท.....	308

8.2.1.8	โครงรูปแบบเก้าอี้.....	308
8.2.1.9	มีวทะโรเทศน์.....	309
8.2.1.10	ไกลโคไซด์.....	311
8.2.1.11	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	สมดุลระหว่างคีโทกับอินอล.....	342
9.2.1	สมดุลระหว่างคีโทกับอินอลในเบส.....	342
9.2.2	สมดุลระหว่างคีโทและอินอลในกรด.....	343
9.3	การเตรียมคาร์แบนไฮดรอน.....	344
9.4	ปฏิกิริยาของคาร์แบนไฮดรอน.....	345
9.4.1	ปฏิกิริยาแอโลจินชั้น.....	345
9.4.1.1	ปฏิกิริยาของแอลดีไฮด์หรือคีโตนในเบส.....	345
9.4.1.2	ปฏิกิริยาของเมทิลคีโตนหรือเมทิลคาร์บินอลในเบส.....	348

	หน้า
9.4.1.3 ปฏิบัติของแอลกอฮอล์หรือคีโตนในกรด.....	350
9.4.1.4 ปฏิบัติของเฮลล์โวลฮาร์ดอะซิด.....	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 ปฏิบัติของแอลคิลเลชัน.....	370
9.4.5.1 ปฏิบัติของแอลคิลเลชันของคีโตน.....	370
9.4.5.2 ปฏิบัติของแอลคิลเลชันของแอลคิลเอสเตอร์.....	373
9.4.5.3 ปฏิบัติของแอลคิลเลชันของอะซีโตะอะซีติกเอสเตอร์.....	376
9.5 คาร์เบนไฮไดรด์อื่น 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 ปฏิบัติของสารประกอบคาร์บอนิลไม่อิ่มตัวที่แอลฟากับเบตา.....	390
10.2.1 ปฏิบัติการเพิ่มด้วยอิเล็กโตรไฟล์.....	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 ข้อเปรียบเทียบระหว่างปฏิบัติการเพิ่มด้วยอิเล็กโตรไฟล์ กับปฏิบัติการเพิ่มด้วยนิวคลีโอไฟล์.....	399
10.2.4 ปฏิบัติการดีลส์อัลเดอร์.....	401
คำถามบทที่ 10.....	403

บทที่ 11 การสืบค้นกลไกปฏิกิริยา	405
11.1 ประเภทของกลไกปฏิกิริยา	405
11.1.1 กลไกแบบมีขั้วหรือกลไกแบบเฮทเทอโรลิติก	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	
	ในสารประกอบแอโรแมติก	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	
	ในสารประกอบแอโรแมติก	458
12.1.2.2.1	กลไกปฏิกิริยา	458
12.1.2.2.2	ปฏิกิริยาแอโรแมติก	458
12.1.2.2.3	ปฏิกิริยาไนเตรชัน	459
12.1.2.2.4	ปฏิกิริยาซัลโฟเนชัน	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	หมู่ลดกัมมันต์ซึ่งกำหนดตำแหน่งเมตา	467
12.1.2.3.3	หมู่ลดกัมมันต์ซึ่งกำหนดตำแหน่งออร์โทและพารา	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 ปฏิบัติการขจัด.....	490
12.3.1 ปฏิบัติการขจัดในสารละลาย.....	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 อิทธิพลของหมู่ดูด.....	500
12.3.1.6 อิทธิพลของตัวกลาง.....	501

	หน้า
12.3.2 ปฏิบัติการการจัดในสภาวะไอ.....	502
12.3.2.1 กลไกการจัดแบบ E_i	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 ปฏิกิริยาความทรงจำ.....	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 หมู่ฟังก์ชันต่าง ๆ.....	517
ภาคผนวก 2 ตารางธาตุ.....	519
ภาคผนวก 3 เฉลยคำตอบ.....	520
บรรณานุกรม.....	567