

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
บทที่ 1 บทนำ	1-22
1.1 บทบาทของนักเคมีวิเคราะห์	1
1.2 การแบ่งวิธีการวิเคราะห์	1
1.2.1 การวิเคราะห์แบบดั้งเดิม	1
1.2.2 การวิเคราะห์โดยเครื่องมือ	1
1.3 ขั้นตอนในการวิเคราะห์	3
1.3.1 การเลือกวิธีการวิเคราะห์	3
1.3.2 การเก็บสารตัวอย่าง	4
1.3.3 การเตรียมสารตัวอย่าง	5
1.3.4 การทำสารตัวอย่างแบบเดียวกันซ้ำ	5
1.3.5 การเตรียมสารตัวอย่างให้อยู่ในรูปสารละลาย	5
1.3.6 การกำจัดสารรบกวน	6
1.3.7 การเทียบค่าจากการวัดแบบสัมบูรณ์	7
1.3.8 การเทียบค่าจากการวัดแบบสัมพัทธ์	8
1.3.9 การใช้ไมโครซอฟต์แวร์ เอกซ์เซล เพื่อสร้างกราฟมาตรฐานเปรียบเทียบ	11
1.3.10 การประเมินผลและประมาณความน่าเชื่อถือ	18
1.4 สารเคมี อุปกรณ์ และการดำเนินงาน	19
1.4.1 เกรดของสารเคมี	19
1.4.2 การทำความสะอาดเครื่องแก้ว	20
1.4.3 การระเหยสารสถานะของเหลว	20
แบบฝึกหัดท้ายบท	22
บทที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล	23-58
2.1 ตัวเลขนัยสำคัญ	23
2.1.1 การปัดตัวเลข	23
2.1.2 การคำนวณเกี่ยวกับตัวเลขนัยสำคัญ	24
2.2 ชนิดของความคลาดเคลื่อน	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.1 ความคลาดเคลื่อนเกิดจากระบบ	26
2.2.2 ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม	27
2.2.3 การคำนวณเกี่ยวกับความไม่แน่นอน	28
2.3 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล	33
2.3.1 ค่าเฉลี่ย	33
2.3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	33
2.3.3 ช่วงความเชื่อมั่น	35
2.3.4 การตัดข้อมูลทิ้ง	36
2.3.5 การเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์สองวิธี	39
แบบฝึกหัดท้ายบท	58
บทที่ 3 การคำนวณทางเคมี	59-84
3.1 หน่วยน้ำหนัก	59
3.1.1 น้ำหนักอะตอม	59
3.1.2 กรัมอะตอม	59
3.1.3 น้ำหนักโมเลกุล	60
3.1.4 กรัมโมเลกุล	60
3.1.5 น้ำหนักสูตร	60
3.1.6 กรัมน้ำหนักสูตร	60
3.1.7 น้ำหนักสมมูล	61
3.1.8 กรัมสมมูล	62
3.2 หน่วยปริมาตร	62
3.2.1 ลิตร	62
3.2.2 มิลลิลิตร	62
3.2.3 ลูกบาศก์เซนติเมตร	62
3.3 หน่วยความเข้มข้น	62
3.3.1 โมลาร์	63

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
3.3.2	ฟอร์มอล	64
3.3.3	นอร์มอล	66
3.3.4	โมแลล	67
3.3.5	ความเข้มข้นหน่วยร้อยละ	68
3.3.6	ความเข้มข้นส่วนในล้าน	71
3.4	การเจือจาง	73
3.4.1	อัตราส่วนการเจือจาง	73
3.4.2	การเตรียมสารละลายเจือจาง	75
3.5	สมการเคมี	76
3.5.1	ปฏิกิริยาการตกตะกอน	76
3.5.2	ปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส	76
3.5.3	ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน	77
3.5.4	ปฏิกิริยารีดอกซ์	77
	แบบฝึกหัดท้ายบท	84
บทที่ 4	ค่าคงที่สมดุล	85-102
4.1	ค่าคงที่สมดุล	85
4.2	สภาวะมาตรฐาน	85
4.3	ค่าคงที่สมดุลของการตกตะกอน	87
4.4	ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยากรด-เบส	91
4.5	ค่าคงที่สมดุลของสารประกอบเชิงซ้อน	95
4.6	ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยารีดอกซ์	97
4.7	กระบวนการแยกสาร	97
4.8	เทคนิคการแก๊จโทย์	98
	แบบฝึกหัดท้ายบท	102
บทที่ 5	การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก	103-130
5.1	ประเภทของการหาปริมาณโดยการชั่งน้ำหนัก	103
5.1.1	วิธีการตกตะกอน	103

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
5.1.2	วิธีทดสอบด้วยไฟฟ้า	103
5.1.3	วิธีการระเหย	103
5.2	ขั้นตอนของการวิเคราะห์โดยน้ำหนัก	104
5.2.1	การชั่งสารตัวอย่างที่จะวิเคราะห์	104
5.2.2	การเตรียมสารละลาย	104
5.2.3	การตกตะกอน	104
5.2.4	การย่อยตะกอน	104
5.2.5	การกรอง	105
5.2.6	การล้าง	105
5.2.7	การทำให้แห้งโดยการอบหรือเผา	105
5.2.8	การชั่งน้ำหนักตะกอน	105
5.2.9	การคำนวณ	105
5.3	กระบวนการตกตะกอน	106
5.3.1	กลไกของการเกิดตะกอน	107
5.3.2	การเกิดตะกอนแบบคอลลอยด์	107
5.3.3	สมบัติตะกอน	109
5.3.4	สารที่ใช้เป็นสารตกตะกอน	109
5.3.5	สิ่งเจือปนในตะกอน	111
5.3.6	การแก้ปัญหาการตกตะกอนร่วม	112
5.4	การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการหาปริมาณโดยการชั่งน้ำหนัก	113
	แบบฝึกหัดท้ายบท	130
บทที่ 6	การหาปริมาณสารโดยการวัดปริมาตร	131-150
6.1	ข้อกำหนดของการไทเทรต	131
6.2	ประเภทของการไทเทรต	132
6.2.1	การไทเทรตปฏิกิริยากรด-เบส	132
6.2.2	การไทเทรตปฏิกิริยาตกตะกอน	132

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.2.3 การไทเทรตสารประกอบเชิงซ้อน	133
6.2.4 การไทเทรตปฏิกิริยารีดอกซ์	133
6.3 สารละลายมาตรฐาน	133
6.3.1 สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ	133
6.3.2 สารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ	134
6.4 อินดิเคเตอร์	136
6.4.1 วิธีสังเกตด้วยสายตา	137
6.4.2 วิธีเชิงไฟฟ้า	138
6.5 วิธีการไทเทรต	139
6.5.1 การไทเทรตโดยตรง	139
6.5.2 การไทเทรตโดยอ้อม	139
6.5.3 การไทเทรตย้อนกลับ	139
6.6 การคำนวณโดยการวัดปริมาตร	140
6.6.1 การคำนวณการไทเทรตโดยตรง	140
6.6.2 การคำนวณการไทเทรตโดยอ้อม	144
6.6.3 การคำนวณการไทเทรตแบบย้อนกลับ	145
6.6.4 การคำนวณโดยใช้หน่วยไตเตอร์	148
แบบฝึกหัดท้ายบท	150
บทที่ 7 การไทเทรตปฏิกิริยากรด-เบส	151-182
7.1 นิยามกรด-เบส	151
7.1.1 ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส	151
7.1.2 ทฤษฎีกรด-เบสของบรอนสเตด-เลาว์รี	151
7.1.3 ทฤษฎีกรด-เบสของลิวิง	152
7.2 ความแรงของกรด-เบส	153
7.3 การวัดพีเอช	153
7.4 อินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตกรด-เบส	154

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.5 สมดุลของกรด-เบส	156
7.5.1 ค่าคงที่สมดุลของกรดอ่อน-เบสอ่อน	156
7.5.2 ค่าคงที่สมดุลการแตกตัวของน้ำ	159
7.6 สารละลายบัฟเฟอร์	159
7.6.1 การคำนวณพีเอชสารละลายบัฟเฟอร์	160
7.6.2 ผลของการเติมกรดและเบสลงในสารละลายบัฟเฟอร์	161
7.6.3 การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์	163
7.7 กราฟการไทเทรตปฏิกิริยากรด-เบส	164
7.7.1 กราฟการไทเทรตกรดแก่ด้วยเบสแก่	164
7.7.2 กราฟการไทเทรตกรดอ่อนด้วยเบสแก่	168
7.7.3 กราฟการไทเทรตกรดไดโพรติก	175
7.7.4 กราฟการไทเทรตของสารละลายกรดผสม	176
7.8 การประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับปฏิกิริยากรด-เบส	178
แบบฝึกหัดท้ายบท	182
บทที่ 8 การไทเทรตปฏิกิริยาตกตะกอน	183-204
8.1 ข้อจำกัดของการไทเทรตปฏิกิริยาตกตะกอน	183
8.2 การหาปริมาณคลอไรด์โดยไทเทรตกับไอออนซิลเวอร์	183
8.2.1 วิธีของโมธอร์	183
8.2.2 วิธีของฟาแจน	184
8.2.3 วิธีของไวลฮาร์ด	185
8.3 การคำนวณค่าคงที่การละลาย	186
8.4 กราฟการไทเทรตปฏิกิริยาการตกตะกอน	188
8.5 ปัจจัยที่มีผลต่อกราฟการไทเทรต	192
8.5.1 ความเข้มข้นของสารละลาย	192
8.5.2 ความสมบูรณ์ของปฏิกิริยา	193
8.6 การไทเทรตสารละลายผสมของเฮไลต์	194

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
8.7 อินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตแบบตกตะกอน	197
8.7.1 การเกิดตะกอนครั้งที่สอง	197
8.7.2 อินดิเคเตอร์ดูดซับ	199
8.7.3 การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสี	200
8.8 การประยุกต์ใช้สารมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท	202
แบบฝึกหัดท้ายบท	204
บทที่ 9 การไทเทรตสารประกอบเชิงซ้อน	205-224
9.1 ลิแกนด์	205
9.1.1 ลิแกนด์อินทรีย์	207
9.1.2 ลิแกนด์อินทรีย์	212
9.2 กราฟการไทเทรตโดยใช้กรดเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซีติก	216
9.2.1 ผลของค่าพีเอช	216
9.2.2 ผลของการเติมสารเกิดคอมเพล็กซ์ช่วย	220
9.2.3 ผลของการไฮโดรไลซิส	220
9.3 วิธีไทเทรตโดยใช้กรดเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซีติก	221
9.3.1 การไทเทรตโดยตรง	221
9.3.2 การไทเทรตย้อนกลับ	221
9.3.3 การไทเทรตแบบแทนที่	221
9.3.4 การไทเทรตด้วยเบส	222
9.4 อินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตด้วยใช้กรดเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซีติก	222
แบบฝึกหัดท้ายบท	224
บทที่ 10 การไทเทรตปฏิกิริยารีดอกซ์	225-239
10.1 ปฏิกิริยารีดอกซ์	225
10.2 ศักย์ไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้า	227
10.2.1 ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดตะกอน	228
10.2.2 ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารเชิงซ้อน	229

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
10.3 ผลของกระแสต่อศักย์ไฟฟ้าของเซลล์	229
10.3.1 ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างแนวต่อของสารละลาย	229
10.3.2 ศักย์ไฟฟ้าแบบโอห์ม	229
10.3.3 ผลของโพลาริเซชัน	230
10.4 ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง	230
10.5 การไทเทรตปฏิกิริยารีดอกซ์	231
10.6 กราฟการไทเทรตของปฏิกิริยารีดอกซ์	232
10.7 อินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตปฏิกิริยารีดอกซ์	234
10.7.1 ไทแทรนท์เป็นอินดิเคเตอร์	234
10.7.2 อินดิเคเตอร์เฉพาะ	235
10.7.3 อินดิเคเตอร์ภายนอก	235
10.7.4 อินดิเคเตอร์ที่เป็นตัวออกซิไดส์หรือสารรีดิวซ์	235
แบบฝึกหัดท้ายบท	239
เอกสารอ้างอิง	241
ภาคผนวก	243
ภาคผนวกที่ 1 สารบางชนิดที่มีน้ำผลึกในโครงสร้าง	243
ภาคผนวกที่ 2 สารดูดความชื้นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ	244
ภาคผนวกที่ 3 ประเภทกระดาษกรองที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ	245
ภาคผนวกที่ 4 อินดิเคเตอร์บางชนิดสำหรับกรด-เบส	246
ภาคผนวกที่ 5 ความเข้มข้นของสารละลายกรดและเบส	247
ภาคผนวกที่ 6 ค่าคงที่สมดุลของการละลาย (K_{sp}) ของสารบางชนิดที่ 25°C	248
ภาคผนวกที่ 7 ค่าคงที่ของการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน M^{n+} กับ EDTA	251
ภาคผนวกที่ 8 ค่าคงที่สมดุลการแตกตัวของกรดที่ 25°C	252
คำตอบแบบฝึกหัดท้ายบท	255-271