

คำนำ

เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีวิเคราะห์ รหัสวิชา 4022601 เล่มนี้ เรียบเรียงขึ้น เพื่อให้นักศึกษาใช้เป็นหนังสือประกอบการเรียน ตามหลักสูตรเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นวิชาเฉพาะด้านในรายวิชาบังคับของหลักสูตร โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการวิเคราะห์ทางเคมี การวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมีวิเคราะห์ หลักการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ปริมาตรวิเคราะห์ การไทเทรตกรด-เบส การไทเทรตแบบตกตะกอน การไทเทรตกรด-เบส ในสารละลายที่ไม่ใส การไทเทรตสารประกอบเชิงซ้อน เคมีไฟฟ้าเบื้องต้น การไทเทรตเกี่ยวกับปฏิกิริยรีดอกซ์ และการวิเคราะห์เชิงน้ำหนัก โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ การวิเคราะห์สารตัวอย่างที่สนใจ ให้มีความแม่นยำและถูกต้องตามหลักวิชาการ

ผู้เขียนได้เรียบเรียงเนื้อหาจากประสบการณ์ในการสอนทั้งในภาคปฏิบัติและภาคทฤษฎี เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าใจได้ง่าย และนักศึกษายังสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากแหล่งข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ ที่ผู้เขียนได้แสดงไว้ ดังนั้นจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในรายวิชาเคมีวิเคราะห์ และนักศึกษาบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจ หากผู้อ่านมีข้อเสนอแนะใด ๆ ผู้เขียนยินดีน้อมรับคำชี้แนะและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

ศรัญญา มณีทอง

4 กรกฎาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	(1)
สารบัญ	(3)
สารบัญภาพประกอบ	(9)
สารบัญตาราง	(11)
แผนบริหารการสอนประจำวิชา	(13)
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1	1
บทที่ 1 บทนำเกี่ยวกับเคมีวิเคราะห์	3
ความสำคัญของเคมีวิเคราะห์	3
ประเภทของการวิเคราะห์ทางเคมี	4
วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี	5
การวิเคราะห์ตามปริมาณสารตัวอย่าง	6
ขั้นตอนการวิเคราะห์ทางเคมี	7
หน่วยของการวัด	9
การเตรียมสารละลาย	10
หน่วยสำหรับบอกความเข้มข้นของสารละลาย	11
อุปกรณ์สำหรับห้องปฏิบัติการ	15
สรุป	20
คำถามท้ายบทที่ 1	21
เอกสารอ้างอิง	23
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 2	25
บทที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมี	27
เลขนัยสำคัญ	27
ความแม่นยำและความเที่ยง	31
ความคลาดเคลื่อนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	33
ช่วงความเชื่อมั่น	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การตัดข้อมูลที่สงสัยออก	40
การทดสอบวิธีวิเคราะห์	42
สรุป	48
คำถามท้ายบทที่ 2	49
เอกสารอ้างอิง	51
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 3	53
บทที่ 3 การวิเคราะห์โดยปริมาตร	55
คุณลักษณะของการไทเทรต	55
จุดสมมูล จุดยุติ และการหาจุดยุติ	59
สารละลายมาตรฐาน	62
หลักการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการวัดปริมาตร	63
ชนิดของปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ในวิธีปริมาตรวิเคราะห์	64
ชนิดของการไทเทรตและการคำนวณทางปริมาตรวิเคราะห์	66
สรุป	69
คำถามท้ายบทที่ 3	71
เอกสารอ้างอิง	73
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 4	75
บทที่ 4 การไทเทรตกรด-เบส และการไทเทรตกรด-เบส ในสารละลายที่ไม่ใช่น้ำ	77
การคำนวณหาค่า pH	77
อินดิเคเตอร์กรด-เบส	78
คุณสมบัติของอินดิเคเตอร์กรด-เบส	81
การไทเทรตกรด-เบส	81
ไทแทนต์	87
ตัวทำละลายที่ไม่ใช่น้ำ	87
ผลของความเป็นกรด-เบสที่มีต่อตัวถูกละลาย	88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
อิทธิพลของค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของตัวทำละลาย	88
การเลือกตัวทำละลาย	89
การหาจุดยุติของการไทเทรตกรด-เบสในสารละลายที่ไม่ใช้น้ำ	89
สรุป	91
คำถามท้ายบทที่ 4	93
เอกสารอ้างอิง	95
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 5	97
บทที่ 5 การไทเทรตแบบตกตะกอน	99
ค่าคงที่ผลคูณการละลาย	99
ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการละลาย	104
ไทเทรนต์	106
ข้อจำกัดในการไทเทรตแบบตกตะกอน	106
กราฟของการไทเทรตแบบตกตะกอน	107
การประยุกต์ในงานด้านเคมีวิเคราะห์	108
สรุป	114
คำถามท้ายบทที่ 5	115
เอกสารอ้างอิง	117
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6	119
บทที่ 6 การไทเทรตแบบเกิดสารประกอบเชิงซ้อน	121
สารประกอบเชิงซ้อน	121
การไทเทรตแบบเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของ EDTA กับโลหะไอออน	121
ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าคงที่ของการเกิดสารเชิงซ้อน	125
อินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตด้วย EDTA	128
ไทเทรนต์	130
การประยุกต์ในงานด้านเคมีวิเคราะห์	131
สรุป	135

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
คำถามท้ายบทที่ 6	137
เอกสารอ้างอิง	139
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7	141
บทที่ 7 เคมีไฟฟ้าเบื้องต้นและการไทเทรตแบบเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์	143
กระบวนการออกซิเดชันรีดักชัน	143
เซลล์ไฟฟ้าเคมี	150
ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมี	151
สมการของเนินสต์	152
การไทเทรตแบบเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์	153
กราฟของการไทเทรตแบบเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์	154
การหาจุดยุติการไทเทรตแบบเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์	156
ไทเทรนต์ที่ใช้ในการไทเทรตแบบเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์	159
การประยุกต์ในงานด้านเคมีวิเคราะห์	161
สรุป	162
คำถามท้ายบทที่ 7	163
เอกสารอ้างอิง	165
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 8	167
บทที่ 8 การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก	169
กลไกของการเกิดตะกอน	169
คุณสมบัติของตะกอน	172
ความบริสุทธิ์ของตะกอนและการเกิดตะกอนร่วม	173
สารที่ใช้เป็นตัวทำให้ตกตะกอนและการทำให้ระเหย	175
การคำนวณเกี่ยวกับการวิเคราะห์โดยน้ำหนัก	179
การประยุกต์ในงานด้านเคมีวิเคราะห์	181
สรุป	184

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
คำถามท้ายบทที่ 8	185
เอกสารอ้างอิง	187
บรรณานุกรม	189

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเคมีวิเคราะห์ เคมีแขนงต่าง ๆ และวิทยาศาสตร์อื่น ๆ	4
1.2 วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี	6
1.3 แผนผังขั้นตอนในการวิเคราะห์ทางเคมี	8
1.4 เครื่องชั่ง	15
1.5 ขวดล้างสาร	16
1.6 ชุดอุปกรณ์สำหรับกลั่นสารแบบธรรมดา	16
1.7 ชุดอุปกรณ์สำหรับการไทเทรต	17
1.8 ชุดอุปกรณ์สำหรับกรองสาร	18
1.9 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับวัดปริมาตร	18
1.10 มาตรฐานกรด-เบส	19
2.1 ความแม่นยำและความเที่ยง	32
2.2 กราฟการกระจายแบบปกติหรือกราฟเกาส์เซียน	35
3.1 ตัวอย่างการจับบิวเรตขณะทำการไทเทรต	56
3.2 ขั้นตอนการเตรียมบิวเรต	57
3.3 การอ่านปริมาตรของสารละลายในบิวเรต	57
3.4 วิธีการใช้งานปิเปต	58
3.5 การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ในสภาวะที่ค่า pH แตกต่างกัน	60
3.6 กราฟการไทเทรตระหว่าง 1.00 M NaOH กับ HCl	61
3.7 อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่	62
3.8 ปฏิกริยากรด-เบส	65
3.9 สารประกอบเชิงซ้อนของ Cu^{2+} กับ ไกลซีน	65
3.10 ปฏิกริยารีดอกซ์	66
4.1 การแตกตัวของน้ำที่แสดงสมบัติเป็นทั้งกรดและเบส	78
4.2 การเปลี่ยนสีของไธมอลบลูในสภาวะที่เป็นกรดและเบส	79
4.3 ปฏิกริยาระหว่าง HCl กับ NaOH	82
5.1 ผลของค่า K_{sp} ที่มีต่อกราฟการไทเทรตเมื่อใช้ไทเทรนต์ความเข้มข้นเท่ากัน	103

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
5.2 กราฟของการไทเทรตสารละลายไอออนชนิดต่าง ๆ ด้วยสารละลายมาตรฐาน AgNO_3	108
5.3 การผลักไอออน In^- ของตะกอน AgCl ที่มีประจุลบเนื่องจากการดูดซับ Cl^-	111
5.4 การดูดซับไอออน In^- ของตะกอน AgCl ที่มีประจุบวกเนื่องจากการดูดซับ Ag^+	111
6.1 สูตรโครงสร้างของ EDTA	122
6.2 โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อนโลหะ-EDTA	122
6.3 องค์กรประกอบของ EDTA ในสารละลายที่ pH ต่าง ๆ	123
6.4 การไทเทรตระหว่างโลหะไอออนชนิดต่าง ๆ ที่มีความเข้มข้น 0.0100 โมลต่อลิตร ปริมาตร 50.00 มิลลิลิตร ด้วย EDTA ความเข้มข้น 0.0100 โมลต่อลิตร (pH เท่ากับ 6.0)	125
6.5 ผลของ pH ของสารละลายต่อการไทเทรตระหว่างสารละลาย Ca^{2+} ความเข้มข้น 0.0100 โมลต่อลิตร ด้วย EDTA ความเข้มข้น 0.0100 โมลต่อลิตร	126
6.6 กราฟแสดง pH ต่ำสุดที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตโลหะไอออนชนิดต่าง ๆ กับ EDTA	127
6.7 กราฟของการไทเทรตสารละลาย M ด้วยลิแกนด์แบบต่าง ๆ	131
7.1 ปฏิกริยารีดอกซ์ (ก) ครึ่งเซลล์ออกซิเดชันของ Zn (ข) ครึ่งเซลล์รีดักชันของ Cu	144
7.2 เซลล์แบบกัลป์วานิก	150
7.3 เซลล์อิเล็กโทรไลต์	151
7.4 การจัดอุปกรณ์สำหรับการไทเทรตแบบเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์	154
7.5 กราฟของการไทเทรต 50.00 มิลลิลิตร ของ 0.05 M Fe^{2+}	156
7.6 โครงสร้างของอะไมโลสและสารประกอบเชิงซ้อนน้ำแป้ง-ไอโอดีน	158
7.7 ตัวอย่างการชุบทองแดง	161
8.1 แผนผังกลไกการเกิดตะกอน	172
8.2 อนุภาคคอลลอยด์ของเงินคลอไรด์ ในสารละลายเงินไนเตรต	175
8.3 สารเชิงซ้อนของแมกนีเซียมกับ 8-ไฮดรอกซีควิโนลีน	177
8.4 สารเชิงซ้อนของนิกเกิลกับไดเมทิลไกลออกซิม	177
8.5 แผนผังแสดงวิธีการทำให้ระเหย	178

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	การจำแนกวิธีวิเคราะห์ตามปริมาณขององค์ประกอบที่มีในสารตัวอย่าง	7
1.2	หน่วยการวัด SI พื้นฐาน	9
1.3	คำอุปสรรคและสัญลักษณ์	10
1.4	หน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลาย	14
2.1	ค่า Z ที่ระดับความเชื่อมั่นต่าง ๆ	37
2.2	ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่นต่าง ๆ	38
2.3	ค่า Q_{crit}	41
2.4	ค่า f ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	43
4.1	อินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ	80
4.2	สมบัติของตัวทำละลายบางชนิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	89
4.3	ค่า pK_a ของอินดิเคเตอร์บางชนิดในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน	90
5.1	แสดงค่า K_{sp} ของเกลือบางชนิดที่ 25 องศาเซลเซียส	100
5.2	อินดิเคเตอร์คู่ค้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ไอออนต่าง ๆ	113
6.1	ค่าคงที่ของการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโลหะไอออนกับ EDTA	123
6.2	การไทเทรตแบบเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะไอออนชนิดต่าง ๆ	135
7.1	ค่าศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐาน	147
7.2	รีดอกซ์อินดิเคเตอร์	159
8.1	แสดงสารอินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวทำให้ตกตะกอน	176

