สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	
	1.1 คำจำกัดความ	1
	1.1.1 ชลธารศาสตร์	2
	1.1.2 สมุทรศาสตร์	2
	1.2 ทรัพยากรน้ำของโลก	2
	1.2.1 น้ำในบรรยากาศ	2
	1.2.2 น้ำผิวดิน	2
	1.2.3 น้ำใต้ดิน	2
	1.3 วัฏจักรของน้ำ	4
	1.4 แหล่งน้ำตามธรรมชาติ	6
	1.4.1 แหล่งน้ำผิวดิน	6
	1.4.2 แหล่งน้ำใต้ดิน	14
	1.5 บทสรุป	17
บทที่ 2	คุณลักษณะของน้ำทางเคมี	
	2.1 พีเอช	19
	2.1.1 วิธีการเทียบสี	21
	2.2.2 วิธีวัดด้วยอิเล็กโทรด	23
	2.2 สภาพกรด	27
	2.2.1 ชนิดของสภาพกรดในน้ำ	27
	2.2.2 วิธีหาค่าสภาพกรดของน้ำ	29
	2.2.2.1 โดยการไทเทรต	29
	2.2.2.2 โดยการคำนวณจากพีเอชและค่าสภาพด่าง	31
	2.3 สภาพด่าง	32
	2.3.1 วิธีหาค่าสภาพด่าง	32
	2.3.1.1 วิธีอินดิเคเตอร์	32
	2.3.1.2 วิธีโพเทนทิออเมตริก	36
	2.3.2 การนำข้อมูลของค่าสภาพด่างไปใช้	37
	2.3.2.1 ความสำคัญของสภาพด่าง	37

หน้า

2.3.2.2 บทบาทของสภาพด่างในปรากฏการณ์ต่าง ๆ 38

2.4 ของแข็งทั้งหมดในน้ำ 42

2.4.1 ประเภทของของแข็งในน้ำ 42

2.4.1.1 ของแข็งที่ละลายน้ำ 42

2.4.1.2 ของแข็งระเหยและของแข็งคงตัว 42

2.4.1.3 สารแขวนลอย 43

2.4.1.4 ของแข็งตะกอนหนัก 43

2.4.2 ความสำคัญของการหาค่าของแข็ง 43

2.4.2.1 การหาค่าของแข็งในน้ำประปา 43

2.4.2.2 การหาค่าของแข็งในน้ำสกปรกและน้ำเสียจากบ้านเรือน 44

2.4.2.3 การหาค่าของแข็งในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม 45

2.4.2.4 การหาค่าของแข็งในกากตะกอน 45

2.5 ออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) 46

2.5.1 ความสำคัญของออกซิเจนละลายน้ำ 47

2.5.1.1 ใช้ในการรักษาสภาวะของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ 47

2.5.1.2 ค่าออกซิเจนละลายเป็นพื้นฐานของค่าความต้องการออกซิเจน 49

2.5.2 หลักการหาค่าออกซิเจนละลาย 49

2.5.2.1 การวัดค่าออกซิเจนละลายด้วยเครื่องวัดออกซิเจน 49

2.5.2.2 การวิเคราะห์ออกซิเจนละลายโดยใช้วิธีทางเคมี 50

2.6 ค่าบีโอดี (BOD) 52

2.6.1 นิยามความหมาย 52

2.6.1.1 ค่าบีโอดี (BOD) 52

2.6.1.2 ค่าบีโอดีทั้งหมด (UBOD) 55

2.6.1.3 ค่าซีบีโอดี (CBOD) 55

2.6.2 ความสำคัญของค่าบีโอดี 56

2.6.3 หลักการหาค่าบีโอดี 57

2.6.3.1 ข้อควรคำนึงในการหาค่าบีโอดี 58

หน้า

2.6.3.2 สมการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาบีโอดี 60

2.7 ค่าซีโอดี (COD) 62

2.7.1 นิยาม ความหมาย 62

2.7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างซีโอดีและบีโอดี 63

2.7.3 หลักการหาค่าซีโอดี 63

2.7.3.1 หลักการทั่วไป 63

2.7.3.2 การหาค่าซีโอดี 64

2.7.3.3 ข้อดีข้อเสียของซีโอดี 65

2.8 ค่าทีโอซี (TOC) 66

2.8.1 นิยาม ความหมาย 67

2.8.2 การเปรียบเทียบระหว่างค่าบีโอดี ซีโอดี และทีโอซี 67

2.8.3 ความต้องการออกซิเจนเพื่อการออกซิไดส์คาร์บอนในสารอินทรีย์ 68

2.8.3.1 ค่าทีโอดี 68

2.8.3.2 ค่าทีเอชโอดี 69

2.9 คลอรีนตกค้างและคลอไรด์ 70

2.9.1 คลอรีนตกค้าง 70

2.9.1.1 ปฏิกิริยาเคมีของการเติมคลอรีน 70

2.9.1.2 ปฏิกิริยาข้างเคียง 71

2.9.1.3 ความสำคัญของคลอรีนตกค้าง 72

2.9.1.4 ซูเปอร์คลอริเนชัน 73

2.9.2 คลอไรด์ 76

2.9.2.1 ความสำคัญของคลอไรด์ 76

2.9.2.2 หลักการวิเคราะห์ 77

2.9.2.3 การนำผลวิเคราะห์ไปใช้ 78

2.10 ไนโตรเจนและสารประกอบไนโตรเจน 79

2.10.1 ความสำคัญของไนโตรเจนและสารประกอบไนโตรเจน 79

2.10.2 ชนิดของสารประกอบไนโตรเจน 80

2.10.2.1 สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน 80

2.10.2.2 สารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจน 81

หน้า

2.10.3 หลักการวิเคราะห์ 83
2.11 ฟอสฟอรัส และฟอสเฟต 85
2.11.1 ความสำคัญและชนิดของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ 85
2.11.2 ความสามารถในการละลายของฟอสฟอรัส 85
2.11.3 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำผิวดิน 86
2.11.4 หลักการวิเคราะห์ 87
2.11.4.1 ออโทฟอสเฟต 88
2.11.4.2 โพลีฟอสเฟต 89
2.11.4.3 สารอินทรย์ฟอสเฟต 89
2.12 ซัลเฟต 90
2.12.1 ความสำคัญและชนิดของซัลเฟตในแหล่งน้ำ 90
2.12.2 ปฏิกิริยาของซัลเฟต 91
2.12.2.1 ปัญหาเกี่ยวกับกลิ่น 91
2.12.2.2 ปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อนท่อน้ำทิ้ง 92
2.12.3 หลักการวิเคราะห์ 93
2.12.3.1 การทำให้ตกตะกอนแล้วชั่งหาน้ำหนัก 93
2.12.3.2 ใช้ตะกอนซัลเฟตเทียบกับความขุ่นมาตรฐาน 93
2.12.3.3 การไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน 94
2.13 บทสรุป 94

บทที่ 3 การตรวจวิเคราะห์ลักษณะน้ำทางเคมี

3.1 หลักการวิเคราะห์ลักษณะตัวอย่างน้ำเสีย 95
3.1.1 การเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ 96
3.1.1.1 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ 96
3.1.1.2 ช่วงระยะเวลาระหว่างการเก็บและการวิเคราะห์ 98
3.1.1.3 อุปกรณ์การเก็บน้ำตัวอย่าง 98
3.1.1.4 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ 100
3.1.2 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ 100
3.1.2.1 การวัดปริมาณน้ำ 102
3.1.2.2 การส่งตัวอย่างน้ำเข้าห้องปฏิบัติการ 106

		หน้า
	3.1.3 ความสำคัญของการวิเคราะห์และการแบ่งลักษณะน้ำเสีย	106
	3.1.3.1 สารเคมี	107
	3.1.3.2 น้ำกลั่น	107
	3.1.3.3 ภาชนะ	108
	3.1.4 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้แสดงลักษณะน้ำเสีย	108
3.2	พีเอช	109
	3.2.1 การวัดค่าพีเอช	109
	3.2.2 การหาค่าพีเอชโดยใช้มาตรพีเอช	110
3.3	สภาพกรดและสภาพด่าง	111
	3.3.1 การวิเคราะห์หาสภาพกรดโดยการไทเทรต	112
	3.3.1.1 วิธีอินดิเคเตอร์	112
	3.3.1.2 วิธีโพเทนทิโอเมตริก	114
	3.3.2 การวิเคราะห์หาสภาพด่าง	117
	3.3.2.1 การวิเคราะห์หาสภาพด่างโดยใช้อินดิเคเตอร์	117
	3.3.2.2 การวิเคราะห์หาสภาพด่างโดยวิธีโพเทนทิโอเมตริก	121
3.4	ปริมาณของแข็ง	125
	3.4.1 การวิเคราะห์ของแข็งทั้งหมด	125
	3.4.2 การวิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำ	128
	3.4.3 การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	131
	3.4.4 การวิเคราะห์หาของแข็งตะกอนหนัก	133
3.5	ออกซิเจนละลาย	135
	3.5.1 การวิเคราะห์ออกซิเจนละลายโดยวิธีเอไซด์แบบปรับปรุง	135
	3.5.2 การวิเคราะห์ออกซิเจนละลายโดยวิธีเมมเบรนอิเล็กโทรด	139
3.6	บีโอดี	141
	3.6.1 วิธีวิเคราะห์บีโอดีแบบโดยตรง	144
	3.6.2 วิธีวิเคราะห์แบบเจือจางที่ไม่ต้องเติมหัวเชื้อ	145
	3.6.3 วิธีวิเคราะห์แบบเจือจางที่ต้องเติมหัวเชื้อ	148
3.7	ซีโอดี	153
	3.7.1 วิธีรีฟลักซ์แบบเปิด	153

หน้า

3.7.2 วิธีรีฟลักซ์แบบปิด 160

3.8 บทสรุป 166

บทที่ 4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

4.1 คลอรีน 169

4.1.1 การหาคลอรีนอิสระโดยวิธีออโทโทลิดิน - อาร์เซไนต์ 170

4.1.2 กาหาคลอรีนทั้งหมดโดยเปรียบเทียบสีด้วยอุปกรณ์สำเร็จรูป (Test Kit) 175

4.2 คลอไรด์ 176

4.2.1 การวิเคราะห์หาคลอไรด์โดยวิธีอาร์เจนโตเมตริก 177

4.2.2 การวิเคราะห์หาคลอไรด์โดยวิธีเมอร์คิวริกไนเตรต 179

4.3 ไนโตรเจน 182

4.3.1 การหาอินทรีย์ไนโตรเจน (TKN) 182

4.3.2 แอมโมเนีย - ไนโตรเจน 185

4.3.2.1 การวิเคราะห์หาแอมโมเนีย - ไนโตรเจน โดยวิธีการไทเทรต 186

4.3.2.2 การวิเคราะห์หาแอมโมเนีย - ไนโตรเจน โดยวิธีเนสเลอร์ไรเซชัน 190

4.3.2.3 การวิเคราะห์หาแอมโมเนีย - ไนโตรเจน โดยวิธีฟีเนต 195

4.3.3 ไนไตรต์ไนโตรเจน 197

4.3.4 ไนเตรตไนโตรเจน 204

4.3.4.1 การวิเคราะห์หาไนเตรตไนโตรเจนโดยวิธี อุลตราไวโอเลต 205

4.3.4.2 การวิเคราะห์หาไนเตรตไนโตรเจนโดยวิธี แคดเมียมรีดักชัน 208

4.3.4.3 การวิเคราะห์หาไนเตรตไนโตรเจนโดยวิธีบรูซีน 215

4.4 ฟอสฟอรัส และฟอสเฟต 218

4.4.1 การเปลี่ยนรูปของฟอสฟอรัสโดยการย่อยด้วยกรดเข้มข้น 221

4.4.1.1 การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ฟอสเฟต 222

หน้า

4.4.1.2 การย่อยสลายเพื่อหาค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด 223

4.4.2 การวิเคราะห์ออโทฟอสเฟตที่ละลายน้ำด้วยวิธีเทียบสี 227

4.4.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี กรดวาเนโดโมลิบโดฟอสฟอริก 227

4.4.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี สแตนนัสคลอไรด์ 231

4.4.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี กรดแอสคอร์บิก 234

4.5 ซัลไฟด์ และซัลเฟต 239

4.5.1 การวิเคราะห์ซัลไฟด์ 239

4.5.1.1 การทดสอบทางคุณภาพ 240

4.5.1.2 การใช้วิธีวิเคราะห์หาปริมาณ 240

4.5.2 การวิเคราะห์ซัลเฟต 246

4.5.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตโดยวิธีเกรวิเมตริก 247

4.5.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตโดยวิธีวัดความขุ่น 250

4.5.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตโดยวิธี ออโตเมตเมทธิลไทมอลบลู 254

4.6 บทสรุป 257

บทที่ 5 การวิเคราะห์โลหะ โลหะหนัก ในน้ำและน้ำทิ้ง

5.1 เหล็ก 260

5.1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณของเหล็กโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรโฟโตเมตริก 262

5.1.1.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนการวิเคราะห์ 262

5.1.1.2 การวิเคราะห์ 264

5.1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กโดยวิธีฟีแนนโทรลีน 271

5.1.2.1 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กทั้งหมด 272

5.1.2.2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กละลายน้ำ 277

5.1.2.3 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กเฟอร์รัส 277

5.2 แมงกานีส 279

		หน้า
5.2.1	การวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตริก	280
5.2.2	การวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสโดยวิธีเปอร์ซัลเฟต	280
5.3	แมกนีเซียม	286
5.3.1	การวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตริก	286
5.3.2	การวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมโดยวิธีการทำให้ตกตะกอนแล้วชั่งหาน้ำหนัก	286
5.3.3	การวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมโดยวิธีคำนวณ	288
5.4	แคลเซียม	289
5.4.1	การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตริก	290
5.4.2	การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมโดยวิธีอีดีทีเอ (EDTA)	290
5.5	แคดเมียม	293
5.5.1	การวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตริก	294
5.5.2	การวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมโดยวิธีไดไทโซน	295
5.6	ทองแดง	299
5.6.1	การวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตริก	300
5.6.2	การวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงโดยวิธีนีโอคิวโปรอิน	300
5.6.3	การวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงโดยวิธีบาโทคิวโปรอิน	305
5.7	ตะกั่ว	307
5.7.1	การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตริก	308
5.7.2	การวิเคราะห์หาตะกั่วที่มีปริมาณต่ำ ๆ โดยวิธีการสกัด แล้ววัดด้วยเปลวไฟที่เกิดจากแก๊สผสมระหว่างอากาศกับแอเซททิลีน	309
5.7.3	การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วโดยวิธีไดไทโซน	312

หน้า

5.8 อาร์เซนิก 317

5.8.1 การวิเคราะห์ปริมาณอาร์เซนิกโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรเมตริก 318

5.8.2 การวิเคราะห์หาปริมาณอาร์เซนิกโดยวิธีซิลเวอร์ ไดเอททิลไทโอคาร์บาเมต 323

5.9 สังกะสี 326

5.9.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรเมตริก 327

5.9.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีโดยวิธีไดไทโซน แบบที่ I 328

5.9.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีโดยวิธีซินคอน 333

5.10 บทสรุป 336

บทที่ 6 การควบคุม และการจัดการคุณภาพน้ำ

6.1 นิยามศัพท์ 339

6.2 การควบคุมและการจัดการน้ำทิ้ง 340

6.2.1 การควบคุมและจัดการน้ำเสียด้วยวิธีการจูงใจ 341

6.2.2 การควบคุมและจัดการน้ำเสียด้วยการใช้มาตรฐานน้ำทิ้ง 341

6.3 แนวทางในการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย 342

6.3.1 ปริมาณและลักษณะของน้ำเสีย 342

6.3.2 ระดับของการบำบัด 342

6.3.3 สภาพท้องถิ่น 343

6.4 หลักการบำบัดน้ำเสีย 343

6.4.1 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพหรือฟิสิกส์ 344

6.4.1.1 การกรองด้วยตะแกรง 344

6.4.1.2 การทำให้ลอย 346

6.4.1.3 รางดัก กรวดทราย 347

6.4.1.4 การตกตะกอน 350

6.4.1.5 ถังดักไขมันและน้ำมัน 352

6.4.1.6 การกรอง 353

6.4.1.7 การแยกด้วยแรงเหวี่ยง 355

	หน้า
6.4.1.8 การตัดย่อย	355
6.4.2 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี	358
6.4.2.1 การตกตะกอนโดยสารเคมี	360
6.4.2.2 การทำให้เป็นกลาง	364
6.4.2.3 วิธีออกซิเดชัน - รีดักชัน	364
6.4.2.4 คลอริเนชัน	366
6.4.2.5 การทำให้เกิดตะกอน	368
6.4.2.6 การกำจัดไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ	368
6.4.2.7 การกำจัดสีออกจากน้ำเสียด้วยวิธีเคมี	368
6.4.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ	370
6.4.3.1 ระบบบำบัดแบบแอโรบิก	371
6.4.3.2 ระบบบำบัดแบบแอนแอโรบิก	390
6.4.3.3 ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย	401
6.4.3.4 ระบบบำบัดแบบแอน็อกซิก	405
6.4.4 ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการขั้นสูง	408
6.4.4.1 การดูดติดผิวด้วยคาร์บอน	409
6.4.4.2 การแลกเปลี่ยนไอออน	409
6.5 บทสรุป	414
บรรณานุกรม	415
ภาคผนวก	418
ภาคผนวก ก.	419
ก.1 การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	419
ก.2 มาตรฐานน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	423
ก.3 การกำหนดเขตควบคุมมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล	425
ภาคผนวก ข.	431
ข.1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร	431
ข.2 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	434
ข.3 เกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน	438
ภาคผนวก ค.	443
ค.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค	443

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	วัฏจักรของน้ำบนโลกในภาวะสมดุล	5
1.2	การหมุนเวียนของน้ำ ณ ที่ใดที่หนึ่งของแผ่นดิน	9
1.3	ความเร็วของกระแสน้ำในร่องน้ำ	10
1.4	ลักษณะการไหลของน้ำ	11
1.5	แผนที่แสดงชั้นความลึกของทะเลสาบ ทาโฮ (Tahoe) สหรัฐอเมริกา	12
1.6	แหล่งน้ำใต้ดินหรือแหล่งน้ำบาดาล	15
2.1	มาตรพีเอชที่ใช้ในห้องปฏิบัติการและงานสนาม	23
2.2	มาตรพีเอชแบบละเอียด	24
2.3	แสดงชนิดของสภาพกรดในน้ำและช่วงพีเอชที่เกี่ยวข้อง	29
2.4	เส้นโค้งของการไทเทรตสำหรับส่วนผสมไฮดรอกไซด์ - คาร์บอเนต	35
2.5	กราฟแสดงการไทเทรตตัวอย่างที่มีสภาพด่างในรูปต่าง ๆ	35
2.6	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละส่วนประกอบของสารกับพีเอชของน้ำ	37
2.7	ความสัมพันธ์ของค่าพีเอชกับค่าสภาพด่างในรูปต่าง ๆ	41
2.8	โนโมแกรมสำหรับใช้ในการอนุมานการละลายของออกซิเจนในน้ำตามอุณหภูมิต่าง ๆ	46
2.9	การแปรผันของออกซิเจน อุณหภูมิ พีเอช และคาร์บอนไดออกไซด์ ในทะเลสาบแห่งหนึ่งของมลรัฐโอไฮโอ	48
2.10	ลักษณะของเครื่องดีโอมิเตอร์	50
2.11	แสดงเส้นโค้งบีโอดี	53
	(a) เส้นโค้งสำหรับค่าความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (CBOD)	
	(b) เส้นโค้งรวมค่าซีบีโอดี และปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน	
2.12	แสดงปริมาณแร่ธาตุในน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งผ่านการอบ (Incubate) ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน	54
2.13	ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีกับเวลา	61
2.14	ความต้องการออกซิเจนเพื่อการออกซิไดส์คาร์บอนในสารอินทรีย์	69
2.15	ผลของพีเอชต่อการกระจายของ HOCl และ OCl^- ในน้ำ	71
2.16	แสดงการเกิดปฏิกิริยาของคลอรีนในน้ำ	74

รูปที่		หน้า
2.17	ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ กับระยะทางในแม่น้ำจากจุดปล่อยน้ำโสโครก	83
3.1	อุปกรณ์เก็บตัวอย่างในภาคสนาม	99
3.2	อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำอัตโนมัติ	99
3.3	อัตราการไหลของน้ำในท่อที่มีน้ำไหลไม่เต็ม	104
3.4	เวียร์สันคมชนิดที่ใช้กันทั่วไป	105
3.5	ลักษณะของเวียร์สันคม	105
3.6	เครื่องอังน้ำ (Water Bath)	126
3.7	เครื่องชั่งชนิดละเอียด	127
3.8	เครื่องมือสำหรับกรองเพื่อหาของแข็งละลายและของแข็งแขวนลอย	129
3.9	กรวยบุคเคอร์ และโถทำแห้ง	131
3.10	กรวยอิมฮอฟฟ์	134
3.11	เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับหาค่าดีโอ	138
3.12	ขวดแอสไพเรเตอร์ (Aspirator Bottles)	145
3.13	วิธีเติมน้ำเจือจางลงในขวดบีโอดี	147
3.14	ผลของโครเมียมและทองแดงต่อค่าบีโอดี	152
3.15	ชุดกลั่นหาซีโอดีด้วยวิธีการรีฟลักซ์แบบเปิด	156
3.16	หลอดแก้วสำหรับย่อยซีโอดีด้วยวิธีการรีฟลักซ์แบบปิด	162
4.1	เครื่องมือเทียบสี (Color Comperator)	174
4.2	ชุดอุปกรณ์สำเร็จรูปสำหรับวัดคลอรีน	175
4.3	ชุดเครื่องมือสำหรับการย่อยสลาย	183
4.4	อุปกรณ์ชุดกลั่นแอมโมเนีย	188
4.5	เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	192
4.6	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานแอมโมเนียโดยวิธีเนสเลอร์ไรเซชัน	194
4.7	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานไนไตรต์	203
4.8	หลอดรีดักชัน สำหรับบรรจุเม็ดแคลเซียม	211
4.9	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานไนเตรตโดยวิธีแคดเมียมรีดักชัน	214
4.10	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานไนเตรตโดยวิธีบรูซีน	217
4.11	ขั้นตอนการแยกส่วนในการวิเคราะห์ฟอสเฟต	220
4.12	ไดเจสชันแร็กในการหาฟอสฟอรัส	225

รูปที่		หน้า
4.13	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานฟอสเฟตโดยวิธีกรดวาเนโดโมลิบโดฟอสฟอริก	230
4.14	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานฟอสเฟตโดยวิธีกรดแอสคอร์บิก	237
4.15	วิธีการวิเคราะห์สำหรับการหาปริมาณซัลไฟด์	239
4.16	เครื่องวัดความขุ่นแบบแนฟฟิโลมิเตอร์	252
4.17	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานซัลเฟต	253
4.18	เครื่องมือวิเคราะห์ซัลเฟตแบบออโตเมต	256
5.1	ส่วนประกอบของอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์	267
5.2	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานเหล็ก	276
5.3	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานเหล็กเฟอร์รัส	278
5.4	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานแมงกานีส	284
5.5	กราฟมาตรฐานของแคดเมียม	298
5.6	กราฟมาตรฐานของทองแดง	303
5.7	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานตะกั่ว	315
5.8	แสดงลักษณะของอีดีแอล (EDL)	320
5.9	รีแอกชันเซลล์สำหรับสร้างไฮไดรด์ของอาร์เซนิก	321
5.10	ชุดผลิตอาร์ซีนและหลอดดูดซับ	325
5.11	ตัวอย่างกราฟมาตรฐานสังกะสี	331
6.1	ตะแกรงสำหรับกรองสิ่งที่ลอยมากับน้ำเสีย	345
6.2	การทำให้ลอยโดยใช้ความดันอัดอากาศละลายน้ำเสีย	346
6.3	ตัวอย่างรางดักกรวดทรายชนิดน้ำไหลในแนวระดับ	348
6.4	ตัวอย่างรางดักกรวดทรายชนิดเติมอากาศ	349
6.5	ถังตกตะกอนแบบต่าง ๆ	351
6.6	ถังดักไขมันและน้ำมันขนาดเล็ก	352
6.7	ถังกำจัดน้ำมันแบบเอพีไอ (API)	353
6.8	การกรองในชั้นของสารกรองแบบต่าง ๆ	356
	(ก) การกรองแบบไหลลง	
	(ข) การกรองแบบไหลขึ้น	
	(ค) การกรองแบบสองชั้นกรอง	
	(ง) การกรองแบบหลายชั้นกรอง	
6.9	ตัวอย่างเครื่องกรองแบบความดัน	357

รูปที่		หน้า
6.10	ตัวอย่างเครื่องกรองแบบแรงโน้มถ่วง	358
6.11	ลักษณะสลัดจ์แบบต่าง ๆ	360
6.12	กระบวนการทำให้ตกตะกอน	361
6.13	(ก) Al^{3+} รวมตัวกับอนุภาคคอลลอยด์กลายเป็นอนุภาคใหญ่	362
	(ข) $Al(OH)_3$ รวมกับอนุภาคที่มีประจุบวกเกิดเป็นตะกอนใหญ่	
6.14	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชและความสามารถในการละลายน้ำของโลหะหนักต่างๆ	369
6.15	ผังการทำงานของระบบตะกอนเร่ง	378
6.16	ระบบตะกอนเร่งแบบใช้คูวนเวียน	379
6.17	ระบบแบบบ่อเติมอากาศ	380
6.18	(ก) ตัวอย่างถังย่อยแบบใช้อากาศแบบเป็นคราว ๆ ไม่ต่อเนื่อง	382
	(ข) ตัวอย่างถังย่อยแบบใช้อากาศแบบต่อเนื่อง	
6.19	แสดงภาพตัดขวางของระบบแบบลานกรองจุลินทรีย์	384
6.20	รูปแบบต่าง ๆ ของระบบแบบลานกรองจุลินทรีย์	386
	(ก) แผนภาพระบบกรองอัตราต่ำ	
	(ข) แผนภาพระบบกรองอัตราเร็ว	
6.21	ตัวอย่างระบบจานหมุนชีวภาพ	388
6.22	การเกาะของจุลินทรีย์บนแผ่นตัวกลาง	389
6.23	เปรียบเทียบการเกาะของจุลินทรีย์ในระบบจานหมุนชีวภาพและระบบลานกรองจุลินทรีย์	389
6.24	ปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ	390
6.25	(ก) ถังหมักแบบอัตรากำจัดต่ำ	396
	(ข) ถังหมักแบบอัตรากำจัดสูง	
6.26	ระบบถังหมักแบบสัมผัส	397
6.27	ระบบสลัดจ์แอนแอโรบิกแบบไหลขึ้น (UASB)	398
6.28	ระบบถังกรองไร้ออกซิเจน	399
6.29	ระบบฟลูอิดไดซ์ (AFB)	400
6.30	ระบบจานหมุนชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน	401
6.31	แสดงลักษณะการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบเฟคัลเตติฟ	403
6.32	แผนภาพแสดงวิธีการบำบัดน้ำเสียชั้นสูงแบบหนึ่ง	412
6.33	แผนภาพแสดงวิธีการบำบัดน้ำเสียชั้นสูงอีกแบบหนึ่ง	413

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ปริมาณน้ำบนพื้นผิวโลก จำแนกตามแหล่งต่าง ๆ	3
2.1	คุณสมบัติของกรด - เบส อินดิเคเตอร์	21
2.2	การเตรียมสารละลายมาตรฐานพีเอช	24
2.3	แสดงค่าพีเอชที่จุดสมมูลสำหรับค่าสภาพด่างในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต	32
2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพด่างของฟีนอล์ฟทาลีน กับค่าสภาพด่างรวมกับรูปต่าง ๆ ของสภาพด่างในน้ำ	34
2.5	ค่าออกซิเจนละลายในน้ำที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ	47
2.6	ค่าบีโอดีที่กำหนดเป็นมาตรฐานคุณภาพของน้ำในแม่น้ำในสหราชอาณาจักร	56
2.7	ความเข้มข้นของตัวอย่างน้ำทิ้งที่ควรใช้ในการหาค่าบีโอดี	59
2.8	การเปรียบเทียบวิธีหาค่าบีโอดี ซีโอดี และทีโอซี	67
2.9	ข้อเสนอแนะในการเติมคลอรีนให้มีคลอรีนอิสระตกค้างน้อยที่สุดสำหรับการทำลายเชื้อโรค	75
3.1	ช่วงความถี่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ	98
3.2	การเก็บรักษาตัวอย่างโดยการยับยั้งการเปลี่ยนแปลง	101
3.3	เทคนิค และระยะเวลาสูงสุดของการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ	102
3.4	ข้อมูลดิบที่ได้จากการทดสอบหาสภาพกรด	115
3.5	ผลการทดสอบฝีมือในการวิเคราะห์สภาพกรดในน้ำ	116
3.6	การเลือกปริมาณตัวอย่างน้ำทิ้งที่เหมาะสมเพื่อการวิเคราะห์	119
3.7	ข้อมูลจากการทดสอบวิเคราะห์หาสภาพด่าง	123
3.8	ผลการทดสอบวิเคราะห์สภาพด่างในน้ำ	124
3.9	การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วงบีโอดีต่าง ๆ	146
3.10	การผสมเจือจางและชนิดของตัวอย่าง	149
3.11	ปริมาณและความเข้มข้นเป็นโมลาริตีของรีเอเจนต์กับขนาดของตัวอย่างต่าง ๆ	158
3.12	ปริมาณตัวอย่างและรีเอเจนต์ที่ใช้สำหรับขนาดต่าง ๆ ของภาชนะที่ใช้ในการย่อยสลาย	161
3.13	ขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์หาซีโอดี	164
4.1	มาตรฐานเทียบสีคลอรีนในช่วงที่มีปริมาณน้อย (0.01-1.0 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์-เดซิเมตร)	172

ตารางที่		หน้า
4.2	มาตรฐานเทียบสีคลอรีนในช่วงที่มีปริมาณมาก (1.0-10.0 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)	173
4.3	การเลือกขนาดตัวอย่าง	184
4.4	การเลือกบริมาตรตัวอย่างให้เหมาะสม	190
4.5	แสดงความยาวของเซลล์แสงผ่านที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของไนไตรต์ไนโตรเจน	202
4.6	แสดงช่วงความเข้มข้นของไนเตรตกับวิธีวิเคราะห์	205
4.7	ฟอสฟอรัสแบบต่าง ๆ ที่วิเคราะห์โดยเตรียมตัวอย่างแตกต่างกัน	221
4.8	ช่วงของความเข้มข้นสำหรับความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน	228
4.9	ความยาวของเซลล์แสงผ่านกับช่วงความเข้มข้นของฟอสฟอรัส	233
4.10	ความยาวของเซลล์แสงผ่านกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส	234
4.11	แฟคเตอร์ของไฮโดรเจนซัลไฟด์	243
5.1	แสดงความยาวคลื่น ความไว (Sensitivity) และช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมของการวิเคราะห์หาโลหะต่าง ๆ	269
5.2	แสดงความยาวของเซลล์แสงผ่านตามความเข้มข้นของแมงกานีส	283
5.3	แสดงชนิดและความเข้มข้นของสารที่เกิดปฏิกิริยากับทองแดง	307
5.4	แสดงช่วงพีเอชที่เหมาะสมในการสกัด	311
5.5	แสดงปริมาณสังกะสีสัมพันธ์กับช่วงสีของไดไทโซน	332
5.6	แสดงปริมาณไอออนต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งรบกวนต่อการวิเคราะห์สังกะสี	336
6.1	สารออกซิไดซิงที่ใช้กันในระบบบัดน้ำเสีย	365
6.2	ปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค	367
6.3	ประสิทธิภาพในการกำจัดแบคทีเรียโดยหน่วยบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดต่าง ๆ	367
6.4	ความเข้มข้นของไอออน และโลหะหนักที่เกิดเป็นพิษต่อระบบการหมักได้โดยตรง	392
6.5	กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบต่าง ๆ ที่นิยมนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย	406
6.6	สรุปขั้นตอนบำบัดน้ำเสีย	411

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

628.16
ส46
2541
เลขหมู่
เลขทะเบียน B7482
วันที่ 9 ก.ค. 41

โดย

ผศ.ยุพดี วัยคุณา

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
1110003426

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา

2541