

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1	แนวคิดที่สำคัญทางเคมีสิ่งแวดล้อม (Important concepts in environmental Chemistry)	
1.1.	บทนำ (Introduction)	
1.2.	สิ่งแวดล้อม(the environment)	
1.2.1.	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	2
1.2.2.	เคมีสิ่งแวดล้อม	2
1.3.	Biogeochemical cycle	4
1.3.1.	วัฏจักรของคาร์บอน(carbon cycle)	4
1.3.2.	วัฏจักรของไนโตรเจน (nitrogen cycle)	8
1.3.3.	วัฏจักรของฟอสฟอรัส (phosphorus cycle)	12
1.3.4.	วัฏจักรของน้ำ (water cycle)	14
1.4.	มลพิษ (pollution)	15
1.4.1.	มลพิษคืออะไร (What is the pollution?)	15
1.4.2.	แหล่งกำเนิดของมลพิษ (sources of pollution)	16
	คำถามท้ายบท	19
บทที่ 2	การวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Analysis)	21
2.1.	บทนำ(introduction)	21
2.1.1.	ความสำคัญของการวิเคราะห์ทางเคมีสิ่งแวดล้อม	21
2.1.2.	ประเภทของเทคนิคในการวิเคราะห์	22
2.1.3.	ขั้นตอนของการวิเคราะห์	22
2.2.	เทคนิคพื้นฐาน (Classical Method)	25
2.2.1.	การวิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric Method)	25

2.2.2. การวิเคราะห์โดยการวัดปริมาตร (Volumetric Method)	26
2.3. วิธีทางสเปกโทรเมตรี (Spectrometric methods)	27
2.3.1. Absorption Spectrophotometry	27
2.3.2. Atomic Absorption Spectrophotometry	28
2.3.3. Inductively couple plasma	31
2.4. การวิเคราะห์โดยวิธีทางเคมีไฟฟ้า (Electrochemistry)	32
2.5. แมสสเปกโทรเมตรี (Mass Spectrometry)	33
2.6. เทคนิคการแยก (Separation Techniques)	34
2.6.1. Liquid-liquid partitioning	35
2.6.2. Chromatography	36
คำถามท้ายบท	49
บทที่ 3 พิษวิทยาทางสิ่งแวดล้อม	51
3.1. บทนำ	51
3.1.1. ทำไมต้องศึกษาพิษวิทยา	51
3.1.2. What is toxin?	51
3.1.3. Xenobiotic and endogenous substances	52
3.1.4. Acute and chronic toxicity	52
3.1.5. Synergism, potentiation and antagonism	53
3.1.6. Dose-response relationship	53
3.1.7. LD ₅₀ value	55
3.1.8. Relative toxicities	57
3.1.9. Nonlethal effects	58
3.1.10. Reversibility	59
3.1.11. Hypersensitivity and hyposensitivity	60

3.2.	เคมีในแง่พิษวิทยา (Toxicological Chemistry)	60
3.2.1.	อันตรายของร่างกายต่อสารพิษ	61
3.2.2.	ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารเคมีในสิ่งแวดล้อม	68
3.3	สารก่อให้เกิดโรคมะเร็งและการผ่าเหล่า (Carcinogenesis and mutagenesis)	71
3.3.1.	กลไกของการผ่าเหล่า (Mechanism of mutagenesis)	71
3.3.2.	กลไกของการเกิดโรคมะเร็ง (Mechanism of carcinogen)	74
3.4.	การประเมินความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Risk Assessment)	78
3.4.1.	การวิเคราะห์แบบต่างๆที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการประเมินความเสี่ยง	78
3.4.2.	การประเมินความเสี่ยงและการจัดการกับความเสียหาย	80
3.4.3.	ขีดจำกัดของสารตกค้างสูงสุด (Maximum residue limit)	82
	คำถามท้ายบท	86
บทที่ 4	มลพิษทางน้ำ (Water Pollution)	87
4.1.	บทนำ	87
4.1.1.	ความสำคัญของมลพิษทางน้ำ	87
4.1.2.	แหล่งกำเนิดน้ำเสียปฐมภูมิ	88
4.1.3.	มาตรฐานคุณภาพของน้ำ	88
4.1.4.	ลักษณะเฉพาะของน้ำเสีย	89
4.1.5.	คำจำกัดความขององค์ประกอบในน้ำเสีย	91
4.1.6.	ลำดับความสำคัญของมลพิษต่างๆในน้ำ	98
4.2.	โลหะหนัก (Heavy metals)	101
4.2.1.	แหล่งที่มา (sources)	101
4.2.2.	การวิเคราะห์ (analysis)	102
4.2.3.	ผลกระทบ (effects)	103
4.3.	ฟอสเฟตและไนเตรต (Phosphate and nitrates)	105

4.3. I. แหล่งที่มา (sources)	105
4.3.2. การวิเคราะห์ (analysis)	106
4.3.3. ผลกระทบ (effects)	107
4.4. น้ำโสโครก (sewage)	108
4.4.1. แหล่งที่มา (sources)	108
4.4.2. การวิเคราะห์ (analysis)	110
4.4.3. ผลกระทบ (effects)	115
4.5. กรด (acids)	1 1 7
4.5.1. แหล่งที่มา (sources)	117
4.5.2. การวิเคราะห์ (analysis)	118
4.5.3. ผลกระทบ (effects)	118
4.6. สบู่และผงซักฟอก (Soap and detergents)	119
4.6.1. แหล่งที่มา (sources)	119
4.6.2. การวิเคราะห์ (analysis)	122
4.6.3. ผลกระทบ (effects)	123
4.7. ยาปราบศัตรูพืช (Pesticides)	123
4.7.1. แหล่งที่มา (sources)	123
4.7.2. การวิเคราะห์ (analysis)	130
4.7.3. ผลกระทบ (effects)	132
4.8. Polychlorinated biphenyl (PCBs)	135
4.8.1. แหล่งที่มา (sources)	135
4.8.2. การวิเคราะห์ (analysis)	136
4.8.3. ผลกระทบ (effects)	137
4.9. มลพิษทางเคมีอื่นๆในน้ำ	138

	4.10. สารกัมมันตรังสี (Radionuclides)	138
	4. 10. I. แหล่งที่มา (sources)	138
	4.10.2. การวิเคราะห์ (analysis)	148
	4.10.3. ผลกระทบ (effects)	149
	คำถามท้ายบท	153
บทที่ 5	มลพิษทางอากาศ (Air Pollution)	155
	5.1. บทนำ	155
	5.2. อนุภาคต่างๆ (particulates)	160
	5.2.1. แหล่งที่มา (sources)	160
	5.2.2. การวิเคราะห์ (analysis)	161
	5.2.3. ผลกระทบ (effects)	162
	5.3. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)	164
	5.3.1. แหล่งที่มา (sources)	164
	5.3.2. การวิเคราะห์ (analysis)	164
	5.3.3. ผลกระทบ (effects)	167
	5.4. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphur dioxide)	168
	5.4.1. แหล่งที่มา (sources)	168
	5.4.2. การวิเคราะห์ (analysis)	170
	5.4.3. ผลกระทบ (effects)	172
	5.5. ออกไซด์ของไนโตรเจน (Nitrogen oxide)	174
	5.5.1. แหล่งที่มา (sources)	174
	5.5.2. การวิเคราะห์ (analysis)	177
	5.5.3. ผลกระทบ (effects)	177
	5.6. คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)	183

5.6.1. แหล่งที่มา (sources)	183
5.6.2. การวิเคราะห์ (analysis)	184
5.6.3. ผลกระทบ (effects)	185
5.7. ไฮโดรคาร์บอน (Gaseous hydrocarbons)	186
5.7.1. แหล่งที่มา (sources)	186
5.7.2. การวิเคราะห์ (analysis)	187
5.7.3. ผลกระทบ (effects)	189
5.8. คาร์บอนไดออกไซด์ และปรากฏการณ์เรือนกระจก (Carbondioxide and greenhouse effect)	189
5.8.1. แหล่งที่มา (sources)	189
5.8.2. การวิเคราะห์ (analysis)	191
5.8.3. ผลกระทบ (effects)	191
5.9. คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon)	194
5.9.1. แหล่งที่มา (sources)	194
5.9.2. ผลกระทบ (effects)	195
5.10. Dioxins	198
5.10.1. แหล่งที่มา (sources)	198
5.10.2. การวิเคราะห์ (analysis)	201
5.10.3. ผลกระทบ (effects)	203
คำถามท้ายบท	207
บทที่ 6 มลพิษในดิน (Soil Pollution)	209
6.1. เคมีของดิน (Soil Chemistry)	209
6.2. แหล่งที่มาและธรรมชาติของมลพิษในดิน (Source and nature of soil pollution)	213
6.2.1. บทนำ	213

6.2.2. ยาปราบศัตรูพืช (Pesticides)	214
6.2.3. ปุ๋ย (Fertilizer)	215
6.2.4. ออกไซด์ของซัลเฟอร์และไนโตรเจน (SO ₂ and NO _x)	215
6.2.5. ตะกั่ว (Lead)	216
6.2.6. สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Compounds)	216
6.2.7. PCBs	216
6.2.8. Dioxins	217
6.3. ผลกระทบของมลพิษในดิน (Effects of soil pollution)	217
คำถามท้ายบท	219
บทที่ 7 การควบคุมมลพิษและของเสียทางด้านนิติบัญญัติ (Legislative control of pollution and waste)	221
7.1. ที่มา (historical background)	221
7.2. การดำเนินงานของการควบคุมทางด้านนิติบัญญัติ (The operation of Legislative control)	224
7.2.1. พระราชบัญญัติ (statute law)	224
7.2.2. กฎหมายรัฐธรรมนูญ (Constitutional or Common law)	226
7.3. ข้อตกลงร่วมระหว่างชาติในการพิทักษ์สิ่งแวดล้อม	227
7.3.1. สหภาพยุโรปและองค์กรความร่วมมือเฉพาะถิ่นอื่นๆ (European Union and other regional co-operation organizations)	227
7.3.2. องค์กรสหประชาชาติ (United Nations)	228
7.4. การควบคุมมลพิษทางน้ำ (Control of water pollution)	229
7.4.1. ประเทศสหรัฐอเมริกา	229
7.4.2. ยุโรป	230
7.5. การควบคุมมลพิษทางอากาศ (Control of air pollution)	230

7.5.1. การปล่อยของเสียจากเครื่องยนต์ขับเคลื่อน (motor vehicle emission)	230
7.5.2. การปล่อยอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial emission)	232
7.5.3. สารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon)	232
7.5.4. การปล่อยแก๊สเรือนกระจก (Greenhouse gases emission)	233
7.6. การควบคุมของเสียที่เป็นอันตราย (Control of hazardous waste)	235
7.6.1. การจำแนก (Classification)	235
7.6.2. ทางค้ำานนิติบัญญัติ (Legislation)	235
7.6.3. การส่งออกระหว่างประเทศ (International Export)	236
7.7. การตอบสนองจากอุตสาหกรรมเคมีต่อกฎหมายทางสิ่งแวดล้อม	238
7.8. โครงสร้างกฎหมายทางสิ่งแวดล้อมของไทยในปัจจุบัน	242
คำถามท้ายบท	248
บทที่ 8 การจัดการของเสียอย่างมีระบบ : การบำบัด และการกำจัด (Treatment and disposal)	249
8.1. บทนำ	249
8.2. การบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน (Domestic wastewater treatment)	252
8.2.1. การบำบัดน้ำเสียขั้นปฐมภูมิ (Primary treatment)	253
8.2.2. การบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ (Secondary treatment)	255
8.2.3. การบำบัดน้ำเสียขั้นตติยภูมิ (Tertiary treatment)	260
8.2.4. การบำบัดน้ำเสียด้วยแผ่นดิน (Land treatment)	261
8.3. การกำจัดของเสียที่เป็นของแข็งจากอาคารบ้านเรือน (Municipal Solid Waste disposal)	264
8.3.1. ปัญหา (The problem of Municipal Solid Waste disposal)	264
8.3.2. การเผาของเสียที่เป็นของแข็งจากอาคารบ้านเรือน (Municipal Solid Waste Incineration)	265
8.3.3. การกำจัดของเสีย โดยการฝังกลบ (Landfill disposal of waste)	272

8.3.4. แบบแผนการจัดการของเสียแบบรวมในประเทศไทย (An Integrated Waste Management Strategy for Thailand)	275
8.4. การบำบัดและการกำจัดของเสียจากอุตสาหกรรม (Treatment and disposal of industrial waste)	278
8.4.1. การจัดการของเสียทางด้านอุตสาหกรรม (Industrial Waste management)	278
8.4.2. การบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรม (Treatment of Industrial waste water)	279
8.4.3. การกำจัดของเสียที่เป็นอันตราย (The disposal of hazardous wastes)	284
คำถามท้ายบท	293
บทที่ 9 การจัดการของเสียอย่างมีระบบ : การลดของเสียในกระบวนการทางเคมี (Waste minimisation in chemical processes)	295
9.1. แนวทางการลดของเสีย (Approaches to waste minimisation)	295
9.1.1. ทางเลือกในการจัดการกับของเสีย (waste management options)	295
9.1.2. ช่วงชีวิตของการวิเคราะห์ (Life cycle of analysis)	297
9.2. ทำไมกระบวนการทางเคมีจึงผลิตของเสีย (Why do chemical processes produce waste?)	298
9.2.1. ปริมาณสัมพันธ์ของการผลิตของเสีย (Stoichiometric production of waste)	299
9.2.2. ปฏิกริยาข้างเคียงที่สอง (Secondary side reactions)	300
9.2.3. ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นต่อไป (Further reaction)	300
9.2.4. แหล่งอื่นๆของของเสียในกระบวนการทางเคมี (Other sources of waste in chemical processes)	301
9.3. เศรษฐกิจหรือค่าใช้จ่ายของการลดของเสีย (Economics of waste minimisation)	303
9.3.1. ค่าใช้จ่ายในการผลิตของเสีย (Cost of waste generation)	304
9.3.2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการลดของเสีย (Benefits of waste minimisation)	307
9.4. การลดของเสียที่แหล่งผลิต (Waste reduction at sources)	307
9.4.1. ตัวอย่าง (Examples of source reduction)	307

9.4.2.	การพิจารณาในแง่การเมือง (Political considerations)	309
9.4.3.	ทางเลือกอื่นของCFCs (Alternatives to CFCs)	309
9.5.	วิธีลดของเสียทางเคมี (Chemical methods for waste minimization)	312
9.5.1.	การใช้ Solid supports	312
9.5.2.	Polymer support synthesis	315
9.5.3.	Phase Transfer catalysis	318
9.5.4.	Hydrogen peroxide in clean processes	320
9.5.5.	Sonochemistry	331
9.5.6.	เคมีไฟฟ้า	333
9.5.7.	ทางเลือกของตัวทำละลาย	340
9.6.	การควบคุมการปล่อยของเสีย (Control emission)	343
9.6. I.	Control of particulate emission from industrial sources	344
9.6.2.	Control of sulphur dioxide emissions from coal-burning power plants	344
9.6.3.	Control of nitrogen oxide emissions from power plants	349
9.6.4.	Control of automobile emissions	352
9.7.	การลดการปนเปื้อนของดิน (Decontamination of polluted soil)	355
9.7.1.	Bioremediation	355
9.7.2.	Chemical decontamination	356
	คำถามท้ายบท	357
บทที่ 10	การจัดการของเสียอย่างมีระบบ : การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่และการนำมาใช้อีก (Recycling and re-use)	359
10.1.	วัสดุที่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ (Recyclable Materials)	359
10.1.1.	กระดาษ (Paper)	360
10.1.2.	แก้ว (Glass)	360

10.1.3. อะลูมิเนียม (Aluminium)	361
10.1.4. โลหะอื่นๆ (Other Metals)	362
10.1.5. พลาสติก (Plastic)	363
10.1.6. องค์ประกอบต่างๆในของเสียจากอุตสาหกรรม	364
10.2. เศรษฐกิจของการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (The economics of recycling)	366
10.2.1. Economic advantages of recycling	366
10.2.2. Economic disadvantages of recycling	367
10.2.3. การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและประโยชน์ที่ได้รับจากการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่	368
10.2.4. Improving the economics of recycling	370
10.3. Practical aspects of recycling	371
10.3.1. Source separation	371
10.3.2. Resource recovery	371
10.4. การรีไซเคิลพอลิเมอร์ (Polymer Recycling)	372
10.4.1. การใช้พอลิเมอร์ (Polymer uses)	372
10.4.2. กลยุทธ์การรีไซเคิล (Recycling Strategy)	373
10.4.3. การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse)	376
10.4.4. การนำเอาพลังงานกลับคืน (Energy recovery)	376
10.4.5. พอลิเมอร์ที่สลายได้ (Degradable polymers)	377
10.5. การนำกลับคืน และการนำตัวทำละลายและผลิตภัณฑ์ข้างเคียงมาใช้ซ้ำ (Recovery and re-use of solvents and by-products)	379
คำถามท้ายบท	382
บรรณานุกรม	383
ภาคผนวก	385