เอกสารประกอบการสอน

รายวิชาเคมีเบื้องต้น

อานันท์นิตย์ คุ่ยยกสุย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

2562

คำนำ

เคมีเบื้องต้น รหัสวิชา 4021121 จำนวนหน่วยกิต 3(3-0-6) เป็นกลุ่มรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ วิชาแกนบังคับเรียนของหลักสูตรเคมี กำหนดให้เรียน 3 คาบต่อสัปดาห์ โดยเป็นภาคทฤษฎีทั้ง 3 คาบ ซึ่งเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเคมีเบื้องต้น โครงสร้างอะตอม ธาตุและสมบัติของธาตุ พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สมดุลเคมีและสมดุลกรดเบส โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 7 บท

จากประสบการณ์ในการสอนในรายวิชานี้ ผู้เขียนได้เรียบเรียงเนื้อหาที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายพร้อมมีรูปภาพและตัวอย่างประกอบ และได้อ้างอิงแหล่งที่มาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้สะดวกขึ้น และสามารถนำความรู้นี้เป็นพื้นฐานในระดับปริญญาตรี และการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้น

อานันท์นิตย์ คุ่ยยกสุย

พฤษภาคม 2562

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		(1)
สารบัญ		(3)
สารบัญรูป		(8)
สารบัญตาราง		(12)
แผนบริหารการสอนประจำวิชา		(15)
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1		1
บทที่ 1	**หลักเคมีเบื้องต้น**	3
	ความหมายของเคมี	3
	สสารและสาร	3
	สมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลง	4
	การจัดจำแนกสาร	5
	สัญลักษณ์ของธาตุ	10
	การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ	11
	การแยกสารให้บริสุทธิ์	11
	หน่วยความเข้มข้นของสารละลาย	17
	สรุป	18
	แบบฝึกหัดท้ายบท	18
	เอกสารอ้างอิง	20
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 2		21
บทที่ 2	**โครงสร้างอะตอม**	23
	แนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองอะตอม	23
	อนุภาคมูลฐานของอะตอม	41
	เลขอะตอม เลขมวล และสัญลักษณ์นิวเคลียร์	43
	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	43
	เลขควอนตัม	44

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 2	สรุป	50
	แบบฝึกหัดท้ายบท	51
	เอกสารอ้างอิง	53
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 3		55
บทที่ 3	**ธาตุและสมบัติของธาตุ**	57
	วิวัฒนาการของตารางธาตุ	57
	กลุ่มของธาตุในตารางธาตุ	59
	ขนาดอะตอม	62
	พลังงานไอออไนเซชัน	65
	สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน	66
	อิเล็กโทรเนกาติวิตี	67
	ธาตุแทรนซิชัน	69
	ธาตุกึ่งโลหะ	71
	ธาตุกัมมันตรังสี	72
	ปฏิกิริยานิวเคลียร์	73
	สรุป	75
	แบบฝึกหัดท้ายบท	76
	เอกสารอ้างอิง	77
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 4		79
บทที่ 4	**พันธะเคมี**	81
	สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส	81
	กฎออกเตต	82
	พันธะไอออนิก	82
	พันธะโลหะ	90
	พันธะโคเวเลนต์	91

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	พลังงานพันธะ	94
	รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	104
	การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	105
	สภาพขั้วของโมเลกุล	117
	พันธะไฮโดรเจน	122
	สรุป	123
	แบบฝึกหัดท้ายบท	124
	เอกสารอ้างอิง	125
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 5		127
บทที่ 5	**ปริมาณสารสัมพันธ์**	129
	อะตอม โมเลกุล และไอออน	129
	การเขียนสัญลักษณ์ธาตุ	130
	มวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร	131
	สมการเคมี	135
	หลักเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการคำนวณจากสมการ	136
	สูตรเคมี	137
	ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริง และร้อยละผลผลิต	140
	การเตรียมสารละลาย	141
	ความเข้มข้นของสารละลาย	142
	สรุป	147
	แบบฝึกหัดท้ายบท	148
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6		151
บทที่ 6	**ของแข็ง ของเหลว แก๊ส**	153
	สถานะของสาร	153
	การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ	154

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 6	ของแข็ง	157
	การจัดเรียงอนุภาคในของแข็ง	157
	ของเหลว	159
	สมบัติของของเหลว	160
	ความร้อนของการกลายเป็นไอ	164
	ความดันไอ	165
	การเดือด	168
	สมการคลอเซียส – คลาเปรอน	168
	แก๊ส	170
	ปริมาตรและความดัน	170
	กฎของบอยล์	173
	กฎของชาร์ลส์	175
	กฎของแกย์ลุสแสก และหลักอโวกาโดร	176
	กฎของแก๊สสมมุติ	179
	กฎความดันย่อยของดอลตัน	180
	กฎการแพร่ผ่านของแกรแฮม	181
	ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	183
	สรุป	185
	แบบฝึกหัดท้ายบท	187
	เอกสารอ้างอิง	188
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7		191
บทที่ 7	**สมดุลเคมี และสมดุลกรดเบส**	193
	สมดุลในปฏิกิริยาเคมี	193
	ปฏิกิริยาผันกลับได้	194
	ค่าคงที่สมดุล	194
	ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี	195

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 7	ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาของแก๊ส	196
	ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาวิวิธพันธ์	197
	ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี	198
	การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล	200
	การเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อภาวะสมดุล	201
	สมดุลกรด – เบส	206
	สารละลายบัฟเฟอร์	223
	สรุป	225
	แบบฝึกหัดท้ายบท	226
	เอกสารอ้างอิง	227
บรรณานุกรม		229

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	การจำแนกสารในทางเคมี	6
1.2	การกรอง	12
1.3	การใช้กรวยแยก	12
1.4	การตกผลึก	13
1.5	อุปกรณ์การกลั่นแบบธรรมดา	14
1.6	อุปกรณ์การกลั่นแบบลำดับส่วน	15
1.7	โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ	16
2.1	หลอดรังสีแคโทดของ William Crookes	24
2.2	หลอดรังสีแคโทดของ William Crookes ดัดแปลงใสกังหันไวดานใน	25
2.3	หลอดรังสีแคโทดของ William Crookes ดัดแปลงใสฉากกั้นเพื่อแสดงการเกิดเงา	25
2.4	หลอดรังสีแคโทดของ Thomson ดัดแปลงมาจาก William Crookes เดิม	26
2.5	หลอดรังสีแคโทดของ Thomson ดัดแปลงต่อขั้วไฟฟ้าไว้	27
2.6	หลอดรังสีแคโทดของ Thomson ดัดแปลงเพื่อใช้ทำการทดลองหาค่าประจุต่อมวล	28
2.7	การทดลองหาค่าประจุของอิเล็กตรอนโดยวิธีเม็ดน้ำมัน	29
2.8	หลอดรังสีแคโทดของ Eugen Goldstrin	30
2.9	แบบจำลองอะตอมของทอมสัน	31
2.10	กัมมันตรังสี ที่พบทั้ง 3 ชนิด	32
2.11	แผนภาพแสดงการทดลองการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำ	32
2.12	แบบจำลองอะตอมของ Rutherford	33
2.13	แบบจำลองอะตอมของโบร์	34
2.14	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	36
2.15	การเกิดสเปกตรัม	39
2.16	อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเกิดเป็นระดับพลังงาน	40
2.17	แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	41
2.18	s ออร์บิตอล	46
2.19	p ออร์บิตอล	46
2.20	d ออร์บิตอล	46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.21	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน	49
3.1	การจัดตารางธาตุของโยฮันน์ โวล์ฟกัง เดอเบอไรเนอร์	57
3.2	การจัดตารางธาตุของ จอห์น นิวแลนด์ส	58
3.3	ตารางธาตุในปัจจุบัน	60
3.4	รัศมีอะตอมของธาตุเพิ่มขึ้นตามลำดับของธาตุจากบนลงล่างของธาตุในหมู่เดียวกัน	63
3.5	รัศมีอะตอมของธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4, 5 และ 6 ของตารางธาตุ	64
3.6	ความแตกต่างของค่ารัศมี	64
3.7	พลังงานไอออไนเซชันลำดับต่าง ๆ ของธาตุ	66
3.8	สัมพรรคภาพอิเล็กตรอนของธาตุบางธาตุ	67
3.9	อิเล็กโทรเนกาติวิตีของธาตุ	68
3.10	ธาตุแทรนซิชัน	69
3.11	ปฏิกิริยาฟิชชัน	74
3.12	ปฏิกิริยาฟิวชัน	74
4.1	สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส	82
4.2	พันธะไอออนิก	83
4.3	แผนภาพ Bonr - Haber cycle	84
4.4	การเกิดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ในน้ำ โมเลกุลมีขั้วของน้ำ เข้าดึงไอออนที่ผิวสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ออกเป็นไอออนที่มีน้ำล้อมรอบ	88
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานแลตทิซ, พลังงานไฮเดรชัน และพลังงานการละลาย	89
4.6	พันธะโลหะ	90
4.7	พันธะโคเวเลนต์	92
4.8	ชนิดของพันธะโคเวเลนต์	93
4.9	การเกิดเรโซแนนซ์	99
4.10	สารบางชนิดที่มีโครงสร้างเป็นแบบเรโซแนนซ์	103
4.11	รูปร่างเส้นตรงของโมเลกุล $BeCl_2$	105
4.12	รูปร่างเส้นตรงของโมเลกุล CO_2	106
4.13	รูปสามเหลี่ยมแบนราบของโมเลกุล BCl_3	106

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.14	รูปทรงสี่หน้าของโมเลกุล CH_4	107
4.15	รูปร่างทรงสี่หน้าของโมเลกุลซัลเฟต ไอออน (SO_4^{2-})	108
4.16	รูปร่างทรงสี่หน้าของโมเลกุลฟอสฟอรัส (P_4)	108
4.17	รูปพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยมของโมเลกุลฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์ (PCl_5)	109
4.18	รูปทรงแปดหน้าของโมเลกุลซัลเฟอร์เฮกฟลูโอไรค์ (SF_6)	110
4.19	รูปพีระมิดฐานสามเหลี่ยมของโมเลกุลของแอมโมเนีย (NH_3)	111
4.20	รูปมุมงอหรือรูปตัววีของโมเลกุลน้ำ (H_2O)	112
4.21	แสดงการดึงดูดอิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ต่าง ๆ	118
4.22	พิจารณาขั้วพันธะแต่ละพันธะของน้ำ (H_2O), แอมโมเนีย (NH_3) และคลอโรมีเทน (CH_3Cl)	119
4.23	สภาพขั้วของโมเลกุล	121
4.24	พันธะไฮโดรเจนที่เกิดกับน้ำ	122
5.1	อะตอมของคาร์บอน	129
5.2	สัญลักษณ์ธาตุ	130
6.1	การถ่ายเทพลังงานในการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร	155
6.2	การถ่ายเทพลังงานในการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ	156
6.3	ผลึกกำมะถัน (S_8); (ก) กำมะถันมอนอคลินิก และ (ข) กำมะถันรอมบิก	158
6.4	แบบจำลองโมเลกุลของกำมะถัน (S_8)	158
6.5	การจัดเรียงตัวของโมเลกุลกำมะถันในผลึกกำมะถัน	159
6.6	แสดงการแพร่ของของเหลวโดยหยดสีลงในน้ำ	161
6.7	การดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว	162
6.8	การแจกแจงของพลังงานในของเหลว	163
6.9	ความดันไอ	166
6.10	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอของสารและอุณหภูมิ	167
6.11	กราฟการพล๊อต log กับ $\frac{1}{T}$	169
6.12	บารอมิเตอร์ชนิดปรอท	171
6.13	มาโนมิเตอร์ประเภทปลายเปิด	173

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
6.14	กราฟความสัมพันธ์ผกผันระหว่างความดันกับปริมาตรของแก๊สสมมุติ	174
6.15	การแพร่ของแก๊สโมเลกุลภายใต้ความดัน	182
7.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ทุกจุดบนเส้นโค้งแสดงความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- เมื่อสารละลายอยู่ในภาวะสมดุล	214
7.2	มาตร pH (pH meter)	214
7.3	กระดาษ pH (pH paper)	215

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	5
1.2	ชนิดและตัวอย่างของคอลลอยด์	8
1.3	เปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างโลหะกับอโลหะ	9
1.4	ชื่อและสัญลักษณ์ของธาตุ	10
2.1	แสงสีต่าง ๆ ในแถบสเปกตรัมของแสงขาว	37
2.2	สีของเส้นสเปกตรัมจากสารประกอบต่าง ๆ	38
2.3	ระดับพลังงานย่อย s, p, d, f subshell แต่ละระดับพลังงานย่อยจะมีจำนวนอิเล็กตรอนต่าง ๆ กัน	47
3.1	มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุบางกลุ่มตามกฎชุดสาม	57
3.2	การเรียกชื่อธาตุตามระบบ IUPAC	61
3.3	การจัดเรียงอิเล็กตรอนของโครเมียมและโครเมียมไอออนที่มีเลขออกซิเดชันต่าง ๆ	70
3.4	สีของโครเมียมและแมงกานีสไอออนในสารละลายน้ำ	71
3.5	ชนิดและสมบัติของรังสีบางชนิด	73
4.1	พลังงานพันธะเฉลี่ย	96
4.2	เปรียบเทียบเอทานอลกับเมทอกซีมีเทน	104
4.3	สรุปรูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์	112
4.4	แสดงการเปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารโคเวเลนต์มีขั้วและไม่มีขั้ว	122
5.1	ตัวอย่างสูตรเคมีของสารประกอบบางชนิด	138
6.1	สถานะกับอุณหภูมิของสารบางชนิด	154
6.2	ความร้อนของการกลายเป็นไอและจุดเดือดของสารบางสาร	165
6.3	ปริมาตรโมลาร์ของแก๊สต่าง ๆ ที่สภาวะมาตรฐาน (STP)	178
7.1	กรดเบรินสเตดและคู่เบส	208
7.2	ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย	213
7.3	pH ของของเหลวหรือสารละลายบางชนิด	215
7.4	ค่าคงที่สมดุลการแตกตัวของกรดบางชนิดให้โปรตอน 1 ตัว	217
7.5	ค่าคงที่สมดุลการแตกตัวของเบสอ่อนบางชนิด	219

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
7.6	สภาพความแรงของกรดของธาตุในหมู่เดียวกันของตารางธาตุ	220
7.7	ความแรงของกรดของธาตุในคาบเดียวกันของตารางธาตุ	221

แผนบริหารการสอนประจำวิชา

รายวิชา เคมีเบื้องต้น (Basic of Chemistry)

รหัสวิชา 4021121

จำนวนหน่วยกิต-ชั่วโมง 3(3-0-6)

คำอธิบายรายวิชา

หลักเคมีเบื้องต้น โครงสร้างอะตอม ตารางธาตุ และสมบัติของธาตุเรพริเซนเททีฟและทรานซิชัน พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ ของเหลว สารละลาย ของแข็ง ก๊าซ สมดุลเคมี กรด เบส

จุดมุ่งหมายรายวิชา

1 เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจและสามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักเคมีเบื้องต้น โครงสร้างอะตอม ตารางธาตุ และสมบัติของธาตุเรพริเซนเททีฟและทรานซิชัน พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ ของเหลว สารละลาย ของแข็ง ก๊าซ สมดุลเคมี กรด เบส

2) เพื่อให้นักศึกษาตระหนักและเห็นความสำคัญเกี่ยวกับหลักเคมีเบื้องต้น โครงสร้างอะตอม ตารางธาตุ และสมบัติของธาตุเรพริเซนเททีฟและทรานซิชัน พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ ของเหลว สารละลาย ของแข็ง ก๊าซ สมดุลเคมี กรด เบส

3) เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้เกี่ยวกับหลักเคมีเบื้องต้น โครงสร้างอะตอม ตารางธาตุ และสมบัติของธาตุเรพริเซนเททีฟและทรานซิชัน พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ ของเหลว สารละลาย ของแข็ง ก๊าซ สมดุลเคมี กรด เบส ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เนื้อหา

บทที่ 1 หลักเคมีเบื้องต้น **3 ชั่วโมง**

ความหมายของเคมี

สสารและสาร

สมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลง

การจัดจำแนกสาร

สัญลักษณ์ของธาตุ

เนื้อหา

การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ
การแยกสารให้บริสุทธิ์
หน่วยความเข้มข้นของสารละลาย

บทที่ 2 โครงสร้างอะตอม **6 ชั่วโมง**

วิวัฒนาการของอะตอม
โครงสร้างอะตอม และอนุภาคมูลฐานในอะตอม
การจัดเรียงโครงแบบอิเล็กตรอน

บทที่ 3 ธาตุและสมบัติของธาตุ **6 ชั่วโมง**

วิวัฒนาการของตารางธาตุ
ตารางธาตุในปัจจุบัน
ขนาดของอะตอม
พลังงานไอออไนเซชัน
สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน
อิเล็กโทรเนกาติวิตี
โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ
ธาตุแทรนซิชัน

บทที่ 4 พันธะเคมี **6 ชั่วโมง**

การเกิดพันธะเคมี
พันธะไอออนิก
พันธะโลหะ
พันธะโควาเลนต์
พันธะไฮโดรเจน

บทที่ 5 ปริมาณสารสัมพันธ์ **6 ชั่วโมง**

อะตอม โมเลกุล และไอออน
การเขียนสัญลักษณ์ธาตุ
มวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร
สมการเคมี
หลักเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการคำนวณจากสมการ
สูตรเคมี
ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริง และร้อยละผลผลิต

เนื้อหา

การเตรียมสารละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย

บทที่ 6 ของแข็ง ของเหลว แก๊ส **9 ชั่วโมง**

สถานะของสาร

การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ

ของแข็ง

ของเหลว

แก๊ส

ปริมาตรและความดัน

กฎของบอยล์

กฎของชาร์ลส์

กฎของแกย์ลุสแสก และหลักอโวกาโดร

กฎของแก๊สสมมุติ

กฎความดันย่อยของดอลตัน

กฎการแพร่ผ่านของแกรแฮม

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

บทที่ 7 สมดุลเคมี และสมดุลกรดเบส **9 ชั่วโมง**

สมดุลในปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยาผันกลับได้

ค่าคงที่สมดุล

ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี

ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาของแก๊ส

ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาวิวิธพันธ์

ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี

การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

การเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อภาวะสมดุล

สมดุลกรด – เบส

สารละลายบัฟเฟอร์

วิธีสอนและกิจกรรม

1. ศึกษาเอกสารประกอบการสอนรายวิชาเคมีเบื้องต้น
2. บรรยายภาคทฤษฎีในชั้นเรียน
3. ซักถามในบทเรียน
4. ทำคำถามท้ายบท
5. ทำรายงานและนำเสนอเพื่ออภิปรายร่วมกัน
6. ให้นักศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารอื่น ๆ

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง
3. สื่อการสอนในลักษณะโปรแกรมนำเสนอ
4. ตำราและวารสารวิชาการ

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล

1. คุณธรรม จริยธรรม	10%
2. ความรู้	
สอบกลางภาค	25%
สอบปลายภาค	25%
3. ทักษะทางปัญญา	
สอบเก็บคะแนน	20%
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และ ความรับผิดชอบ	10%
5. ทักษะวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	10%

การประเมินผล

คะแนนระหว่าง 80-100	ได้ระดับ	A
คะแนนระหว่าง 75-79	ได้ระดับ	B^+
คะแนนระหว่าง 70-74	ได้ระดับ	B
คะแนนระหว่าง 65-69	ได้ระดับ	C^+
คะแนนระหว่าง 60-64	ได้ระดับ	C
คะแนนระหว่าง 55-59	ได้ระดับ	D^+

คะแนนระหว่าง 50-54	ได้ระดับ D
คะแนนระหว่าง 0-49	ได้ระดับ E