



การพัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem เพื่อส่งเสริมมนทัศน์เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ และ
ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

DEVELOPMENT OF NomenChem APPLICATION TO PROMOTE CONCEPTS OF
ORGANIC COMPOUNDS NOMENCLATURE AND SYSTEMATIC THINKING SKILLS IN
HIGH SCHOOL STUDENTS

ทศพล ธรรมวงศ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2566

การพัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem เพื่อส่งเสริมมนทัศน์เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ และ
ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF NomenChem APPLICATION TO PROMOTE CONCEPTS OF
ORGANIC COMPOUNDS NOMENCLATURE AND SYSTEMATIC THINKING SKILLS IN
HIGH SCHOOL STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Chemistry)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem เพื่อส่งเสริมมนทัศน์เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ และ
ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

ทศพล ธรรมวงศ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(อาจารย์ ดร.อิทธิพล สังเวียนวงศ์) (รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล) (อาจารย์ ดร.ชัชฎาภรณ์ พิณทอง)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem เพื่อส่งเสริมโน้ตบุ๊กเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ และทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ผู้วิจัย	ทศพล ธรรมวงศ์
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. อธิพล สังเวียนวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยรัตน์ ศรีวิไล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียกชื่อสารอินทรีย์ ตามระบบ IUPAC บนระบบปฏิบัติการ iPadOS 2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาเคมีเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem 3) ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 31 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem แอปพลิเคชัน NomenChem แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC และแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าสถิติ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) แอปพลิเคชัน NomenChem สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ และตามขอบเขตการวิจัยที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนมโนทัศน์เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : แอปพลิเคชันบทเรียน, การคิดเชิงระบบ, การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC, เคมีอินทรีย์

Title	DEVELOPMENT OF NomenChem APPLICATION TO PROMOTE CONCEPTS OF ORGANIC COMPOUNDS NOMENCLATURE AND SYSTEMATIC THINKING SKILLS IN HIGH SCHOOL STUDENTS
Author	TODSAPON THAMMAWONG
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Dr. Itthipol Sungwienwong
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Piyarat Srivilai

The objectives of this research are as follows: (1) to develop application for learning about organic compounds nomenclature; (2) a comparison of the pre-results and post-results of the concept of upper-level students studying the topic of organic compound nomenclature by using the NomenChem application; and (3) a comparison of the pre-results and post-results on systematic thinking among upper-level students on the topic of organic compound nomenclature by using the NomenChem application. This research used the One Group Pretest-Posttest Design. The instruments were a lesson plan with the NomenChem application, a tutorial on the NomenChem application, a test of organic compounds to measure the learning concepts of students, and a systematic thinking skills test. The data were analyzed by percentage, mean, standard deviation and a t-test. The results revealed the following: (1) the application could be achieved according to user requirements; (2) the concept score of organic compound nomenclature after using the NomenChem application was significantly higher at a level of .05; and (3) the systematic thinking score after using the NomenChem application was significantly higher at a level of .05.

Keyword : tutorial application, systematic thinking, organic compounds nomenclature

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.อิทธิพล สังเวียนวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษา แรغبั่นดาลใจ และมอบกำลังใจให้อย่างเต็มเปี่ยม ตลอดจนแนะนำแนวทางการทำวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ชัชฎาภรณ์ พิณทอง กรรมการในการสอบปากเปล่า ที่กรุณามอบคำแนะนำในการปรับปรุง แก้ไข ปริญญาานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.กฤษดี ดลโสภณ อาจารย์ ดร.ชัชฎาภรณ์ พิณทอง และครูชนก ชนม์ วิชาศิวกรกุล ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และให้คำแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือให้มีความเหมาะสมจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้ตามระยะเวลาที่กำหนด

ขอบพระคุณครูอัครวิษญ์ พิวษ์งาม คณะครู และผู้บริหารโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย ที่อนุญาตให้ดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัย ตลอดจนคณะครู และผู้บริหารโรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกท่าน ที่มอบกำลังใจ สนับสนุน และช่วยเหลือจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

ขอบพระคุณ น.ท.หญิงกนกพร สมตระกูล ที่มอบทุนการศึกษา ประจำปีการศึกษา 1/2562 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมารดา ญาติสนิท ที่ได้ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อน เคมี กศ.ม. ทุกคน ขอขอบคุณครูวิษ อัครตระกูลวงศ์ ที่เคยให้กำลังใจ และได้ร่วมใช้ชีวิตด้วยกันตั้งแต่เริ่มการศึกษาตลอดระยะเวลา 5 ปี แม้ว่าจะแยกจากกันไปแล้ว และขอบคุณตัวเองที่ลุกขึ้นสู้อีกครั้งจนกระทั่งปริญญาานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณค่า และประโยชน์จากการทำปริญญาานิพนธ์ครั้งนี้ไว้เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียนสืบไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของงานวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
สมมติฐานการวิจัย.....	7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	8
1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	9
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโมบายแอปพลิเคชัน	11
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิชาเคมี	21
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	42

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	42
2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	43
3. การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล	58
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	59
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	61
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	61
สมมติฐานข้อที่ 1 แอปพลิเคชัน NomenChem สำหรับเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ iPadOS มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ของผู้เรียนมีคะแนนด้านมโนทัศน์หลังเรียนเป็นร้อยละ 65 ขึ้นไป และมีความพึงพอใจในระดับดีขึ้นไป	61
สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนมโนทัศน์เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05	65
สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05	67
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	72
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	72
สมมติฐานของงานวิจัย.....	72
วิธีดำเนินการวิจัย.....	72
สรุปผลการวิจัย.....	76
อภิปรายผลการวิจัย	76
1. การใช้แอปพลิเคชัน NomenChem ในการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ส่งผลให้นักเรียนร้อยละ	

77.42 เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพร้อยละ 70 ของผู้เรียนมีคะแนนด้านมนโมทศน์ หลังเรียนเป็นร้อยละ 65 ขึ้นไป และมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 อยู่ในระดับ พึงพอใจมากที่สุด เนื่องจาก.....	76
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนมนโมทศน์เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก	78
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก.....	79
ข้อจำกัด.....	80
ข้อเสนอแนะ.....	80
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งถัดไป	81
บรรณานุกรม	82
ภาคผนวก.....	89
ภาคผนวก ก	90
ภาคผนวก ข	92
ภาคผนวก ค	102
ภาคผนวก ง.....	120
ภาคผนวก จ	128
ภาคผนวก ฉ	130
ประวัติผู้เขียน.....	137

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม.....	10
ตาราง 2 แผนการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน NomenChem เป็นสื่อสำหรับการจัดการเรียนรู้.....	43
ตาราง 3 การแปลความหมายคะแนนของทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ.....	57
ตาราง 4 แบบแผนการวิจัย.....	58
ตาราง 5 ตารางแสดงการนำแอปพลิเคชันไปใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	62
ตาราง 6 แสดงคะแนนในทัศนหลังเรียนของผู้เรียนที่ใช้แอปพลิเคชัน NomenChem.....	63
ตาราง 7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem.....	63
ตาราง 8 คะแนนในทัศนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS).....	66
ตาราง 9 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันการเรียกชื่อสารอินทรีย์.....	67
ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงระบบรายด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันการเรียกชื่อสารอินทรีย์.....	68
ตาราง 11 ช่วงคะแนนการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่ได้จากการประเมินทักษะหลังเรียน.....	69
ตาราง 12 ตารางแสดงระดับการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่ได้จากการประเมินทักษะหลังเรียน..	70

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	7
ภาพประกอบ 2 แอปพลิเคชัน Nomenclature.....	14
ภาพประกอบ 3 หน้าต่างโปรแกรม Nomenclature.....	15
ภาพประกอบ 4 เมนูบทเรียน.....	15
ภาพประกอบ 5 เนื้อบทเรียน	16
ภาพประกอบ 6 แบบฝึกทำยบทเรียน.....	16
ภาพประกอบ 7 การเติมคำตอบลงในแบบฝึกทำยบทเรียน.....	17
ภาพประกอบ 8 การเลือกสายใช้หลัก.....	18
ภาพประกอบ 9 การเรียกชื่อที่สมบูรณ์.....	18
ภาพประกอบ 10 การตรวจคำตอบ.....	19
ภาพประกอบ 11 หลักวินัย 5 ประการ.....	26
ภาพประกอบ 12 ลำดับขั้นกระบวนการคิดเชิงระบบ.....	30
ภาพประกอบ 13 กระบวนการคิดเชิงระบบที่สอดคล้องกับการคิด 7 แบบ	31
ภาพประกอบ 14 แอปพลิเคชัน Nomenclature.....	46
ภาพประกอบ 15 QR Code เพื่อดาวนิโหลดแอปพลิเคชัน.....	47
ภาพประกอบ 16 หน้าต่างการลงชื่อเข้าใช้งาน	47
ภาพประกอบ 17 หน้าต่างแสดงหัวข้อประเภทของสารอินทรีย์	48
ภาพประกอบ 18 แสดงหน้าต่างเมนูหลัก	48
ภาพประกอบ 19 หน้าต่างแสดงเนื้อหา.....	49
ภาพประกอบ 20 วิธีการเล่นเกม.....	49
ภาพประกอบ 21 หน้าต่างเกมทำยบทเรียน.....	50

ภาพประกอบ 22 แสดงการตรวจคำตอบ	51
ภาพประกอบ 23 แสดงข้อความให้ทราบก่อนไปข้อถัดไป	52
ภาพประกอบ 24 การใส่คำตอบไม่ลงในช่อง	52
ภาพประกอบ 25 ภาพแสดงคะแนน	53
ภาพประกอบ 26 การเข้าใช้งาน	53
ภาพประกอบ 27 การใช้งานต่อ	54
ภาพประกอบ 28 แสดงความพึงพอใจของผู้เรียนที่ตอบแบบสอบถาม	65
ภาพประกอบ 29 แสดงคะแนนในทัศนีก่อน-หลัง	66
ภาพประกอบ 30 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของการคิดเชิงระบบทั้ง 4 ด้าน	69
ภาพประกอบ 31 ระดับการประเมินทักษะหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน	70
ภาพประกอบ 32 ผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่ตอบแบบสอบถาม	78
ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างเกมการเรียกชื่อสารอินทรีย์ในแต่ละประเภท	79

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิชาเคมีเป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาส่วนใหญ่ที่เป็นนามธรรม ต้องใช้จินตนาการในการคิดเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาประสบการณ์ อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงในบางครั้งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Gilbert, 2006) โดยเฉพาะเคมีอินทรีย์ซึ่งเป็นเนื้อหาที่บรรจุไว้ในสาระเคมี ตามตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยจัดอยู่ในสาระเคมีข้อที่ 1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งในส่วนของเคมีอินทรีย์นั้นนักเรียนจะต้องเริ่มเรียนโครงสร้างของสารอินทรีย์ การวิเคราะห์โครงสร้างและหมู่ฟังก์ชัน การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ การเขียนไอโซเมอร์ และปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์ (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) นอกจากนี้ยังใช้เป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีขั้นสูง และรายวิชาวิทยาศาสตร์อื่น เช่น สารชีวโมเลกุล เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ เป็นต้น (ธัญญา คงทน, 2559) ซึ่งจากการให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามหลังเรียนวิชาเคมีจบ แนวคำตอบส่วนใหญ่ของผู้เรียนคือ เคมีอินทรีย์เป็นเรื่องที่ต้องท่องจำ มองไม่เห็นภาพหรือสิ่งที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังรู้สึกน่าเบื่อไม่สนุกหรือตื้นตัน และการทดลองก็ไม่มีคามน่าสนใจ โดยเฉพาะเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องพยายามปรับการเรียนการสอนเพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้มากขึ้น (ยีน ภูววรรณ และ สมชาย นำประเสริฐชัย, 2546)

ในปัจจุบันจะเห็นว่าโทรศัพท์มือถือมีอัตราการใช้สูงขึ้นทุกปีและมากกว่าผู้ใช้อินเทอร์เน็ตหลายเท่า จึงเป็นสาเหตุทำให้นักการศึกษาหันมาสนใจระบบการเรียนการสอนแบบ M-Learning ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงมากกว่าการเรียนผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศเดิม อาทิการเรียนรู้อย่าง e-Learning ฯลฯ เพราะมนุษย์มีอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาติดตัวไปทุกสถานที่ ผสานกับเทคโนโลยีสารสนเทศการรับส่งข้อมูลระบบไร้สาย จึงนับว่าเป็นการขยายโอกาสทางการศึกษา อันสำคัญอีกช่องทางหนึ่งของการเรียนรู้คู่สังคมไทย (พิสิฐ ตั้งพรประเสริฐ, 2561) ดังนั้นครูจะต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนของตนเอง พร้อมรับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจึงต้องเรียนรู้เทคโนโลยีต่าง ๆ แล้ววิเคราะห์ความเป็นไปได้ แล้วนำมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ให้เหมาะสมกับสภาพของโรงเรียน ซึ่งปัจจุบันการเรียนรู้อย่างเคลื่อนที่ (mobile learning) เป็นการจัดการเรียนการสอน หรือ

การเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านคอร์สแวร์ที่นำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนผ่านเทคโนโลยีเครือข่ายแบบไร้สาย (wireless telecommunication network) และ เทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่และทุกเวลา (พิสิฐ ตั้งพรประเสริฐ, 2563)

การเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ (mobile learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนและผู้สอนใช้อุปกรณ์ประเภทเคลื่อนที่ได้ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (Wireless LAN) ได้แก่ Notebook Computer, Portable computer, PDA/PAD Phone, Tablet PC, Cell Phones /Cellular Phone ในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือการเข้าถึงข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ด้วยผู้เรียนเอง สำหรับพัฒนาการของ M-Learning เป็นพัฒนาการนวัตกรรมการเรียนการสอนมาจากนวัตกรรมการเรียนการสอนทางไกล หรือ d-Learning (Distance Learning) และการจัดการเรียนการสอนแบบ e-Learning (Electronic Learning) ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบ M-Learning ที่นิยมในปัจจุบันคือ 1. Tablet คือ เครื่องคอมพิวเตอร์พกพาที่สามารถใช้ขณะเคลื่อนไหวได้ มีปากกาไวซ์ดเขียนบนหน้าจอ หรือจะพิมพ์ผ่านคีย์บอร์ดเสมือนจริง ที่ปรากฏบนหน้าจอโดยใช้นิ้วสัมผัส 2. Smart Phones คือ โทรศัพท์มือถือที่นอกจากใช้โทรออก-รับสายแล้วยังมีแอปพลิเคชันให้ใช้งานมากมาย สามารถรองรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่าน 3G, Wi-Fi และสามารถใช้งานโซเชียลเน็ตเวิร์คและแอปพลิเคชันสนทนา โดยที่ปัจจุบันสมาร์โฟนมีหน้าจอบนระบบสัมผัส, กล้องถ่ายรูปที่มีความละเอียดสูง, ออกแบบดีไซน์ให้สวยงามทันสมัย, มีแอปพลิเคชันและลูกเล่นที่น่าสนใจ ซึ่งผู้เรียนที่มีโทรศัพท์สมาร์โฟนก็สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้แอปพลิเคชัน ซึ่งการนำเสนอแอปพลิเคชันมีหลายรูปแบบ เช่น การทบทวนความรู้ เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิมหรือนำเสนอความรู้ใหม่ แบบฝึกปฏิบัติ เป็นการฝึกทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ จนสามารถเข้าใจเนื้อหาในเรื่องที่เรียน เกม ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับการเล่นอย่างเพลิดเพลิน

จากการประเมินสมรรถนะนักเรียนสากล (Programme for International Student Assessment) หรือ PISA ในปี 2018 มีการรู้เรื่องการอ่านเป็นการประเมินหลักแล้ว นอกจากนี้ยังได้เพิ่มการประเมินมิติใหม่อีกอย่างหนึ่ง คือ คุณภาพของการเป็นพลเมืองโลก ซึ่งเป็นเรื่องใหม่และท้าทายต่อระบบการศึกษาไทย ว่าสามารถสร้างเยาวชนให้มีความสามารถที่จะปฏิบัติตนให้มีคุณภาพและประสบความสำเร็จไม่ว่าจะอยู่ที่ใดบนโลกใบนี้ได้หรือไม่ ซึ่งชื่ออย่างเป็นทางการของการประเมินนี้ คือ “สมรรถนะการอยู่ในสังคมโลก” ซึ่งองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development) หรือ OECD ให้นิยามไว้ว่า สมรรถนะการอยู่ในสังคมโลก คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ประเด็นของโลกหรือ

ต่างวัฒนธรรมอย่างมีวิจารณญาณและจากมุมมองที่หลากหลาย เพื่อให้เข้าใจถึงความแตกต่างที่ส่งผลต่อการรับรู้ การตัดสินใจ แนวคิดของตนเองและผู้อื่น และการเข้าไปเกี่ยวข้องอย่างเปิดกว้างในท่าทีที่เหมาะสม และสัมพันธ์กับผู้อื่นที่มีภูมิหลังที่แตกต่างอย่างได้ผล บนพื้นฐานของความเคารพในศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ โดยโครงสร้างของการประเมินผลนั้นแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1. ความรู้และความเข้าใจในประเด็นปัญหาของโลก 2. ความรู้และความเข้าใจระหว่างวัฒนธรรม 3. การคิดวิเคราะห์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากนั้นจึงนำผลการประเมินมาสรุปเพื่อบอกว่านักเรียนสามารถใช้ความรู้และความเข้าใจ รู้ถึงความสัมพันธ์และมุมมองที่แตกต่างและคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับประเด็นปัญหาของโลกและต่างวัฒนธรรมได้มากน้อยเพียงใด (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) สำหรับประเทศไทยนั้นมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการอยู่ในสังคมโลกเท่ากับ 423 คะแนน ซึ่งน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมของทั้ง 27 ประเทศที่เข้าร่วมการประเมิน โดยมีคะแนนเท่ากับ 474 คะแนน (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

ดังนั้นการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงเน้นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 นั้นจำเป็นต้องฝึกฝน และลงมือทำด้วยตนเอง (อึ้งวรากร สุวณี, 2015) องค์ประกอบที่สำคัญของทักษะการคิดขั้นสูง นั้นประกอบด้วย การคิดใน 4 รูปแบบ คือ 1) การคิดเชิงระบบ 2) การคิดสร้างสรรค์ 3) การคิดแก้ปัญหา และ 4) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2559)

การคิดเชิงระบบ หมายถึง การคิดที่แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างทั้งหมดที่มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันเป็นหนึ่งเดียว ภายใต้บริบทปัจจัยของสิ่งแวดล้อมที่เกิดปัญหานั้น ๆ โดยมองปัญหาให้ลึกลงไปกว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ให้เห็นถึงแบบแผนหรือรูปแบบพฤติกรรมที่เกิดขึ้น ให้เห็นต้นตอของสถานการณ์และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ จนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ของระบบนั้นอย่างลึกซึ้งอันนำไปสู่การแก้ไขปัญหาอย่างแท้จริง (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2559)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อให้เกิดความคิดเชิงระบบ จึงจำเป็นต้องใช้การจัดการเรียนรู้ที่มีวิธีการคิดแบบวิทยาศาสตร์ โดยมีวิธีในการแสวงหาความรู้ หรือหาความจริง หรือใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นการแสวงหาความรู้ จะต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม และเพื่อแก้ปัญหา รวมทั้งคิดอย่างเป็นขั้นตอนโดยคำนึงถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์กันและมีหน้าที่เชื่อมโยงกัน จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะได้ (ปิยนาด ประยูร, 2548, น. 12) ด้วยเหตุนี้ผู้สอนจึงต้องให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำกิจกรรมที่มีการจัดองค์ประกอบให้มี

ความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และแสดงออกทางด้านความคิด (แสงรุ่ง พูลสุวรรณ, 2555, น. 17 - 23)

ผู้วิจัยได้เลือกพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับฝึกการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ตามระบบ IUPAC โดยตั้งชื่อว่า NomenChem ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันสำหรับฝึกการเรียกชื่อสารอินทรีย์ โดยภายในแอปพลิเคชันมีองค์ประกอบในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบในการอ่านชื่อสารประกอบอินทรีย์ เหมาะสำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem สำหรับเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC บนระบบปฏิบัติการ iPadOS ที่มีประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้เรียนระดับดีขึ้นไป
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในวิชาเคมี เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem

ความสำคัญของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem สำหรับการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ตามระบบ IUPAC บนระบบปฏิบัติการ iPadOS ซึ่งเป็นระบบการเรียกชื่อที่เป็นสากล มีระบบขั้นตอนชัดเจนทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจระบบ และทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบและทำให้นักเรียนสามารถใช้แอปพลิเคชันนี้ในการเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา ทำให้เกิดการพัฒนามโนทัศน์ในการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ได้อย่างดี นอกจากนี้ยังเป็นสื่อที่ครูสามารถนำไปใช้สำหรับจัดการเรียนรู้ได้ง่าย สะดวกในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่มีความสอดคล้องพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545) นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมผู้เรียนให้ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ผ่านการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem ที่ผู้วิจัยร่วมดำเนินการพัฒนา ซึ่งแอปพลิเคชันจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ได้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลาตามความต้องการ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง ในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ที่เรียนรายวิชาเคมี 5 เรื่องเคมีอินทรีย์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง ในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ที่เรียนรายวิชาเคมี 5 เรื่องเคมีอินทรีย์ โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 31 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2565 ซึ่งใช้เวลา 3 คาบ ต่อสัปดาห์ รวม 4 สัปดาห์ จะใช้เวลาทั้งหมด 14 คาบ คาบละ 50 นาที รวมการทดสอบก่อนและหลังเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การจัดเตรียมการสอนให้แก่ผู้เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะ 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสูตรโครงสร้างของสารเคมีประเภทต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ครูผู้สอนใช้แอปพลิเคชัน NomenChem เพื่อให้ นักเรียนศึกษาหลักการเรียกชื่อสารอินทรีย์แต่ละประเภทตามระบบ IUPAC

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป ครูผู้สอนให้นักเรียนนำเสนอการเรียกชื่อสารอินทรีย์แต่ละประเภทที่ศึกษาจากแอปพลิเคชัน NomenChem และร่วมสรุปเนื้อหาให้แก่ผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ ครูผู้สอนใช้แอปพลิเคชัน NomenChem เพื่อให้ นักเรียนฝึกการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC จากเกมแบบฝึกทำเรื่อง

ขั้นที่ 5 ขึ้นประเมิน ครูผู้สอนประเมินการเรียกชื่อสารอินทรีย์แต่ละประเภทโดยให้ ผู้เรียนดำเนินการเล่นเกมแบบฝึกทำบทเรียนโดยการบันทึกคะแนนในแต่ละข้อ และร่วมลงอภิปรายการเรียกชื่อสารในแต่ละข้อร่วมกับผู้เรียน

2. แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรม NomenChem ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ซึ่งสามารถดาวน์โหลดตัวโปรแกรมมายังแท็บเล็ต โดยแอปพลิเคชันจะต้องมีสิ่งทีเรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางการใช้งานต่าง ๆ และจะสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ ในงานวิจัยนี้ใช้แอปพลิเคชัน NomenChem ทำงานบนระบบปฏิบัติการ iPadOS ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการศึกษารายวิชาเคมี มีลักษณะเป็นบทเรียนเรื่องเคมีอินทรีย์ในหัวข้อการเรียกชื่อสารเคมีประเภทต่าง ๆ ที่พบบ่อย ซึ่งแต่ละบทเรียนมีมีแบบทดสอบให้ผู้ใช้ได้ทดลองทำเพื่อประเมินระดับความเข้าใจ โดยสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีจาก App Store สามารถใช้ได้ในระบบปฏิบัติการ iPadOS

3. ความพึงพอใจของผู้ใช้ หมายถึง ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้ใช้แอปพลิเคชัน NomenChem เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาของสารประเภทต่าง ๆ คือ แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอมีน และเอไมด์ ด้วยแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ ที่เป็นมาตรฐานประมาณ 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ โดยเป็นเป็น 4 ด้าน ดังนี้ ด้านที่ 1 ด้านการออกแบบ ด้านที่ 2 ด้านเนื้อหา ด้านที่ 3 ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน และด้านที่ 4 ด้านผลที่เกิดขึ้น

4. มโนทัศน์ หมายถึง ถึงแนวคิดที่เป็นนามธรรมหรือทั่วไปที่แสดงถึงบางสิ่งบางอย่าง เป็นความคิดหรือความเข้าใจที่ช่วยจัดหมวดหมู่ ตีความ และทำความเข้าใจโลกรอบตัวเรา แนวคิดถูกนำมาใช้ในสาขาต่างๆ เช่น ปรัชญา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศิลปะ อาจมีตั้งแต่แนวคิดง่ายๆ เช่น สีหรือรูปร่าง ไปจนถึงแนวคิดที่ซับซ้อน เช่น ความยุติธรรมหรือความรัก แนวคิดมีบทบาทสำคัญในการรับรู้และการสื่อสารของมนุษย์โดยจัดให้มีกรอบการทำงานสำหรับการจัดระเบียบและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ ซึ่งกล่าวถึงแนวคิดในการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ซึ่งประกอบไปด้วยสารประเภทต่าง ๆ คือ แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอมีน และเอไมด์

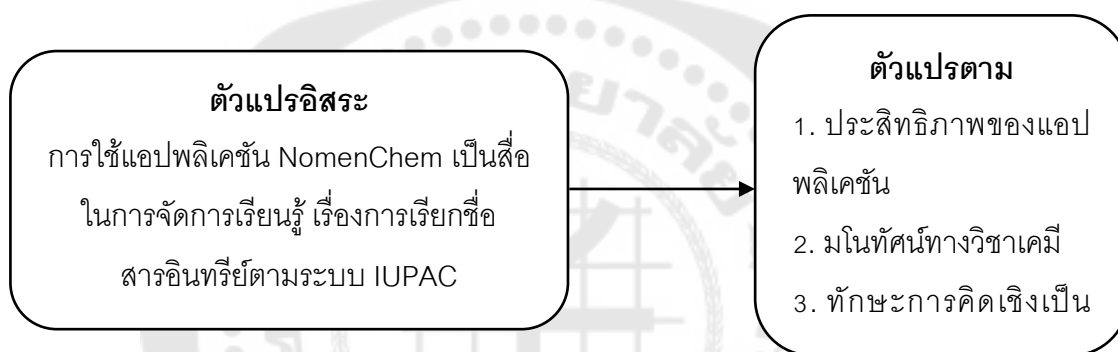
5. ทักษะการคิดเชิงระบบ หมายถึง การคิดที่แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างทั้งหมดที่มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันเป็นหนึ่งเดียว ภายใต้บริบท/ปัจจัยของสิ่งแวดล้อมที่เกิดปัญหานั้น ๆ โดยมองปัญหาให้ลึกลงไปกว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ให้เห็นถึงแบบแผนหรือรูปแบบพฤติกรรมที่เกิดขึ้น ให้เห็นต้นตอของสถานการณ์และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ จนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ของระบบนั้นอย่างลึกซึ้งอันนำไปสู่การแก้ไขปัญหา โดยสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบขึ้นเองตามแนวคิดของแบร์รี่ ริชมอนด์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ โดย

เป็นเนื้อหาในหัวข้อการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีกระบวนการสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

1. การระบุประเด็นปัญหาให้ชัดเจน (Specify Problem/issue)
2. การกำหนดสมมติฐาน (Construct Hypothesis or Model)
3. การทดสอบสมมติฐาน (Test Hypothesis or Model)
4. การปฏิบัติการเพื่อนำการเปลี่ยนแปลงหรือสื่อสารเพื่อความเข้าใจ

(Implement Change/Communication Understanding)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. แอปพลิเคชัน NomenChem สำหรับเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ iPadOS มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70% ของผู้เรียนมีคะแนนด้านมโนทัศน์หลังเรียนเป็น 65% ขึ้นไป และมีความพึงพอใจในระดับดีขึ้นไป

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนมโนทัศน์เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารประกอบอินทรีย์

1.1 ศึกษา และวิเคราะห์หลักสูตรเนื้อหา ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระเคมีที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบอินทรีย์

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารประกอบอินทรีย์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโมบายแอปพลิเคชัน

2.1 ความหมายของโมบายแอปพลิเคชัน

2.2 ประเภทของโมบายแอปพลิเคชัน

2.3 ข้อดีของโมบายแอปพลิเคชัน

2.4 โมบายแอปพลิเคชันที่ใช้ในงานวิจัย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโมบายแอปพลิเคชัน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิชาเคมี

3.1 ความหมายของมโนทัศน์

3.2 ความสำคัญของมโนทัศน์

3.3 ประเภทของมโนทัศน์

3.4 มโนทัศน์ทางวิชาเคมี

3.5 มโนทัศน์ที่คาดเคลื่อน

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ

4.1 ความหมายของการคิดเชิงระบบ

4.2 แนวคิด ทฤษฎีการคิดเชิงระบบ

4.3 ประโยชน์ของการคิดเชิงระบบ

4.4 ลักษณะวิธีการคิดเชิงระบบ

4.5 แนวทางการพัฒนาการคิดเชิงระบบ

4.6 การวัดความคิดเชิงระบบ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2 สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในระดับชั้นให้มีความเชื่อมโยงระหว่างความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ ผสมผสานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าเพื่อที่จะสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและหลักฐานที่น่าเชื่อถือและตรวจสอบได้ โดยมีการกำหนดสาระสำคัญ ดังต่อไปนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

นอกจากนี้ยังมีการกำหนดผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สำหรับกลุ่มนักเรียนที่เน้นการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

สาระชีววิทยา

สาระเคมี

สาระฟิสิกส์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1.3 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาเรื่อง เคมีอินทรีย์ รายวิชาเพิ่มเติม สำหรับนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

1.3.1 การเรียกชื่อของสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งตรงตามสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี คือ 1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.6	1. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน	- สารประกอบอินทรีย์มีหลายประเภท การพิจารณาประเภทของสารอินทรีย์อาจใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์จำแนกได้เป็น แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน เอไมด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอไมด์
	2. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC	- การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน เอไมด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ และเอไมด์ จะเรียกตามระบบ IUPAC หรืออาจเรียกโดยใช้ชื่อสามัญ

ที่มา : ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโมบายแอปพลิเคชัน

2.1 ความหมายของโมบายแอปพลิเคชัน

ในปัจจุบันเราอยู่ในยุคของการใช้อุปกรณ์พกพา เช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเกิดก้าวกระโดดอย่างมาก อีกทั้งยังทำให้เกิดการใช้บริการการส่งผ่านข้อมูลในระบบไร้สายด้วยอัตราเร็วสูงซึ่งเครื่องมือสื่อสารในปัจจุบันสามารถรองรับได้เป็นอย่างดี จึงทำให้สามารถดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลหรือโมบายแอปพลิเคชันต่างๆ มากมาย เช่น เกม เพลง วิดีโอ ข่าวสาร บทเรียน เนื้อหาสาระความรู้ต่าง ๆ (มณีนิล อภาพ, นิรมล คุณอนันท์, & โต้พิทักษ์ กฤษยาภาณูจน์, 2016) ซึ่งโมบายแอปพลิเคชันถูกให้ความหมายโดยนักวิจัยหลายท่าน ดังนี้

วัฒนา มัคคสมัน (2563) ได้ให้ความหมายของโมบายแอปพลิเคชัน คือ “โมบายแอปพลิเคชัน เกิดขึ้นจากคำว่า โมบายและแอปพลิเคชัน รวมกัน โดยโมบาย หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสื่อสารที่สามารถพกพาได้ นอกจากการใช้งานในขั้นพื้นฐานของโทรศัพท์แล้วยังสามารถทำงานได้คล้ายคลึงกับคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา นอกจากนี้ยังสามารถทำหน้าที่ได้อย่างหลากหลาย และแอปพลิเคชัน หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานของผู้ใช้ กล่าวคือ เป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งช่วยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ และยังมีหลากหลายระบบปฏิบัติการ เช่น Android, iOS และ Window Phone เป็นต้น”

วงศ์สินอุด พรทิพย์ และ อรรถวุฒิกุล ศิวินิต (2016) ได้ให้ความหมายของแอปพลิเคชัน คือ แอปพลิเคชัน หรือ แอป (เรียกแบบย่อ) หมายถึง ประเภทของโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองการใช้งานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ แท็บเล็ต โดยสามารถพบเห็นได้ทั้งในระบบปฏิบัติการ Android และ iOS

สุชาติ พลาชัยภิรมย์ศิริ (2554) ได้ให้ความหมายของแอปพลิเคชัน คือ เป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานบนอุปกรณ์การสื่อสารแบบเคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ ซึ่งแอปพลิเคชันต่างๆ สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ (OS) ที่ต่างกัน

สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน (2555) ได้ให้ความหมายของแอปพลิเคชัน คือ เป็นโปรแกรมประยุกต์ ที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ และสามารถดาวน์โหลดผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ตามต้องการ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปว่า ทั้งแอปพลิเคชัน และโมบายแอปพลิเคชัน คือ โปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้งานตามความต้องการซึ่งแต่ละแอปพลิเคชันนั้นจะทำงานหรือแสดงผลการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง และต้องอาศัยระบบปฏิบัติการในการใช้งาน

2.2 ประเภทของโมบายแอปพลิเคชัน

Wynnsoft (2561) ได้แบ่งประเภทของ Mobile application ออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) Native Application 2) Hybrid Application และ 3) Web Application

1. Native Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นจากไลบรารี (Library) หรือ เอส ดี เค (SDK) ใช้สำหรับเป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันใน โอ เอส โมบายล์ (OS Mobile) โดยเฉพาะ เช่น แอนดรอยด์ (Android) ใช้ Android SDK, iOS ใช้ Objective c, Windows Phone ใช้ C# เป็นต้น

2. Hybrid Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากจุดประสงค์ที่ต้องการให้สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ (OS) ได้ในทุก ๆ ระบบปฏิบัติการ โดยใช้ Framework เข้าช่วย

3. Web Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับท่องเว็บเพจต่าง ๆ (Browser) ถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็นเพื่อเป็นการลดทรัพยากรที่ใช้ในการประมวลผลของสมาร์ตโฟน หรือแท็บเล็ต ส่งผลให้การดาวน์โหลดหน้าเว็บไซต์ทำได้เร็วขึ้น และผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ตในความเร็วต่ำได้ด้วย

การประยุกต์ใช้โมบายแอปพลิเคชันนั้น มีการประยุกต์เพื่อเกิดความเหมาะสมกับธุรกิจและองค์กรที่หลากหลายในปัจจุบัน อีกทั้งเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานโดยมุ่งเน้นความสะดวกในการใช้งานผ่านสมาร์ตโฟนมากที่สุด ดังนั้นการประยุกต์ใช้โมบายแอปพลิเคชันสามารถแบ่งได้ ดังนี้

โมบายแอปพลิเคชันสำหรับอสังหาริมทรัพย์ (Mobile Application for Real Estate) จัดเป็นกลุ่มของแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์ ใช้ในการเก็บข้อมูลของลูกค้า การจอง การขาย เป็นต้น

โมบายแอปพลิเคชันสำหรับนักท่องเที่ยว (Mobile Application for Tourism) จัดเป็นกลุ่มของแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับการท่องเที่ยว โรงแรม บริษัททัวร์ สามารถดูข้อมูลการจองที่พัก รวมไปถึงกลุ่ม MICE ที่สามารถจัดทำระบบการลงทะเบียน การชำระเงิน ข้อมูลการประชุมสัมมนา นิทรรศการ เป็นต้น

โมบายแอปพลิเคชันสำหรับร้านอาหาร (Mobile Application for Restaurants) จัดเป็นกลุ่มของแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับร้านอาหาร ซึ่งเป็นการนำเสนอเมนูอาหารในรูปแบบที่ทันสมัย เข้ากับเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า

โมบายแอปพลิเคชันสำหรับการขายปลีก-ส่ง (Mobile Application for Retail or Wholesale) จัดเป็นกลุ่มของแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับการขายสินค้า บริการ ในรูปแบบขายปลีกและส่ง หรือการขายผ่านตัวแทน พนักงานขาย เป็นต้น

โมบายแอปพลิเคชันสำหรับ (Mobile Application for Education) จัดเป็นกลุ่มของแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับการศึกษา สถาบันการศึกษา หอสมุด ศูนย์ฝึกอบรม การจัดทำสื่อการสอน เป็นต้น

โมบายแอปพลิเคชันสำหรับทางการแพทย์ (Learning Management System Mobile Application for Healthcare) จัดเป็นกลุ่มของแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับทางการแพทย์ สาธารณสุข การให้คำปรึกษาทางไกล

โมบายแอปพลิเคชันสำหรับหน่วยงานต่าง ๆ (Mobile Application for Logistics, Mobile Application for Government) จัดเป็นกลุ่มของแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับการนำเสนอหน่วยงาน ข้อมูลข่าวสาร กิจกรรมของหน่วยงานต่าง ๆ ให้มีรูปแบบที่ทันสมัยและน่าติดตามมากขึ้น

2.3 ข้อดีของโมบายแอปพลิเคชัน

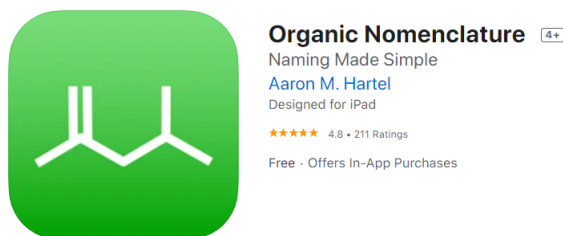
จากการศึกษาของ (อรดา แซ่ไคว้ว, 2558) พบว่า จากสถิติการใช้แอปพลิเคชันซึ่งเป็นอีกนวัตกรรมหนึ่งทางการศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียน ผู้เรียนเข้าถึงบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งเป็นสิ่งที่ตอบโจทย์ในการเรียน ในยุคสมัยปัจจุบันเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าถึง นับตั้งแต่การคิดค้น อินเทอร์เน็ตและเว็บไซต์ เทคโนโลยีแอปพลิเคชันสามารถตอบสนองของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมอย่างมาก ลดข้อจำกัดเรื่องสถานที่ใช้งาน ด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายผ่านเครื่องมือสื่อสารแบบพกพา เช่น แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน เป็นต้น ซึ่งมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและได้รับความนิยม เพราะเป็นการสื่อสารแบบจอสัมผัสทำให้พกพาสะดวก สามารถใช้งานง่าย เมื่อมีเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายความเร็วสูงรองรับ ก็ยิ่งทำให้ผู้ใช้สามารถสื่อสารได้ทุกที่ทุกเวลา และในหลาย ๆ โอกาสมากยิ่งขึ้น ประเภทของโมบายแอปพลิเคชันที่มีมากมายบนสมาร์ตโฟน และแท็บเล็ต สามารถทำให้การติดต่อสื่อสารแบบไร้สายในหลากหลายรูปแบบได้ดียิ่งขึ้น เช่น ผู้ใช้งานสามารถส่งอีเมล ค้นหาสถานที่ อัปโหลดภาพถ่าย ดาวนโหลดเอกสาร ตรวจการจราจร และพูดคุยในเครือข่ายสังคมออนไลน์ไปมาอย่างรวดเร็วผ่านเครื่องมือพกพาเหล่านี้

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นถึงประโยชน์ของการใช้ประโยชน์จากแอปพลิเคชัน เพื่อนำมาเป็นที่ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแก่ผู้เรียนในยุคสมัยและสังคมปัจจุบันที่เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าไปมาก อีกทั้งยังสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในส่วนของการส่งเสริมผู้เรียนด้านการใช้สื่อ และเทคโนโลยี

2.4 โมบายแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.4.1 โมบายแอปพลิเคชัน Nomenclature

โมบายแอปพลิเคชัน Nomenclature ถูกพัฒนาโดย Aaron Hartel เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการศึกษารายวิชาเคมี เป็นบทเรียนเรื่องเคมีอินทรีย์ ในหัวข้อการเรียกชื่อสารเคมีประเภทต่าง ๆ ที่พบบ่อย ซึ่งแต่ละบทเรียนมีแบบทดสอบให้ผู้ใช้ได้ทดลองทำเพื่อประเมินระดับความเข้าใจ โดยสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีจาก App Store




ภาพประกอบ 2 แอปพลิเคชัน Nomenclature

ที่มา : App Store Preview. (2563). Organic Nomenclature. (Online)

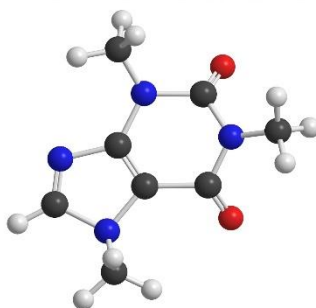
2.4.2 การใช้โมบายแอปพลิเคชัน Nomenclature ในงานวิจัยนี้

ในงานวิจัยนี้จะใช้แอปพลิเคชัน Nomenclature ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ หัวข้อการเรียกชื่อสารอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ โดยจัดเป็นกิจกรรมในระหว่างเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งการใช้แอปพลิเคชันในเบื้องต้นเป็นดังนี้

1. เมื่อเปิดแอปพลิเคชัน Nomenclature จะเข้าสู่หน้าต่างโปรแกรม จากนั้นให้กดที่ลูกศร  บริเวณมุมซ้ายบน เพื่อเข้าสู่เมนู



Nomenclature



ภาพประกอบ 3 หน้าต่างโปรแกรม Nomenclature

2. จากนั้นจะปรากฏเมนูบทเรียนและแบบฝึกให้เลือก ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

The screenshot shows the following details:

- Topics List (Left Sidebar):**
 - Alcohols (Compounds with a hydroxy group)
 - Alkynes (Compounds with a C-C triple bond)
 - Alkenes (Compounds with a C=C bond)
 - Amines (Compounds with an amino group)
 - PART III**
 - Difunctional (Diols, diamines, dienes and dynes)
 - Multifunctional (Compounds with two functionalities)
 - PART IV**
 - Aromatics (Substituted benzene rings)
 - Common Aromatics (Benzenes with common names)
 - Disubstituted Isomers (Use of ortho, meta and para)
 - PART V**
 - Ketones (Carbonyls with two alkyl groups)
 - Aldehydes (Carbonyls bonded to a hydrogen)
 - Acyl Halides (Carbonyls with a halogen)
 - Acid Anhydrides (Simple and mixed anhydrides)
 - Esters (Carbonyls with an alkoxy group)
 - Amides (Carbonyls with an amino group)
 - Nitriles (Compounds with a cyano group)
 - PART VI**
 - Difunctional Carbonyls (Dicarbonyl compounds)
 - Multifunctional Carbonyls (Carbonyls with other functionalities)
- Main Content:**
 - QUESTION 1 of 5
 - Name this compound...
 - Skeletal structure of an ether: CCCCOC(C)CCCC
 - Text input field containing: methane
 - Instructions: Name above using the controls below
 - Substituents: | I-Parent-I
 - Controls: Add, Add, Change

ภาพประกอบ 4 เมนูบทเรียน

3. เลือกหัวข้อที่จะทำการศึกษา เช่น เลือกสารประเภท Alkane จะปรากฏข้อความเนื้อหาที่เกี่ยวกับการเรียกชื่อสารประเภท Alkane ขึ้นทางด้านขวามือ ดังตัวอย่าง

Topics

PART I

- Alkanes** Quiz
Compounds lacking functionality
- Cycloalkanes Quiz
Cyclic compounds (rings)
- Alkyl Halides Quiz
Compounds with halogens
- Ethers Quiz
Compounds with alkoxy groups



Topics Alkanes

Straight-Chain Alkanes...

*Straight-chain (unbranched) alkanes are named based on the number of chain as shown below:

Size	Name	Structure
C ₁	methane	CH ₄
C ₂	ethane	CH ₃ CH ₃
C ₃	propane	CH ₃ CH ₂ CH ₃
C ₄	butane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃
C ₅	pentane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
C ₆	hexane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
C ₇	heptane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
C ₈	octane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
C ₉	nonane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
C ₁₀	decane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃

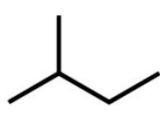
ภาพประกอบ 5 เนื้อบทเรียน

4. หลังจากจบบทเรียนผู้ใช้สามารถกดทำแบบทดสอบได้โดยกดที่คำว่า "Quiz" ที่ด้านหลังประเภทของสารอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ จากนั้นจะปรากฏแบบทดสอบขึ้นดังนี้

End Quiz Alkanes Submit

QUESTION 1 of 4

Name this compound...



methane

Change the name above using the controls below

I-Substituents-I I-Parent-I

methane

Add Add Add Change

ภาพประกอบ 6 แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

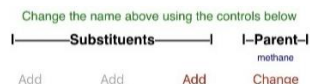
5. เมื่อนำต่างแบบทดสอบปรากฏขึ้น จะมีส่วนประกอบสำคัญหลายส่วนปรากฏขึ้นดังนี้

End Quiz สำหรับจบการทำแบบทดสอบ

Submit สำหรับส่งคำตอบ

จะอธิบายในข้อถัดไป)

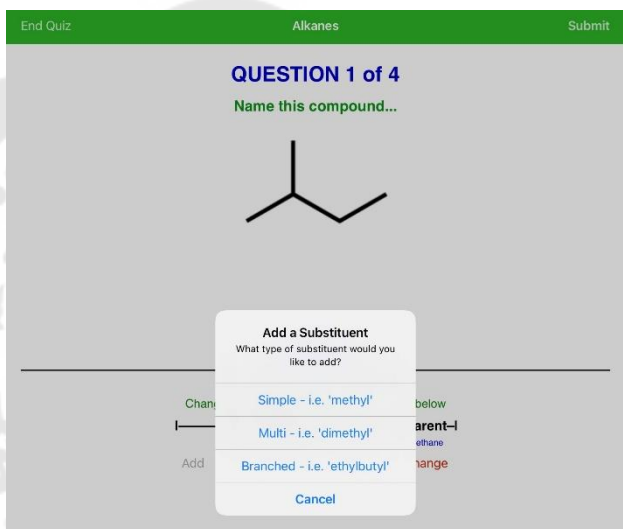
ส่วนสำคัญสำหรับที่ใช้ในการเรียกชื่อ (ซึ่ง



6. ส่วนสำคัญในการใช้เรียกชื่อสารอินทรีย์ ประกอบด้วย

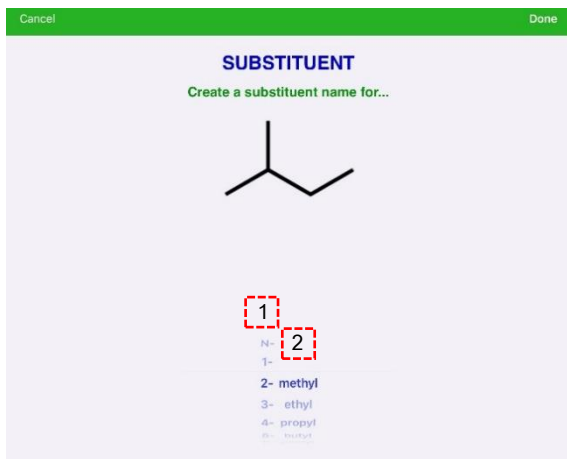
ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการระบุหมู่แทนที่

เมื่อกด "Add" จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



ภาพประกอบ 7 การเติมคำตอบลงในแบบฝึกหัดเขียน

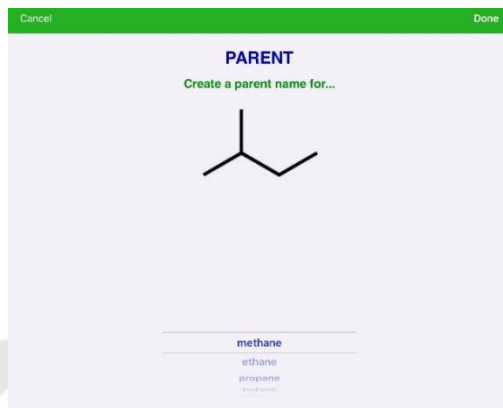
หน้าต่างในส่วนนี้ คือ การให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันตัดสินใจเลือกประเภทของหมู่แทนที่ ว่าในแบบทดสอบแต่ละข้อควรตัดสินใจเลือกใช้หมู่แทนที่ประเภทใด โดยเมื่อตัดสินใจเลือกประเภทของหมู่แทนที่แล้วจะปรากฏหน้าต่างถัดไป ดังนี้



โดยในช่องที่ตรงกับหมายเลข 1 จะเป็นหมายเลขบอกตำแหน่งของหมู่แทนที่ว่าหมู่แทนที่นี้อยู่ในตำแหน่งใดในสายโซ่หลัก

ส่วนช่องที่ตรงกับหมายเลข 2 จะเป็นชื่อสำหรับเรียกหมู่แทนที่ซึ่งผู้ใช้งานแอปพลิเคชันต้องใช้ความรู้ในการตัดสินใจเลือกคำตอบในช่องที่ตรงกับหมายเลข 1 และ 2 ให้ถูกต้อง

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการเลือกสายโซ่หลัก
เมื่อกด "Change" จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



ภาพประกอบ 8 การเลือกสายโซ่หลัก

หน้าต่างในส่วนนี้ คือ หน้าต่างสำหรับให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันตัดสินใจเลือกสายโซ่หลักพร้อมค่าลงท้ายของสารที่ถูกต้องตามสูตรโครงสร้างที่แบบทดสอบกำหนดมาให้ในแต่ละข้อ

7. เมื่อผู้ใช้งานแอปพลิเคชันตัดสินใจเลือกส่วนประกอบทั้งหมดครบแล้ว จะปรากฏหน้าต่างการเรียกชื่อที่สมบูรณ์ขึ้น ดังนี้

End Quiz Alkanes Submit

QUESTION 1 of 4
Name this compound...

2-methylbutane

Change the name above using the controls below

Substituents			Parent	
		2-methyl	butane	
Add	Add	Edit	Change	


ภาพประกอบ 9 การเรียกชื่อที่สมบูรณ์

ซึ่งในตัวอย่างปรากฏการเรียกชื่อสารอินทรีย์ ประเภท Alkane คือ “2-methylbutane” จากนั้นให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันกดตรงคำว่า **Submit** เพื่อส่งคำตอบ จากนั้นจะเข้าสู่หน้าต่างการตรวจและแจ้งคะแนนให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันทราบ ดังนี้

End Quiz Alkanes Next

YOUR ANSWER IS...

👍 CORRECT!!! (3/3)



2-methylbutane

The correct answer is:
2-methylbutane

POINTS AWARDED:
parent: 1/1 numbering: 1/1
substituents: 1/1

ภาพประกอบ 10 การตรวจคำตอบ

จากการศึกษาแอปพลิเคชัน Nomenclature พบว่าเนื้อหาในแอปพลิเคชันไม่สอดคล้องกับข้อมูลหลักสูตรที่ได้จากการศึกษา และวิเคราะห์จากหลักสูตรและเนื้อหาตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผู้วิจัยจึงดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียกชื่อสารให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับหลักสูตรและเนื้อหา ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโมบายแอปพลิเคชัน

นนทิตา ชันทอง, เอกสิทธิ์ เทียมแก้ว, และ ศัญญา เครือหงษ์ (2563) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบเคมี กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 33 คน ดำเนินการวิจัยโดยการประเมินความพึงพอใจและทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจเกี่ยวกับเนื้อหาและการดำเนินเนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.35$, S.D. =0.66) ความพึงพอใจเกี่ยวกับโมเดล แอนิเมชันและเสียง อยู่ระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.22$, S.D. =0.70) ความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้งาน อยู่ในระดับ

มากที่สุด ($\bar{X}=4.15$, S.D. =0.82) ความพึงพอใจเกี่ยวกับการประเมินความรู้และประโยชน์ที่ได้รับ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.34$, S.D. =0.64) สรุปได้ว่าแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับดีมาก ส่วนผลของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน คือ คะแนนเฉลี่ยของการสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 7.73 ซึ่งสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนโดยมีค่าเท่ากับ 5.18 จึงสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้นี้มีผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบเคมีอย่างมีนัยสำคัญ

ไพบุลย์ บุญพจนเวชกิจ และ กานต์สินี คำวีรัตน์ (2561) ได้ศึกษาและพัฒนา แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จากคณะวิทยาศาสตร์ที่เคยเรียนวิชาเคมีในหัวข้อเรื่องอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 10 คน โดยเลือกด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ดำเนินการวิจัยโดยออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน และสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า มีการออกแบบที่น่าดึงดูดใจ (จากผลคะแนนร้อยละ 57 ของผู้ตอบแบบสอบถาม) มีขั้นตอนการใช้งานที่เข้าใจง่าย (จากผลคะแนนร้อยละ 57.5 ของผู้ตอบแบบสอบถาม) สามารถเรียนรู้การใช้งานได้ด้วยตัวเอง (จากผลคะแนนร้อยละ 75 ของผู้ตอบแบบสอบถาม) สามารถใช้งานได้อย่างราบรื่น ต่อเนื่อง (จากผลคะแนนร้อยละ 57 ของผู้ตอบแบบสอบถาม) เมื่อใช้งานแอปพลิเคชันรู้สึกสนุกสนาน ตื่นเต้น (จากผลคะแนนร้อยละ 63.2 ของผู้ตอบแบบสอบถาม) แอปพลิเคชันมีการออกแบบด้วยความคิดสร้างสรรค์ (จากผลคะแนนร้อยละ 53 ของผู้ตอบแบบสอบถาม) แอปพลิเคชันมีข้อคำถามที่หลากหลาย (จากผลคะแนนร้อยละ 58 ของผู้ตอบแบบสอบถาม) สามารถช่วยให้จำธาตุได้ดีขึ้น (จากผลคะแนนร้อยละ 52 ของผู้ตอบแบบสอบถาม) จะแนะนำบุคคลอื่นที่รู้จักใช้แอปพลิเคชันนี้ (จากผลคะแนนร้อยละ 52 ของผู้ตอบแบบสอบถาม)

da Silva Júnior et al. (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเกม ระเบิดเวลา: ทฤษฎีโครงสร้างของประกอบอินทรีย์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 12 โรงเรียนมัธยมปลาย อาดอทโตเบซเซอร์รา เมืองฟอร์ตาเลซา จำนวน 110 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 76 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 38 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 38 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 34 คน ดำเนินการวิจัยโดยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบทดสอบเรื่องทฤษฎีโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ จากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ Paired Samples t-test ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.01 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิชาเคมี

3.1 ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หรือ Science Concept หรือ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ มโนภาพ คอนเซป ซึ่งทุกคำมีความหมายในทิศทางเดียวกัน โดยมีผู้และนักการศึกษา หลายท่านให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

มังกร ทองสุชาติ (2523) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง แนวที่ที่เกิดขึ้นจากการนำข้อเท็จจริงที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานให้เกิดรูปแบบใหม่ ซึ่งเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่ง ๆ นั้น ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง การสังเคราะห์และรวบรวมความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเชิงตรรกศาสตร์โดยใช้ข้อมูลที่ตรงประเด็น เป็นผลที่เกิดจากการใช้จินตนาการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน มโนคติเป็นสิ่งที่ซับซ้อนกว่าการรวบรวมความรู้ที่เป็นระบบอยู่แล้วเพื่อความเข้าใจในเรื่องที่กำลังสนใจศึกษา

ปฎิวดี ศรีทิพย์ศักดิ์ (2560) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่เกี่ยวกับการสรุปรวมลักษณะที่สำคัญของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยเกิดจากประสบการณ์เดิมที่มี หรือนำเอาข้อมูลที่มีอยู่เดิมมาสังเคราะห์

พงศกร พรหมทา (2561) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจในการสะสมความรู้ ที่ได้มาจากการสังเกตหรือจากประสบการณ์ ออกมาเป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความได้โดยอาศัยเหตุและผล ซึ่งมีข้อเท็จจริงและมีหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่รวบรวมมาแล้วนั้น ผู้วิจัยสรุปความหมายได้ดังนี้ การรับรู้ ความเข้าใจ ที่เกิดจากการสังเกต ซึ่งอาจได้จากประสบการณ์ใหม่หรือประสบการณ์เดิมที่สั่งสมมาในอดีต มาสรุปหรือสร้างความหมายได้ โดยอาศัยความเป็นเหตุและผล ข้อเท็จจริง และหลักการทางวิทยาศาสตร์

3.2 แบบวัดมโนทัศน์

แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถจำแนกตามผู้รู้และนักการศึกษาได้ทั้งหมด 4 แบบ ดังนี้

1. แบบวัดชนิดเลือกตอบ มีลักษณะเป็นแบบเลือกคำตอบและเลือกเหตุผลของคำตอบที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเป็นแบบวัดที่สามารถวัดข้อมูลได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

ความสัมพันธ์ของสารในข้อใดถูกต้อง

ก. ใช้ Mg 1 โมลอะตอม เกิดก๊าซ H_2 1 โมล

ข. ใช้ Mg 1 อะตอม เกิดก๊าซ H_2 1 โมล

ค. ใช้ HCl 2 โมล เกิดก๊าซ H_2 1 โมล

ง. ใช้ HCl 2 โมล เกิดก๊าซ H_2 1 โมล

เหตุผลที่ใช้ในการตอบคือข้อใด

1. การหาความสัมพันธ์ของสารในสมการเคมีต้องใช้หน่วยเดียวกัน
2. เมื่อใช้ HCl 2 โมล จะต้องได้ $MgCl_2$ และ H_2 อย่างละ 1 โมล
3. สมการเคมีที่สมดุลบอกถึงจำนวนโมลของสารในปฏิกิริยาเคมีนั้น
4. สมการเคมีที่สมดุลบอกถึงจำนวนโมลอะตอมของธาตุและจำนวนโมลของสารประกอบ
5. สมการเคมีที่สมดุลจำนวนโมลเท่ากับจำนวนโมล
6. อื่นๆ (โปรดระบุ).....

ที่มา: สุนทร พรจำเจริญ (2543)

2. แบบวัดชนิดเลือกตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผล มีลักษณะเป็นแบบเลือกคำตอบ และอธิบายเหตุผลประกอบในการเลือกคำตอบในข้อนั้น ๆ

ข้อใดคือความหมายของพันธะเคมี

ก. น้ำแข็งแต่ละก้อนมีหลายโมเลกุล และแต่ละโมเลกุลจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกัน

ข. น้ำแข็งหลาย ๆ โมเลกุลจะมีแรงยึดเหนี่ยวกันมากจึงทำให้อยู่เป็นก้อนได้

ค. น้ำแข็งแต่ละโมเลกุลจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างก๊าซไฮโดรเจนกับก๊าซออกซิเจน

ง. น้ำแข็งแต่ละโมเลกุลจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของออกซิเจนกับอะตอมของไฮโดรเจน

เหตุผล

ที่มา: กาญจนา คังคะประดิษฐ์ (2547)

3. แบบวัดชนิดคำถามปลายเปิด มีลักษณะให้แสดงการเขียนคำตอบและอธิบายเหตุผลประกอบเพื่อสนับสนุนคำตอบนั้น

พิจารณาสมาการแสดงปฏิกิริยาต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1-4

ก. $S^{2-}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HS^{-}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$

ข. $HCl_{(g)} + H_2PO_4^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons H_3PO_4_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$

ค. $CNO^{-}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCNO_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$

ง. $HC_2O_4^{-}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons C_2O_4^{2-}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

1. จากสมการแสดงปฏิกิริยาในข้อ ก - ง จงบอกว่าเป็นกรดและสารใดเป็นเบส โดยเขียนคำว่า "กรด" ได้สารและไอออนที่นักเรียนคิดว่าเป็นกรด และเขียนคำว่า "เบส" ได้สารและไอออนที่นักเรียนคิดว่าเบส

2. จากสมการแสดงปฏิกิริยาในข้อ ค นักเรียนจะใช้ทฤษฎีกรด-เบสใดอธิบายหน้าที่ของสารและไอออนที่เกี่ยวข้องและให้นักเรียนอธิบายหน้าที่ของสารและไอออนโดยใช้ทฤษฎีดังกล่าว

ที่มา: จิตอาสา สุขแสง (2549)

4. แบบวัตชนิดถูก-ผิด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ มีลักษณะให้เลือกทำเครื่องหมายถูก-ผิดในแต่ละข้อ พร้อมอธิบายเหตุผลสนับสนุนว่าผิดหรือถูกเพราะเหตุใด

คำชี้แจง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วให้นักเรียนกาเครื่องหมาย / หน้าข้อความที่นักเรียนคิดว่าถูกต้อง และกาเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่นักเรียนคิดว่าผิด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

1. สารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีเนื้อเดียว
เหตุผล _____

2. สารประกอบประกอบด้วยธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
เหตุผล _____

3. สารประกอบมีสมบัติเหมือนธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
เหตุผล _____

4. สารประกอบมีอัตราส่วนของธาตุที่เป็นองค์ประกอบไม่คงที่
เหตุผล _____

5. สารประกอบสามารถแยกกลับไปเป็นธาตุที่มีสมบัติเหมือนเดิมได้
เหตุผล _____

6. สารประกอบไม่ใช่สารบริสุทธิ์เพราะประกอบด้วยธาตุ 2 ชนิด
เหตุผล _____

ที่มา: วิไลภรณ์ มุขพรหม (2550)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้เลือกใช้แบบวัตชนิดโน้ตสนธิ เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC จำนวน 10 ข้อ 40 คะแนน โดยเป็นแบบวัตชนิดเขียนตอบ และนำคะแนนของผู้เรียนไปเปรียบเทียบมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำคะแนนสอบไปวิเคราะห์ทางสถิติ

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ

4.1 ความหมายของการคิดเชิงระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการคิดเชิงระบบ ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านให้ความหมายของการคิดเชิงระบบ ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545, น. 32) ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบว่า คือ การนำข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์มาดำเนินการเรียบเรียงจัดให้เป็นระบบระเบียบ ตามความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกันเป็นเหตุเป็นผล

มนตรี แย้มกสิกร (2546, น. 26) ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบว่า คือ การคิดที่มองปัญหาเป็นแบบองค์รวม ซึ่งมีความซับซ้อนและความเกี่ยวเนื่องกันขององค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อค้นหาและวางแผนการที่นำไปสู่การพัฒนา เปลี่ยนแปลงปัญหาให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นพคุณ นิศามณี (2548, น. 37) ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบว่า คือ การคิดอย่างมีหลักการและเหตุผลโดยการจัดเรียงข้อมูลให้มีความสัมพันธ์กันตามองค์ประกอบหรือแบบแผน

มกราพันธุ์ จุฑารส (2562, น. 204) ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบว่า คือ การปรับเปลี่ยนวิธีคิด หรือเพิ่มการคิดให้หลากหลายขึ้นด้วยวิธีต่าง ๆ เวลาเดียวกัน โดยต้องมีวิธีเลือกวิธีคิดหลักในแต่ละสถานการณ์ที่ต่างกันออกไป มีหลักเกณฑ์และเหตุผลโดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กันเป็นองค์รวม และตระหนักถึงส่วนประกอบย่อยที่อาจมีความสัมพันธ์กัน และมีหน้าที่เชื่อมโยงกันอยู่

ไชแสง วิภาโตทัย (2552) ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบว่า คือ การคิดเชื่อมโยงเป็นองค์รวม มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ ทั้งในเชิงลึกเชิงกว้าง เป็นการคิดที่มองเห็นความเคลื่อนไหวมากกว่ามองเป็นจุดใดจุดหนึ่ง โดยตระหนักถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน

อรอุมา รุ่งเรืองวณิชกุล (2552, น. 22) ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบว่า คือ ความสามารถของบุคคลที่แสดงออกถึงการพิจารณาปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยคำนึงถึงองค์ประกอบทั้งหมด มีลำดับขั้นตอนที่เป็นเหตุเป็นผล เป้าหมายชัดเจน ยอมรับการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ความซับซ้อน และความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงกันขององค์ประกอบเพื่อสร้างแบบแผนที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลง ซึ่งการคิดเชิงระบบสามารถช่วยให้เกิดการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุเป้าหมายได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้วิธีคิดที่หลากหลายตามสถานการณ์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปว่า การคิดเชิงระบบ คือ การคิดที่นำเอาองค์ประกอบต่าง ๆ มาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นหนึ่งเดียวอย่างมีลำดับขั้นตอน โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์ หลักการและเหตุผลที่ความสัมพันธ์และเหมาะสมกันในแต่ละสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป

4.2 แนวคิด ทฤษฎีการคิดเชิงระบบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดของการคิดเชิงระบบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผู้ให้แนวคิดของการคิดเชิงระบบไว้ดังนี้

แนวคิดของปีเตอร์ เซงเก้ (Peter M. Senge)

ปีเตอร์ เซงเก้ เป็นผู้ริเริ่มก่อตั้งและเป็นผู้อำนวยการของศูนย์องค์กรแห่งการเรียนรู้ (Center for Organization Learning) แห่ง MIT Sloan of Management ได้นำทฤษฎีกระบวนการระบบ (System Theory) เข้ามาประยุกต์ใช้ในระบบบริหารจัดการและการพัฒนาองค์กรการเรียนรู้ และเป็นผู้คิดค้นแนวคิดทฤษฎีการพัฒนาองค์กรเรียนรู้ด้วยหลักวินัย 5 ประการ (The fifth Discipline) ซึ่งประกอบไปด้วย

1. การพัฒนาบุคคลให้รอบรู้ (Personal Mastery) หมายถึง การให้ความสำคัญในการเรียนรู้ ฝึกฝน ปฏิบัติ อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Lifelong Learning) เพื่อเพิ่มศักยภาพในตนเอง
2. รูปแบบของการคิด (Mental Model) หมายถึง รูปแบบทางการคิด ความเชื่อทัศนคติ ที่มาจากประสบการณ์ที่ได้รับและสั่งสมมาเกิดเป็นกรอบแนวคิดที่หล่อหลอมให้บุคคลนั้น ๆ มีความสามารถในการทำความเข้าใจ และสามารถตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม ซึ่งถือเป็นพื้นฐานของวุฒิภาวะ (Emotional Quotient)
3. การมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน (Shared Vision) หมายถึง การสร้างทัศนคติร่วมกัน เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพและมีความต้องการในทิศทางเดียวกัน
4. การเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม (Team Learning) หมายถึง การเรียนรู้ร่วมกันในรูปแบบกลุ่ม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะสามารถช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ ส่งผลให้เกิดความร่วมแรงร่วมใจ เกิดความสามัคคีในการร่วมกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบ
5. การคิดเชิงระบบ (System Thinking) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ผ่านการมองความสัมพันธ์กันที่เป็นระบบได้อย่างเข้าใจและมีเหตุผล เป็นลักษณะของการมองเป็นภาพรวม (Total system) ก่อนการวางเป้าหมายในการทำงานจากนั้นจึงมองเห็นในระบบย่อย (Subsystem) ทำให้สามารถนำไปวางแผนการดำเนินการในส่วนย่อยให้แล้วเสร็จที่ละส่วน (เกศแก้ว ประดิษฐ์. 2555: Online)



ภาพประกอบ 11 หลักวินัย 5 ประการ

ที่มา : Softbankthai. (2563). องค์กรเรียนรู้ Learning Organization. (Online)

ซึ่งเซงเก้ เห็นว่า หลักวินัยในข้อที่ 1 ถึง 4 นั้น จำเป็นต้องกระทำภายใต้หลักข้อที่ 5 เสมอ คือต้องมีความเข้าใจในภาพรวมของระบบทั้งหมดและการปฏิบัติงานต้องปฏิบัติเชิงระบบเช่นกัน

การที่จะพัฒนาศักยภาพของตนเองไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้นั้น ต้องมีการกำหนดวิสัยทัศน์ของตนเอง (Personal Vision) คือรู้ความต้องการของตนเองว่าอยากเป็นอะไร วิสัยทัศน์มีความหมายลึกกว่าเป้าหมาย (Goal) หรือวัตถุประสงค์ (Objectives) วิสัยทัศน์เป็นเป้าหมายที่ชัดเจนเป็นรูปธรรมที่จะต้องบรรลุและมุ่งมั่นที่จะพัฒนาตนเองไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักที่บุคคลทุกคนจะต้องกำหนดหากต้องการความสำเร็จ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้มี 3 ประการหลัก คือ

1. ความตั้งใจที่จะทำสิ่งดี ๆ ให้เกิดขึ้น (Aspiration) หมายถึง แรงบันดาลใจที่จะผลักดันให้สำเร็จ ในขณะเดียวกันที่ตั้งเป้าหมายมีความมุ่งมั่นที่จะเพิ่มความสำเร็จในระดับสูงซึ่งมีสิ่งที่จะต้องฝึกฝน คือ

1.1 การพัฒนาตนเองเพื่อการบรรลุเป้าหมาย (Personal mastery) หมายถึง การเรียนรู้เพื่อจะเพิ่มความสามารถของตน (Personal Capacity) ซึ่งทำให้บุคคลนั้น ๆ สามารถสร้างผลลัพธ์ (Result) ที่ต้องการ รวมถึงสามารถทำให้องค์กรมีบรรยากาศที่ส่งเสริมให้

สมาชิกพัฒนาตนเอง เพื่อให้เป้าหมาย (Gold) และวัตถุประสงค์ (Purpose) ที่ต้องการ บรรลุผล

1.2 การสร้างวิสัยทัศน์ร่วมกัน (Shared Vision) หมายถึง การสร้าง สำนึกของความมุ่งมั่นของกลุ่มด้วยการร่วมกันพัฒนาภาพของอนาคตที่กลุ่มต้องการ จนได้ภาพที่มีรายละเอียดชัดเจนและเป็นภาพเดียวกันของสมาชิกทุกคน ตลอดจนร่วมกันพัฒนาหลักการ (Principle) และวิธีปฏิบัติ (Guiding Practice) ที่จะนำกลุ่มให้บรรลุอนาคตดังกล่าว

2. การสนทนาอย่างครุ่นคิด (Dialogue) หรือ สุนทรียสนทนา หมายถึง กระบวนการพูดคุยเพื่อให้เกิดความเข้าใจกันโดยผ่านการครุ่นคิดที่ลึกซึ้งเพื่อให้เกิดความคิดใหม่ มุมมองใหม่แทนที่จะยืนยันความคิดเฉพาะตนว่าถูกต้อง เป็นการสนทนาที่ผู้ร่วมวงสนทนาแต่ละคนจะต้องใช้ความพยายามในการฟังคนอื่น ฟังให้ได้ยินเสียงที่คนอื่นพูด และตั้งคำถามเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ ร่วมกัน มี 2 ประการที่ต้องฝึกฝนคือ

2.1 ภาพจำลองความคิด (Mental model) คือ โลกทัศน์ ภาพสมมติ หรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับตัวเรา เป็นการตระหนักถึงกรอบแนวคิดของตนเอง ทำให้เกิดความ กระจ่างกับรูปแบบความคิด ความเชื่อ ที่มีผลต่อการตัดสินใจและการกระทำ และเพียรพยายาม พัฒนารูปแบบความคิดความเชื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ไม่ยึดติดกับความเชื่อเก่า ๆ ที่ล้าสมัย และสามารถที่จะบริหารปรับเปลี่ยนกรอบความคิดของตนได้

2.2 การเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม (Team learning) คือ การแลกเปลี่ยน เรียนรู้ร่วมกัน แบ่งปันประสบการณ์ และทักษะวิธีการคิดเพื่อพัฒนาความรู้และศักยภาพภายใน ทีม โดยการแบ่งปัน แลกเปลี่ยน ถ่ายทอดข้อมูลระหว่างกัน ทั้งในด้านความรู้ใหม่ ๆ ที่อาจได้มา จากการค้นคิด หรือภายนอกและภายใน การเรียนรู้เป็นทีมนี้ยังควรครอบคลุมไปถึงการเรียนรู้ เกี่ยวกับการทำงานร่วมกันเป็นทีม ซึ่งการเรียนรู้และพัฒนาในเรื่องนี้จะช่วยพัฒนาการทำงาน ร่วมกันเป็นทีมให้ดียิ่งขึ้น และช่วยให้สมาชิกแต่ละคนในทีมสามารถแสดงออกและใช้ ความสามารถที่มีได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

3. การเข้าใจโลกและระบบที่ซับซ้อน หมายถึง ทักษะคติในการมองโลก มองชีวิตที่ต้องอาศัยความละเอียดอ่อน และความคิดแบบเชื่อมโยงบวกกับจินตนาการที่ สร้างสรรค์เพราะบางครั้ง สิ่งที่เราเห็นด้วยตาอาจจะไม่ใช่อย่างที่เราคิด และเข้าใจก็ได้ การฝึก ทักษะในการมองโลกเพื่อให้เข้าถึงความจริงของธรรมชาติ ระบบที่ซับซ้อนมันเป็นเรื่องสำคัญของ มนุษย์ ดังนั้นจึงต้องเรียนรู้วิถีคิดเชิงระบบอันเป็นฐานสำคัญ

วิธีคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) เป็นกระบวนการคิดขั้นสูงสำหรับองค์กรเรียนรู้และบุคคลแห่งการเรียนรู้ เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจคลาดเคลื่อน จนนำไปสู่การสร้างปัญหาที่ทำให้เราไม่สามารถไปถึงเป้าหมายที่พึงปรารถนาได้ ดังนั้น การคิดเชิงระบบจึงมีความสำคัญที่เกี่ยวพันกับการคิดในลักษณะเชื่อมโยง คิดแบบภาพรวมมองให้เห็นภาพทั้งหมด รู้จักสังเคราะห์ และมองความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของระบบทำให้ความสัมพันธ์เชิงลึกและความสัมพันธ์แนวกว้าง รวมทั้งความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน เป็นการเน้นการคิดแบบกระบวนการ เรียกว่า “วิธีคิดแบบองค์รวม”

แนวคิดของ ปีเตอร์ เซงเก้ (Peter M. Senge) มองการคิดเชิงระบบ ว่าเป็นการคิดแบบองค์รวมที่มีความสัมพันธ์กัน ให้เห็นภาพรวมทั้งหมด เป็นกระบวนการคิดขั้นสูง เป็นการคิดในลักษณะเชื่อมโยงของเหตุและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกัน เป็นความสัมพันธ์แนวลึกและแนวกว้าง และเน้นการคิดแบบกระบวนการ องค์ประกอบย่อยต่าง ๆ ทำหน้าที่ปฏิสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง เป็นการคิดในลักษณะวงกลม มากกว่าที่จะเป็นเส้นตรง

แนวคิดของฟริตจ็อบ คาปรา (Fritjof Capra) (ปิยนถ ประยูร. 2548 : 22-23)

ฟริตจ็อบ คาปรา เป็นนักวิทยาศาสตร์และนักคิดซึ่งได้สร้างทฤษฎีใหม่ที่ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) หรือวิธีการคิดเชิงระบบที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่ต้องการศึกษา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์กับสังคม

เมื่อปี ค.ศ. 1997 เขาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีระบบ ในหัวข้อ ข่ายใยแห่งชีวิต เป็นการนำเสนอกรอบแนวคิดให้เกิดความเข้าใจชีวิตในมิติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเขาใช้เวลาในการพัฒนา สังเคราะห์ และอภิปรายกับนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากมานานหลายปี ก่อนจะเรียบเรียงออกมาเป็นหนังสือ ข่ายใยแห่งชีวิต (The Web of Life)

เขาได้นำวิธีการคิดเชิงระบบ มาทำความเข้าใจในเรื่องชีวิตของเขาและนำเสนอให้เห็นว่า วิสัยทัศน์ใหม่ที่ว่าด้วยระบบชีวิตนี้จะเปลี่ยนวิถีที่เราสัมพันธ์กันและกันและวิถีที่เราสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม วิถีในด้านสุขภาพตลอดจนมุมมองใหม่ในหลายแง่มุม อีกทั้งระบบการศึกษา ระบบการเมืองต่าง ๆ ซึ่งทำให้เราพร้อมกันสร้างชุมชนที่ยั่งยืนและช่วยให้เราเข้าใจธรรมชาติในองค์กรของตนได้ และสามารถเรียนรู้สิ่งใดจากธรรมชาติได้

วิธีการคิดเชิงระบบแสดงให้เห็นให้เราทราบว่า “องค์กรเป็นมากกว่าผลรวมขององค์ประกอบของมัน” หัวใจหลักของทฤษฎีใหม่ คือ ทุกสิ่งล้วนอยู่ด้วยกันเชิงระบบในลักษณะโยงใยกันเป็นตาข่าย โดยระบบนิเวศเป็นระบบที่ใหญ่และมีความสำคัญมากที่สุด โดยเชื่อว่าหากเรา

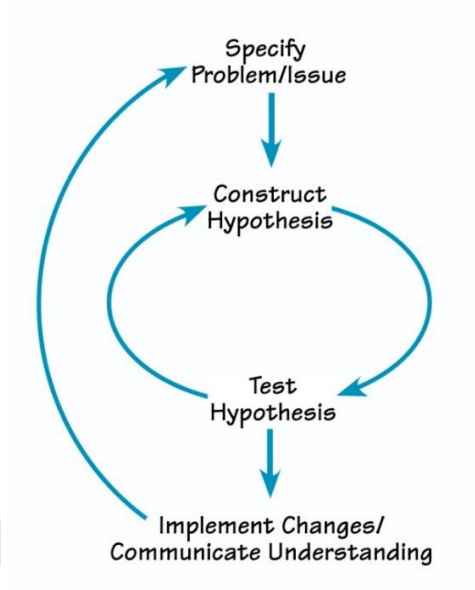
สามารถรับรู้ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศได้ทั้งหมดจะสามารถทำให้เราเข้าใจระบบทั้งหมดที่มี เนื่องจากเขาเชื่อว่าการจัดการองค์กรของระบบนิเวศ คือหลักการจัดการองค์กรของระบบชีวิตทุก ระบบ มนุษย์ในฐานะระบบชีวิตหนึ่งของระบบนิเวศ ซึ่งต้องจัดแบบแผนชีวิต ระเบียบสังคมให้ สอดคล้องกับแบบแผนของระบบนิเวศ ซึ่งพริตจ็อบ คาปรากกล่าววาระบบนิเวศก็คือชุมชน (Community)

แนวคิดของแบร์รี ริชมอนด์ (Barry Richmond) (ปารมี ศรีบุญทิพย์. 2560: 23-25)

แบร์รี ริชมอนด์ ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงระบบว่า เป็นความ เชื่อมโยงกันของระบบย่อยหลายระบบในทางกายภาพ สังคม และนิเวศวิทยาซึ่งทำให้มองเห็น ภาพที่ต้งไว้ชัดเจนขึ้น แต่วิวัฒนาการในด้านความคิดตามไม่ทันระดับการพึ่งพาที่เกิดขึ้น ผลที่ ตามมาก็คือปัญหาที่เกิดขึ้นก็ยังคงมีอยู่ถึงแม้จะเกิดการเข้าแทรกแซงแล้วก็ตาม ดังนั้น เพื่อหาต้น ตอของปัญหา ต้องพัฒนาระบบการศึกษาใน 3 มิติ คือ 1) กระบวนการศึกษา 2) กระบวนทัศน์ทาง ความคิด และ 3) อุปกรณ์การเรียน ซึ่งการเชื่อมโยงมิติทั้ง 3 เข้าด้วยกันนั้นคือ กระบวนการเรียนรู้ที่ สามารถทำให้ผู้เรียนอยู่ในสิ่งแวดล้อมของการเรียนรู้เพื่อสร้างการรับรู้ด้วยสัญชาตญาณได้ และ ความเข้าใจในเรื่องของระบบการพึ่งพากันอย่างซับซ้อนโดยมีส่วนร่วมในประสบการณ์ตรง แต่มี อุปสรรคหลัก คือ ศักยภาพที่มีอยู่อย่างจำกัดในการถ่ายโอนกรอบการคิดเชิงระบบสู่ผู้ให้การศึกษา และผู้เรียน หากมองการคิดเชิงระบบในมุมมองที่กว้างขึ้นบนพื้นฐานของการคิดอย่างมี วิจรรณญาณที่มีอยู่หลายแง่มุมของทักษะการคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบแล้ว จะสามารถ ลดเวลาที่ใช้ในการทำความเข้าใจกรอบแนวคิดนี้ได้ ซึ่งวิธีการคิดเชิงระบบที่จะนำไปสู่การ ปฏิบัติมีกระบวนการสำคัญ 4 ขั้น คือ

1. การระบุประเด็นปัญหาให้ชัดเจน (Specify Problem/issue)
2. การกำหนดสมมติฐาน (Construct Hypothesis or Model)
3. การทดสอบสมมติฐาน (Test Hypothesis or Model)
4. การปฏิบัติการเพื่อนำการเปลี่ยนแปลงหรือสื่อสารเพื่อความเข้าใจ

(Implement Change/Communication Understanding)



ภาพประกอบ 12 ลำดับขั้นกระบวนการคิดเชิงระบบ

ที่มา : <https://thesystemsthinker.com/the-thinking-in-systems-thinking-how-can-we-make-it-easier-to-master/>

กระบวนการคิดเชิงระบบที่เกิดขึ้น จำเป็นต้องอาศัยทักษะการคิดย่อยอีก 7 ทักษะ ซึ่งประกอบด้วย (Richmond, 2000: 4-5)

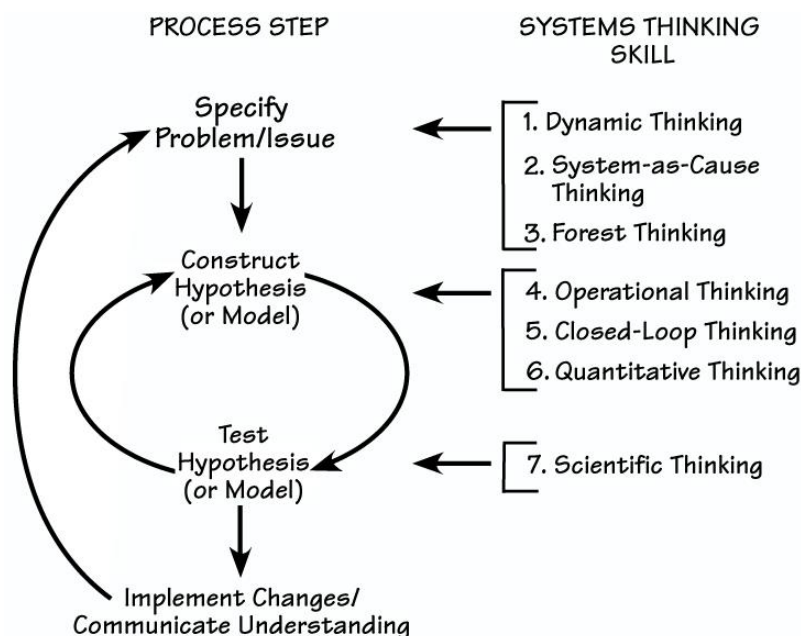
1. ขั้นกำหนดประเด็นหรือการกำหนดปัญหา จะต้องอาศัยทักษะการคิดอีก 3 ทักษะย่อย คือ

- 1.1 การคิดแบบพลวัต (Dynamic Thinking)
- 1.2 การคิดแบบระบบแห่งสาเหตุ (System-as-cause Thinking)
- 1.3 การคิดมองแบบภาพรวม (Forest Thinking)

2. ขั้นสังเคราะห์จำลอง จะต้องอาศัยทักษะการคิด 3 ทักษะย่อย คือ

- 2.1 การคิดแบบปฏิบัติการ (Operational Thinking)
- 2.2 การคิดแบบวงจรสัมพันธ์ (Close-loop Thinking)
- 2.3 การคิดเชิงปริมาณ (Quantitative Thinking)

3. การทดสอบแบบจำลอง จะต้องอาศัยทักษะการคิดในเชิงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking)



ภาพประกอบ 13 กระบวนการคิดเชิงระบบที่สอดคล้องกับการคิด 7 แบบ

ที่มา : <https://thesystemsthinker.com/the-thinking-in-systems-thinking-honing-your-skills/>

ซึ่งแนวคิดของ บาร์รี ริชมอนด์ (Barry Richmond) มองการคิดเชิงระบบว่าเป็นการคิดแบบองค์รวมที่มีความสัมพันธ์กัน เป็นการคิดในลักษณะที่เชื่อมโยงของเหตุและปัจจัยที่ส่งผลกระทบเข้าด้วยกัน และเป็นความสัมพันธ์แนวลึกและแนวกว้าง โดยที่ม็องค์ประกอบย่อยต่าง ๆ ทำหน้าที่ที่สัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง

แนวคิดของกูดแมน (Goodman)

กูดแมน (Goodman) กล่าวถึงหลักการของการคิดเชิงระบบว่า การคิดเชิงระบบทำให้มองเห็นเป็นภาพรวม เป็นการคิดที่มีความเชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องกันของเหตุและปัจจัยที่มีผลกระทบซึ่งกันและกัน เป็นการคิดที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังมีวิธีการ ขั้นตอนที่ชัดเจนสำหรับการตรวจสอบปัญหาให้เกิดความถูกต้องก่อนนำไปสู่ข้อสรุป การคิดเชิงระบบช่วยเพิ่มทางเลือกในการแก้ไขปัญหาได้โดยการขยายความคิดและช่วยให้สามารถพูดถึงการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีใหม่และแตกต่างกัน ด้วยวิธีการวาดผังสาเหตุ และจะเลือกใช้วิธีการคิดเชิงระบบก็ต่อเมื่อ ปัญหานั้นมีความสำคัญ เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำบ่อยครั้ง และยังไม่ประสบ

ผลสำเร็จในการแก้ไข ทั้งนี้ กูดแมนและคาราส์ (Michael Goodman, 1995, pp. 16-17) ได้เสนอขั้นตอนการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นบอกเล่าเรื่องราวของปัญหา
2. ขั้นกำหนดสมมติฐาน
3. ขั้นพัฒนาความคิด
4. ขั้นระบุโครงสร้าง
5. ขั้นสร้างแบบจำลอง
6. ขั้นวางแผนและแก้ปัญหา

จากแนวคิดที่กล่าวมาแล้วนั้นผู้วิจัยจึงสรุปว่า แนวคิดของการคิดเชิงระบบนั้น คือ การมองภาพปัญหาทั้งหมดเป็นแบบองค์รวม โดยที่ทุก ๆ ส่วนประกอบภายในมีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน ซึ่งการที่จะแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้นั้นจำเป็นต้องมีการวางแผนการปฏิบัติงานเชิงระบบเช่นเดียวกัน โดยสรุปเป็นขั้นตอนย่อยได้ดังนี้ 1. การระบุสาเหตุ/ต้นเหตุ/ประเด็นของปัญหา 2. การตั้งสมมติฐานในการแก้ไขปัญหา/การสร้างแบบจำลองในการแก้ไขปัญหา 3. การทดสอบสมมติฐานที่ตั้ง/ทดสอบแบบจำลอง 4. การแก้ไข ปรับปรุง พัฒนาวิธีการที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา 5. การปฏิบัติ/ตัดสินใจ ใช้วิธีการแก้ไขปัญหา

4.3 ประโยชน์ของการคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบช่วยให้เราเกิดการคิดที่แตกต่างไปจากเดิม คือ (สโนชิน รัชยาธาร์, 2550)

1. มองโลกรอบตัวเราเป็นแบบองค์รวม มากกว่าการมองเห็นเพียงด้านใดด้านหนึ่ง หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง เห็นความเป็นกระบวนการที่เป็นภาพเคลื่อนไหวมากกว่าการเป็นภาพนิ่ง
2. เห็นและเกิดความตระหนักว่าส่วนย่อยของระบบทำงานร่วมกันได้อย่างไร
3. เห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยว่ามีอิทธิพลต่อแบบแผนพฤติกรรมและเหตุการณ์อย่างไร
4. ช่วยให้เราเข้าใจว่าชีวิตในทุก ๆ เวลามีการเปลี่ยนแปลง
5. ช่วยให้เราเข้าใจผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นคนละเวลาแต่ยังคงส่งผลซึ่งกันและกัน
6. ทำให้ทราบว่าสิ่งที่เกิดขึ้นรอบตัวเรานั้น ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเราในระบบ ณ ขณะนั้นด้วย

7. เกิดความท้าทายสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเดิมทำให้พยายามเข้าใจว่าโลกทำงานอย่างไร อีกทั้งยังเป็นการตั้งคำถามที่รอการตรวจสอบที่เรามีต่อโลก ซึ่งภาพจำลองความคิดแบบเดิมอาจจำกัดศักยภาพของตนในการเข้าถึงความจริง

8. ทำให้เราเริ่มคิดว่าผลของการกระทำของเรามีผลกระทบในระยะสั้นหรือยาวได้อย่างไรบ้าง

9. หากเราฝึกคิดจนเกิดความชำนาญ ระบบจะช่วยหาวิธีแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ด้วยการตั้งคำถามใหม่ที่เราจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร มองความรับผิดชอบด้วยตนเอง และหากใช้กระบวนการคิดเชิงระบบจะทำให้เรามองภาพรวมของปัญหาออก และเข้าใจถึงวิธีการแก้ปัญหาในหลาย ๆ อย่าง

ประโยชน์ที่เกิดจากการคิดเชิงระบบ คือ การเน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการลำดับความคิด ให้ความสำคัญในหน่วยย่อยของระบบ ซึ่งนำไปสู่ความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4.4 ลักษณะวิธีการคิดเชิงระบบ

การพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาดัง ๆ ในการคิดเชิงระบบมีลักษณะเฉพาะ 6 ข้อ คือ (นพคุณ นิศามณี, 2548)

1. การคิดอย่างมีหลักการ (Principle)
2. คิดอย่างมีเหตุผล (Rational)
3. คิดอย่างมีการจัดระเบียบ (Regulative)
4. คิดอย่างมีรูปแบบ (Mental Model)
5. คิดอย่างมีกรอบ (Frame)
6. คิดอย่างมีวัตถุประสงค์ (Objective)

1. การคิดอย่างมีหลักการ (Principle) หมายถึง การคิดที่มีสิ่งยึดเหนี่ยวหรือสาระ เป็นหัวใจสำคัญในการคิดทุกอย่าง ซึ่งจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.1 หลักธรรมชาติ (Natural Law) เป็นหลักที่กล่าวว่าทุกสิ่งทุกอย่างในจักรวาลล้วนอยู่ภายใต้หลักธรรมชาติทั้งสิ้น

1.2 หลักการทั่วไป (General Principle) กล่าวถึงมนุษย์ คือสัตว์โลกที่มีปัญญาและเป็นสัตว์สังคมนอกจากอยู่ภายใต้หลักธรรมชาติแล้ว ยังต้องมีหลักการทั่วไปในการดำรงชีวิตด้วย

1.3 หลักวิชาเฉพาะ (Specific Science) กล่าวถึงความซับซ้อนของสังคมที่เติบโตขึ้นเรื่อย ๆ มนุษย์จึงจำเป็นต้องมีหลักการเฉพาะเพื่อตอบสนองต่อความหลากหลายและซับซ้อนของสังคมที่เกิดขึ้น

2. การคิดอย่างมีเหตุผล (Rational) หมายถึง การคิดอย่างมีความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.1 เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Cause and effect) หมายถึง ผลเกิดจากเหตุเสมอ ซึ่งในเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งเหตุและผลออกเป็นกลุ่มย่อยได้อีกดังนี้

2.1.1 เหตุเดียวเกิดได้หลายผล

2.1.2 เหตุหลายอย่างเกิดผลเดียว

2.1.3 ต่างเหตุเกิดผลเดียว

2.1.4 เหตุเดียวเกิดผลต่าง

2.1.5 เหตุผลต่อเนื่องเกิดเป็นลูกโซ่

2.2 เหตุผลในเชิงตรรกวิทยา (Logical Reasoning) หมายถึง เหตุผลที่เป็นความสมเหตุสมผล หรือความเป็นไปได้อันมากหรือน้อย โดยต้องพิจารณาที่เหตุที่เป็นเงื่อนไข หากมีความสอดคล้องกันก็พิจารณาว่ามีความเป็นไปได้ ซึ่งในทางตรรกศาสตร์นั้นมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ

2.2.1 พิจารณาปัจจัยเงื่อนไข

2.2.1 ตั้งสมมติฐาน

2.2.3 ตรวจสอบสมมติฐานกับเงื่อนไข

- สอดคล้องกันถือว่าเป็นไปได้

- ขัดแย้งกันถือว่าเป็นไปไม่ได้

2.2.4 ตรวจสอบ ทบทวน

2.2.5 สรุปผลความเป็นไปได้

2.3 เหตุผลเชิงกลยุทธ์ (Strategic Reasoning) หมายถึง เหตุผลที่กำหนดขึ้นเพื่ออธิบายยุทธศาสตร์และยุทธวิธีในการเอาชนะ ข้อจำกัด หรือเป้าประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งเหตุผลในเชิงกลยุทธ์นี้จำเป็นต้องอาศัยสมมติฐาน โดยจะเป็นจริงหรือไม่นั้นไม่ได้ขึ้นกับตัวแปรในอนาคต ในส่วนของผลนั้นสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.3.1 ผลโดยตรง (Direct-Effect) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากเหตุที่มีความเฉพาะเจาะจง ตามวัตถุประสงค์ เกิดขึ้นตามเหตุนั้นโดยตรง

2.3.2 ผลข้างเคียง (Side-Effect) หมายถึง ผลแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นจากเหตุ แต่ไม่ใช่ผลจากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจเกิดเป็นในทางลบ หรือบวกก็ได้

2.3.2 ผลโดยอ้อม (Indirect-Effect) หมายถึง ผลกระทบที่เป็นต่อเนื่องมาจากผลอีกทอดหนึ่งหรืออีกหลาย ๆ ผลต่อเนื่องกันมา ไม่ใช่ผลโดยตรง หรือผลข้างเคียง

3. คิดอย่างมีการจัดระเบียบ (Regulative) หมายถึงการจัดระเบียบเป็นลักษณะพื้นฐานของระบบ หากไม่มีการจัดระเบียบ อาจไม่เกิดระบบขึ้น การคิดอย่างมีการจัดระเบียบนั้น อาจใช้วิธีการดังต่อไปนี้ คือ 1) การจัดกลุ่ม (Grouping) 2) การจัดหมวดหมู่ (Category) 3) การจัดประเภท (Classification) 4) การจัดชนิด (Typification) 5) การจัดแบ่งแผนก (Division) 6) การจัดลำดับชั้น (Hierarchy) 7) การจัดลำดับก่อน-หลัง (Priority) 8) การจัดอันดับ (Rank) ซึ่งการจัดระเบียบดังกล่าวอาจอาศัยเครื่องชี้วัด เช่น ระยะเวลา ระยะเวลา ความถี่ ลักษณะ คุณสมบัติ หรืออื่น ๆ

4. การคิดอย่างมีรูปแบบ (Mental Model) หมายถึง สิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้นมาจากการรับรู้ และประสบการณ์ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญอย่างหนึ่งในการจัดระบบความคิด รูปแบบทางความคิดเป็นตัวกำหนดหรือให้ความหมายแก่สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว การตีความจากประสบการณ์จากรูปแบบทางความคิดของเรานั้น อาจให้ความหมายของสิ่งรอบตัวเป็นคุณสมบัติแรก (First Order) และอาจมีคุณสมบัติที่สอง (Second Order) เพิ่มขึ้นอีกได้

5. การคิดอย่างมีกรอบ (Frame) หมายถึง ขอบเขตที่กำหนด การคิดเชิงระบบต้องมีกรอบกำหนดไว้เสมอ หากไม่มีกรอบก็จะทำให้ขาดความชัดเจน องค์ประกอบหลายองค์ประกอบอาจกระจัดกระจายไปคนละทิศละทาง

6. คิดอย่างมีวัตถุประสงค์ (Objective) หมายถึง ในระบบทุกระบบต้องมีวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้อยู่เสมอ ซึ่งวัตถุประสงค์อาจเปลี่ยนแปลงได้ และทำให้ส่วนย่อยในระบบเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

4.5 แนวทางการพัฒนาการคิดเชิงระบบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาการคิดเชิงระบบ ดังนี้

มนตรี แยมกลีกร (2546, น. 142-144) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาการคิดเชิงระบบ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความขัดแย้งกังขา คือ การนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิด

ขั้นที่ 2 ค้นคว้าข้อมูล ผู้เรียนต้องค้นคว้าข้อมูลเพื่อตอบปัญหาอย่าง
สมเหตุสมผล

ขั้นที่ 3 เพิ่มพูนปัญหา เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ

1. การระบุปัจจัยสาเหตุของปัญหา
2. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยย่อย
3. ออกแบบวงจรปัญหา

ขั้นที่ 4 เสวนามวลมิตร คือ การให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีโอกาสนำเสนอความคิดเห็นในกลุ่มย่อยของตนเอง

ขั้นที่ 5 เสนอความคิดกลุ่มใหญ่ คือ การให้ผู้เรียนแต่ละคนได้เห็นความคิดของคนในกลุ่มอื่น

ขั้นที่ 6 สร้างความมั่นใจร่วมกัน คือ การอภิปรายและลงข้อสรุปในเชิงเนื้อหาและแนวคิด.

นภาพกรณ์ ยอดสิน (2552, น. 10-11) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาการคิดเชิงระบบ 7 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นปัญหา คือ การนำเสนอเหตุการณ์ที่นำไปสู่ประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นการคิด

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาตอบประเด็นปัญหา คือ การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการดำเนินการในขั้นตอนถัดไป

ขั้นที่ 3 คัดเลือกปัจจัย ตัวแปร สาเหตุหลักที่สำคัญของปัญหา คือ การเลือกตัวแปร ประเด็นปัญหาที่เป็นองค์ประกอบย่อยของระบบ

ขั้นที่ 4 เขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เป็นสาเหตุ คือ การนำตัวแปรแต่ละตัวที่คัดเลือกมาเขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในแต่ละช่วงเวลา

ขั้นที่ 5 ศึกษาโครงสร้างของภาพองค์รวม คือ การเขียนแผนภาพวงจรแสดงสาเหตุ ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ และศึกษาลักษณะของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 6 ศึกษาโครงสร้างของภาพองค์รวม คือ การสรุปผลเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ

ขั้นที่ 7 นำแผนไปปฏิบัติ

นิยม กิमानุวัฒน์ (2559, น. 61) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาการคิดเชิงระบบ 6 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์
- ขั้นที่ 2 การพัฒนาแนวทางในการคิด
- ขั้นที่ 3 การพิจารณาปัญหา
- ขั้นที่ 4 การสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยน
- ขั้นที่ 5 การเรียนรู้ผลงานกลุ่ม
- ขั้นที่ 6 การสรุปร่วมกัน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องรวมทั้งงานวิจัยทำให้ผู้วิจัยได้ทราบขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้และพัฒนาการคิดเชิงระบบ โดยในกระบวนการนั้นต้องมีองค์ประกอบดังนี้คือ 1) ประเด็นปัญหา 2) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นคว้า 3) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการ 4) การสรุปแผน

4.6 การวัดความคิดเชิงระบบ

ในการวัดการคิดเชิงระบบนั้นนิยมวัดโดยการใช้แบบทดสอบ เช่น วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการพื้นฐานของการคิดเชิงระบบ วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล วัดการคิดเชิงระบบด้วยวิธีสอนโดยใช้กรณีศึกษา (Case Study) ซึ่งแต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้ (มกราพันธุ์ จุฑารสภ, 2551, น. 38-48)

วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล

หลักการสำคัญของวิธีคิดเชิงระบบ คือ ความเชื่อมโยงขององค์ประกอบแต่ละส่วนในระบบ โดยพิจารณาการเชื่อมโยงของส่วนประกอบแต่ละส่วนว่ามีความเชื่อมโยงกันอย่างไร ความเชื่อมโยงอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “เส้นสัมพันธ์” คำถามที่จะต้องตอบว่า ส่วนประกอบแต่ละส่วนนั้นเชื่อมโยงกันอย่างไร ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในเชิงของระบบ (Learning as a System) ซึ่งการเรียนรู้ คือ กระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงตนเองโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ โดยผู้เรียนจะต้องพิจารณาว่า “เราจะเรียนรู้ได้อย่างไรว่าเราเกิดการเรียนรู้?” และ “ผู้สอนจะรู้ได้อย่างไรว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้?” โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล

ดังนั้น “เส้นสัมพันธ์” จึงถูกนำมาใช้เพื่อให้ผู้สอนและผู้เรียนได้เรียนรู้ความคิดระหว่างกัน ด้วยความเป็นเหตุและเป็นผล เนื่องจาก “วิธีคิดเชิงระบบจะไม่มองข้ามความเป็นเหตุและผล และไม่สนับสนุนให้เชื่อโดยปราศจากเหตุผล และเชื่อเพียงปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ แต่สอนให้ทำความเข้าใจกับระบบด้วยเหตุและผล (ปิยนาด ประยูร, 2548, น. 71)

เครื่องมือการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการเชื่อมโยงความคิด

ศ.นพ.ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์ กล่าวว่า “Concept Mapping” ให้เริ่มเขียนจากความคิดหลักลงไปตรงกลางของแผ่นกระดาษ ความคิดหลักอาจเป็นถ้อยคำ หรือวลี หรือความคิด 2 ความคิดมารวมกัน เสร็จแล้วให้เขียนความคิดที่เกี่ยวข้องกับความคิดหลักนั้นให้แตกแขนงออกไปจากความคิดหลัก (วรรณรัตน์ ใจเชื้อกุล, 2547) ความเชื่อมโยงจะทำให้เห็นความสัมพันธ์ของความคิดต่าง ๆ ภายในหนึ่งหน้ากระดาษ ดังนั้น จึงเป็นการเรียนรู้ร่วมกันในการคิดเชิงระบบได้อย่างเป็นรูปธรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

วิธีการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด

กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด หมายถึง การวิเคราะห์ระบบใดระบบหนึ่งทั้งระบบ ซึ่งมีส่วนย่อยหลายส่วนทับซ้อนกันอยู่ภายใน เพื่อให้เห็นระดับในแนวคิดของระบบที่ประกอบไปด้วย 1) ระดับปรากฏการณ์ 2) ระดับแนวโน้มและแบบแผน 3) ระดับโครงสร้าง (Structure) และ 4) ระดับภาพจำลองของความคิด (Mental Model) หากผู้วิเคราะห์เคยฝึกวิธีคิดวิเคราะห์ในแนวคิด 4 ระดับมาก่อน อาจเกิดข้อผิดพลาด เนื่องจากการด่วนสรุปปัญหาเฉพาะระดับปัญหาที่เป็นปรากฏการณ์จึงทำให้ปัญหาที่แท้จริงยังคงมีอยู่และยังไม่ได้ถูกแก้ไข ซึ่งความหมายของแต่ละระดับเป็น ดังนี้

1. ระดับปรากฏการณ์ คือ เหตุการณ์ที่ปรากฏในสังคมปัจจุบัน
2. ระดับแนวโน้มและแบบแผน แบบแผนพฤติกรรมของเหตุการณ์ คือ สิ่งที่ทำให้เห็นว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นมีแบบแผนเช่นไร แบบแผน (pattern) จึงเปรียบเสมือนการไหลของน้ำ จะเห็นว่าบางช่วงแม่น้ำจะไหลวน หรือเปลี่ยนทิศทางได้ เพราะมีสิ่งกีดขวางที่จมอยู่ใต้น้ำมาปรับเปลี่ยนทางเดินของน้ำ สิ่งกีดขวางที่อยู่ใต้น้ำจึงเปรียบเสมือนโครงสร้างซึ่งอยู่ในระดับถัดไป ส่วนแบบแผนการไหลของน้ำก็ขึ้นอยู่กับโครงสร้างนี้ ทำให้เราเห็นการไหลของน้ำมีมากมายหลากหลายรูปแบบ หรืออาจเป็นลักษณะของการที่บุคลากรทางการแพทย์/พยาบาลจัดบันทึกสถิติความถี่ของการป่วยของโรคต่าง ๆ หรืออุบัติเหตุจะเกิดในช่วงใดซึ่งสถิติส่วนนี้เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์แนวโน้มในอนาคต และจะวางแผนรองรับได้ในอนาคต ซึ่งเป็นการนำไปสู่การแก้ปัญหา

3. ระบบโครงสร้าง (Structure) คือ ตัวกำหนดแบบแผนพฤติกรรมและสิ่งที่แสดงออกมาให้ปรากฏ นอกจากนี้ระบบที่มีขนาดใหญ่อาจไม่ได้มีเพียงโครงสร้างเดียวแต่มีโครงสร้างหลายชั้นซ้อนกัน เช่น โครงสร้างเชิงสภาวะแวดล้อม โครงสร้างทางเศรษฐกิจ โครงสร้างด้านเทคโนโลยี โครงสร้างทางธุรกิจ โครงสร้างองค์กร โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และ

โครงสร้างภาพจำลองความคิดเป็นต้น ซึ่งโครงสร้างภาพจำลองความคิดจัดเป็นส่วนหนึ่งของระบบโครงสร้าง (Systematic structure) หรือแยกออกเป็นต่างหากก็ได้

4. ระดับภาพจำลองความคิด (Mental Model) คือ วิธีคิด หรือแบบจำลองความคิดเกิดจากสัจฐานหรือโครงสร้างเป็นการเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ และรวมออกมาเป็นวิธีคิด เป็นเรื่องของความเชื่อ นิสัย และพฤติกรรมของบุคคล การเปลี่ยนวิธีคิดของคนก็มีผลต่อโครงสร้างเช่นเดียวกัน เพราะฉะนั้นเราควรจะมีวิธีคิด วิธีมองเพื่อให้เกิดโครงสร้างของสิ่งดี ๆ

วิธีการคิดเชิงระบบด้วยวิธีสอนโดยใช้กรณีศึกษา (Case Study)

“การสอนโดยใช้กรณีศึกษา มิได้มุ่งเฉพาะคำตอบใด คำตอบหนึ่ง แต่ต้องการให้ผู้เรียนเห็นคำตอบและเหตุผลที่หลากหลายจะนำมาซึ่ง การตัดสินใจที่รอบคอบยิ่งขึ้น เพื่อเป้าหมายสุดท้ายคือ การคิดเป็นและคิดดี”

ความหมาย การสอนโดยใช้กรณีศึกษา คือ กระบวนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องที่กำหนดไว้ อาจเป็นเรื่องที่สมมติขึ้นจากความเป็นจริง หรือเป็นเรื่องราวในสถานการณ์ปัจจุบันก็ได้ คำตอบและเหตุผลที่ผู้เรียนนำเสนอได้มาจากการอภิปรายร่วมกัน

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาจากการไข่มุมมองที่หลากหลายโดยไม่ต้องรอให้เกิดปัญหาจริง ผู้เรียนจะได้คิดวิเคราะห์ และเรียนรู้ความคิดของตนเองและผู้อื่นช่วยให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น องค์ประกอบสำคัญของวิธีสอน

1. กรณีศึกษาที่คล้ายกับเหตุการณ์จริง
2. มีประเด็นคำถามให้พิจารณาหาคำตอบ
3. มีคำตอบที่หลากหลาย คำตอบที่ถูกต้องไม่มีเพียงคำตอบเดียว

(คำตอบไม่มีผิดหรือถูกอย่างชัดเจน)

4. มีการอภิปรายเกี่ยวกับสภาพการณ์ ปัญหา มุมมอง และวิธีแก้ปัญหา
สรุป การเรียนรู้ที่ได้รับ

ขั้นตอนที่สำคัญของการสอน

1. เสนอกรณีตัวอย่าง (Case) โดยผู้สอน/ผู้เรียน
2. ผู้เรียนศึกษากรณีศึกษา
3. ผู้เรียนอภิปรายประเด็นคำถามเพื่อหาคำตอบ
4. ผู้เรียนอภิปรายคำตอบ

5. ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา วิธีแก้ปัญหาของผู้เรียนและสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับ

ตัวอย่าง กรณีศึกษาเรื่อง “ย้ายเพื่อใคร”

สถานีนอนามัย “ดงหลวง” อยู่ไกลจากตัวจังหวัดมาก มีเจ้าหน้าที่สาธารณสุขขอย้ายออกจากพื้นที่ปีละหลายราย การโยกย้ายโดยทั่วไปคำนึงถึงความอาวุโสและการอยู่ยาวนานเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

บัวขาว เป็นเจ้าหน้าที่สาธารณสุขอยู่สถานีนอนามัยแห่งนี้มา 2 ปีแล้ว เธอมีภูมิลำเนาอยู่อีกจังหวัดหนึ่ง และได้ทำเรื่องขอย้ายกลับบ้านเกิดเพื่อดูแลมารดาที่อายุมากแล้วและเป็นโรคหัวใจ ขณะเดียวกันมีผู้อาวุโสและอยู่ยาวนานกว่าบัวขาวที่ได้ทำเรื่องย้ายเช่นกัน อีกจำนวน 2-3 คน

ส่วนในการพิจารณาการย้าย ก่อนวันที่จะพิจารณา พี่ชายของบัวขาวได้พบสาธารณสุขอำเภอนี้ ปรากฏว่าทั้งสองคนเป็นเพื่อนสนิทกันมาก่อน เคยเรียนอยู่โรงเรียนมัธยมด้วยกันดังนั้นพี่ชายของบัวขาวจึงได้เล่าความจำเป็นของสภาพครอบครัวที่บิดาชราและมารดาเป็นโรคหัวใจให้เพื่อนฟังพร้อมทั้งขอร้องให้ช่วยน้องตนให้ได้ย้าย

หากท่านเป็นสาธารณสุขอำเภอในปีนี้ ในอำเภอของท่านสามารถย้ายเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในสถานีนอนามัยได้เพียงหนึ่งคน เนื่องจากอัตรากำลังจำกัด ท่านจะพิจารณาให้บัวขาวย้ายหรือให้ผู้อื่น (ที่ขอย้ายก่อน) ได้ย้าย เพราะเหตุใด

คำตอบเฉพาะตน

[] ย้ายบัวขาว เหตุผลเพราะ

.....

.....

.....

[] ย้ายผู้อื่น เหตุผลเพราะ

.....

.....

.....

คำตอบของกลุ่ม

[] ย้ายบัวขาว เหตุผลเพราะ

.....

.....

.....

[] ย้ายผู้อื่น เหตุผลเพราะ

.....

.....

.....

คำตอบสุดท้ายเฉพาะตน

[] ย้ายบัวขาว เหตุผลเพราะ

.....

.....

.....

[] ย้ายผู้อื่น เหตุผลเพราะ

.....

.....

.....

จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือตามแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก และกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล เนื่องจากข้อคำถามมีส่วนประกอบภายในมีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน ซึ่งการที่จะแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้นั้นจำเป็นต้องมีการวางแผนการปฏิบัติงานเชิงระบบเช่นเดียวกันในแต่ละขั้นย่อย

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง ในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ที่เรียนรายวิชาเคมี 5 เรื่องเคมีอินทรีย์

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง ในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการใช้แบบเจาะจง จำนวน 31 คน

1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาเรื่องเคมีอินทรีย์ หัวข้อ การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์

1.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งใช้เวลา 3 คาบต่อสัปดาห์ รวม 5 สัปดาห์ จะใช้เวลาทั้งหมด 14 คาบ คาบละ 50 นาที รวมการทดสอบก่อนและหลังเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ตามระบบ IUPAC
2. แอปพลิเคชัน NomenChem
3. แบบวัดมโนทัศน์ เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC
4. แบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์

2.1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7 แผน จำนวน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ (คาบละ 50 นาที) แบ่งเป็นทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ 5 ชั้น ดังต่อไปนี้

2.1.2.1 ชั้นที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน

2.1.2.2 ชั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา

2.1.2.3 ชั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป

2.1.2.4 ชั้นที่ 4 ขยายความรู้

2.1.2.5 ชั้นที่ 5 ประเมิน

2.1.3 พร้อมทั้งชี้แจงการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อ 2 คาบ การสอน 9 คาบ ทดสอบหลังเรียน 3 คาบ รวม 14 คาบ ตามรายละเอียดดังตาราง

ตาราง 2 แผนการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน NomenChem เป็นสื่อสำหรับการจัดการเรียนรู้

สัปดาห์ที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1	- คาบที่ 1 – 2 ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ และแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ - คาบที่ 3 ชี้แจงการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ NomenChem	3

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	เนื้อหา	จำนวน คาบ
2	- คาบที่ 1 ความหมาย ชื่อ และประเภทของสารประกอบอินทรีย์ตามหมู่ฟังก์ชัน	3
	- คาบที่ 2 การเรียกชื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (การเลือกสายโซ่หลัก หมู่แทนที่ และค่าลงท้าย)	
	- คาบที่ 3 การเรียกชื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทแอลเคน	
3	- คาบที่ 1 การเรียกชื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทแอลคีนและแอลไคน์	3
	- คาบที่ 2 การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (แอลกอฮอล์ และอีเทอร์)	
	- คาบที่ 3 การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (แอลดีไฮด์ และคีโตน)	
4	- คาบที่ 1 การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์)	3
	- คาบที่ 2 การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (เอมีน และเอไมด์)	
	- คาบที่ 3 สรุปเรื่องการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์	
5	- คาบที่ 1 - 2 ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ และแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ	2
รวม		14

2.2 แอปพลิเคชัน NomenChem

2.2.1 การพัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem มีขั้นตอนดังนี้

ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหนังสือและและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องคือ

ศึกษาตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งตรงกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี ดังนี้ 1. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุ

ประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน 2. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การเรียกชื่อของสารประกอบอินทรีย์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ประกอบการเลือกแอปพลิเคชันที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกหัวข้อที่จะทำการวิจัย คือ หัวข้อการเรียกชื่อของสารประกอบอินทรีย์

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับค่านิยมทางพฤติกรรมของเจเนอเรชันแซด (Generation Z) เกิดระหว่างปีพ.ศ.2538 - 2552 เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจากข้อมูลผู้วิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 จัดอยู่ในกลุ่มเจเนอเรชันแซด ซึ่งเป็นกลุ่มที่เกิดและเติบโตมาพร้อมกับสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ และสามารถเรียนรู้ได้เร็ว อีกทั้งยังนิยมการสื่อสารด้วยข้อความที่สั้นและเข้าใจง่าย ผ่านแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในสมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหาแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

2.2.2 กำหนดรูปแบบของแอปพลิเคชันจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน

2.2.3 เขียนสตอรี่บอร์ด (Storyboard) ในส่วนของหน้าต่างการใช้งานแอปพลิเคชัน เนื้อหา องค์ประกอบภาพ กลไกในการเล่นเกมนั้นทำของแอปพลิเคชัน เมื่อเสร็จแล้วจึงให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขในส่วน
ของ 1. ภาพแสดงสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ 2. หน้าต่างแสดงการใช้งานในส่วนของเกมทำบทเรื่องในเรื่องต่าง ๆ 3. รหัสสีที่จะแสดงผลในแอปพลิเคชัน

2.2.4 ดำเนินการสร้างแอปพลิเคชัน เริ่มจากการออกแบบโดยการวาดแบบลง PowerPoint จากนั้นใช้โปรแกรม Adobe XD หรือ Figma ใช้ในการสร้าง Prototype ใช้โปรแกรม Adobe Photoshop, Canva, Flash ใช้ในการปรับแต่งรูปภาพในเนื้อหาบทเรียน วาดสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ด้วยโปรแกรม ChemDraw จากนั้นใช้โปรแกรม Vectary ในการสร้างแบบจำลอง 3D โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในเนื้อหาบทเรียน ดำเนินการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย Laravel Framework, PHP, HTML5 ใช้ MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล จากนั้นใช้ Xampp ในจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้วิจัยเป็น Web server เพื่อทำการทดสอบเงื่อนไขของแอปพลิเคชัน สำหรับการอัปโหลดขึ้น App Store และ Play Store ให้มีการกำหนด

ระยะเวลาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ กรณีฉุกเฉินข้อมูลผิดพลาด ไม่สามารถอัปเดตได้ (ตั้งรายละเอียดในภาคผนวก ค)

2.2.5 นำแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านแอปพลิเคชัน ตรวจสอบและแนะนำข้อควรปรับปรุง ซึ่งได้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. แก้ไขลำดับการเรียงเนื้อหา
2. แก้ไขสูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์บางโครงสร้างที่วาดผิด
3. แก้ไขเนื้อหาในส่วนของผิดพลาด ตกหล่น
4. แก้ไขการสะกดคำที่ผิด
5. เพิ่มคำแนะนำในการทำแบบทดสอบหลังจากเรียนรู้ในส่วนของเนื้อหาทั้งหมด

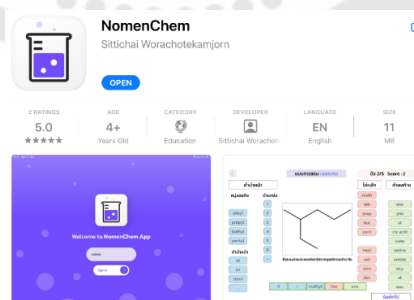
แล้ว

6. จัดทำคู่มือในการใช้แอปพลิเคชัน

3.2.6 นำแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

การใช้งานแอปพลิเคชัน NomenChem

แอปพลิเคชัน NomenChem เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการศึกษารายวิชาเคมี เป็นบทเรียนเรื่องเคมีอินทรีย์ ในหัวข้อการเรียกชื่อสารเคมีประเภทต่าง ๆ ที่พบบ่อย ซึ่งแต่ละบทเรียนมีมีแบบทดสอบให้ผู้ใช้ได้ทดลองทำเพื่อประเมินระดับความเข้าใจ สามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้แล้วที่ App store ซึ่งแอปพลิเคชันจะรองรับเฉพาะระบบปฏิบัติการใน iPad OS เท่านั้น



ภาพประกอบ 14 แอปพลิเคชัน NomenChem

ที่มา : App Store Preview. (2563). Organic NomenChem. (Online)

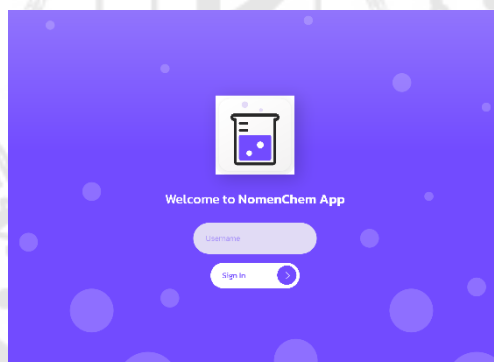
ในงานวิจัยนี้จะใช้แอปพลิเคชัน NomenChem ร่วมกับการจัดการเรียนการสอน วิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ หัวข้อการเรียกชื่อสารอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ โดยจัดเป็นกิจกรรมในระหว่างเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งการใช้แอปพลิเคชันในเบื้องต้นเป็นดังนี้ หรือที่ลิงก์ <https://apps.apple.com/th/app/nomenchem/id1597564728>



ภาพประกอบ 15 QR Code เพื่อดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน

การลงชื่อเข้าใช้งาน

การใช้งานแอปพลิเคชัน เมื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน จะพบกับหน้าต่างการลงชื่อเข้าใช้ ดังภาพ



ภาพประกอบ 16 หน้าต่างการลงชื่อเข้าใช้งาน

ให้ผู้ใช้งานตั้งชื่อเข้าใช้งานได้ตามความเหมาะสม เมื่อได้ชื่อแล้วกดที่ปุ่ม “Sign In” เพื่อเข้าสู่การใช้งานแอปพลิเคชัน

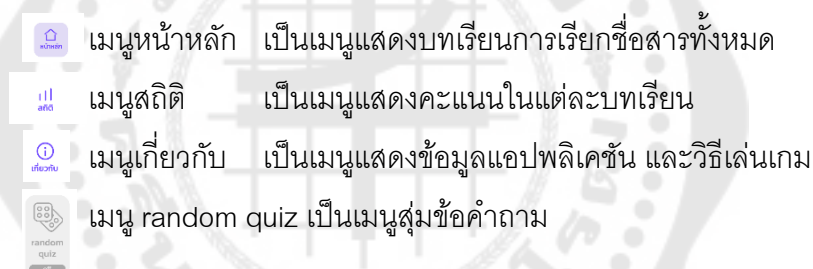
เริ่มต้นใช้งานแอปพลิเคชัน

เมื่อลงชื่อเข้าใช้งานเรียบร้อยแล้วจะเข้าสู่หน้าต่างแสดงผล ดังนี้



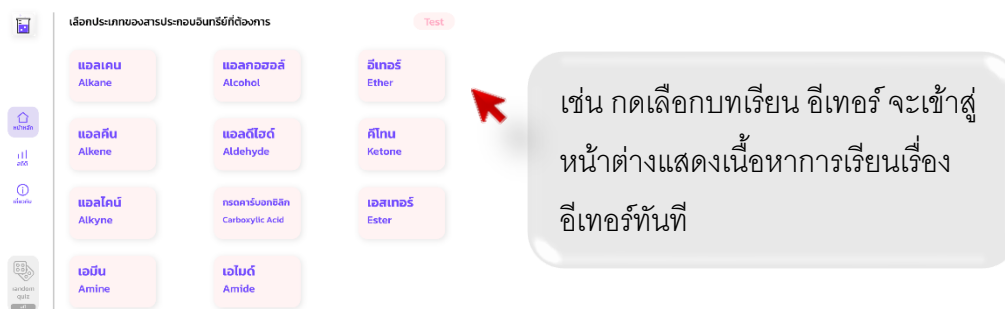
ภาพประกอบ 17 หน้าต่างแสดงหัวข้อประเภทของสารอินทรีย์

ทางด้านซ้ายของหน้าต่างแสดงผล ประกอบด้วยเมนูย่อย ดังนี้



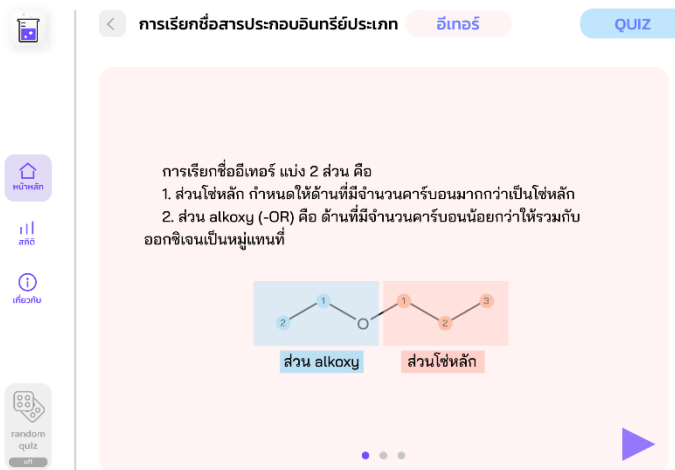
เมนูหน้าหลัก

เมนูหน้าหลักเป็นเมนูแสดงบทเรียนการเรียกชื่อสารทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วยการเรียกชื่อสารทั้งหมด 11 ประเภท หากผู้ใช้งานต้องการเรียนรู้วิธีการเรียกชื่อสารอินทรีย์ประเภทใดให้กดที่แบนเนอร์แสดงชื่อสารที่ต้องการ ซึ่งจะเข้าสู่หน้าต่างบทเรียนการเรียกชื่อสารในทันที



ภาพประกอบ 18 แสดงหน้าต่างเมนูหลัก

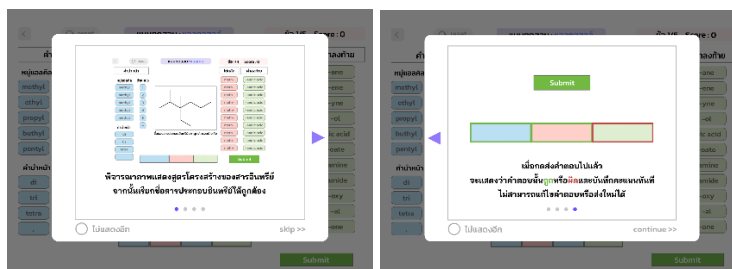
เมื่อเข้าสู่ หน้าต่างแสดงเนื้อหาบทเรียน จะพบกับเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งแต่ละบทเรียนจะมีจำนวนหน้าของเนื้อหาไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถเลื่อนเนื้อหาไปยังหน้าถัดไปได้ โดยการกดปุ่มด้านขวาที่อุปกรณ์ของผู้ใช้งาน หรือกดที่ลูกศร ▶ เพื่อไปยังหน้าถัดไปได้



ภาพประกอบ 19 หน้าต่างแสดงเนื้อหา

เมื่อผู้ใช้งานศึกษาบทเรียนจนถึงหน้าสุดท้ายแล้วสามารถกดที่เมนู QUIZ เพื่อเริ่มเล่นเกมคำถามท้ายบท กดที่เมนู เพื่อกลับสู่หน้าต่างเมนูหน้าหลัก หรือเพื่อกลับสู่หน้าต่างเมนูหน้าหลัก เช่นกัน

เมื่อเข้าสู่หน้าต่าง quiz จะปรากฏแอนิเมชัน สอนวิธีการเล่นเกม คำถามท้ายบทแก่ผู้ใช้งานจำนวน 4 หน้า (ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม skip ข้ามแอนิเมชันเพื่อเข้าสู่เกมคำถามท้ายบทได้ทันที และหากกดปุ่ม ○ ไม่แสดงอีก ในการเข้าเล่นเกมท้ายบทในครั้งถัดไป จะไม่แสดงแอนิเมชันนี้อีก)



ภาพประกอบ 20 วิธีการเล่นเกม

เมื่อถึงหน้าสุดท้ายจะปรากฏปุ่ม continue เมื่อกดจะเข้าสู่หน้าต่างเกมท้ายบททันที

แบบทดสอบ : แอลกอฮอล์

ข้อ 1/5 Score : 0

คำนำหน้า

หมู่แอลคิล ตำแหน่ง

methyl	1
ethyl	2
propyl	3
buthyl	4
pentyl	5
คำนำหน้า	6
di	-
tri	
tetra	
.	

ชื่อของสารประกอบอินทรีย์จากสูตรโครงสร้างคือ

propan- 1

Submit

ภาพประกอบ 21 หน้าต่างเกมทำยบทเรียน

วิธีการเล่นเกมคำถามทำยบท วิธีการจะแสดงด้วยแอนิเมชัน ที่ปรากฏก่อนเข้า

สู่การเล่น

1

2

3

4

5

6



การส่งคำตอบ เมื่อกดส่งคำตอบไปแล้วจะปรากฏหน้าต่างแสดงผลดังนี้

แบบทดสอบ : แอลกอฮอล์

ข้อ 1/5 Score : 0

คำนำหน้า

หมู่แอลคิล	ตำแหน่ง
methyl	1
ethyl	2
propyl	3
buthyl	4
pentyl	5
คำนำหน้า	6
di	-
tri	-
tetra	-
.	-

ชื่อของสารประกอบอินทรีย์จากสูตรโครงสร้าง คือ

pentan- 2 -ol

โซ่หลัก	คำลงท้าย
methan-	-ane
ethan-	-ene
propan-	-yne
butan-	-oic acid
hexan-	-oate
heptan-	-amine
octan-	-amide
nonan-	-oxy
decan-	-al
	-one

ข้อถัดไป

ภาพประกอบ 22 แสดงการตรวจคำตอบ

เมื่อกด "submit" เป็นการส่งคำตอบแอปพลิเคชันจะตรวจคำตอบและแสดงกรอบขึ้นที่ช่องคำตอบ

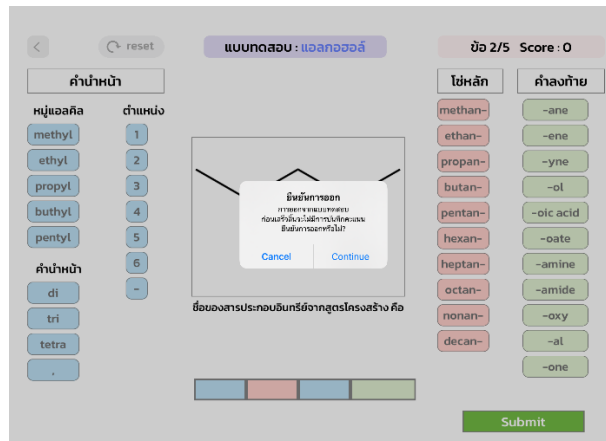
 สีเขียว หมายถึง คำตอบถูกต้อง

 สีแดง หมายถึง คำตอบยังไม่ถูกต้อง

และจะปรากฏคะแนนขึ้นบริเวณมุมขวาบนของหน้าจอ ข้อ 1/5 Score : 0

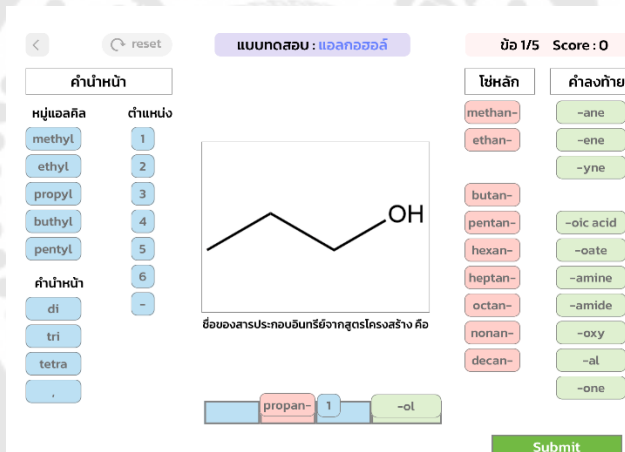
หากกดปุ่ม ข้อถัดไป จะไปยังข้อถัดไปที่ หากต้องการออกไปยังเมนูหน้า

หลักเพื่อเปลี่ยนบทเรียนสามารถทำได้โดยกดปุ่ม < ที่อยู่บริเวณมุมซ้ายบนของหน้าจอ แต่ระบบจะไม่บันทึกข้อมูลคะแนนของผู้ใช้งานและปรากฏข้อความแจ้งเตือน (ระบบจะบันทึกคะแนนเมื่อเล่นเกมในแต่ละบทครบทุกข้อแล้วเท่านั้น)



ภาพประกอบ 23 แสดงข้อความให้ทราบก่อนไปข้อถัดไป


ข้อควรระวัง

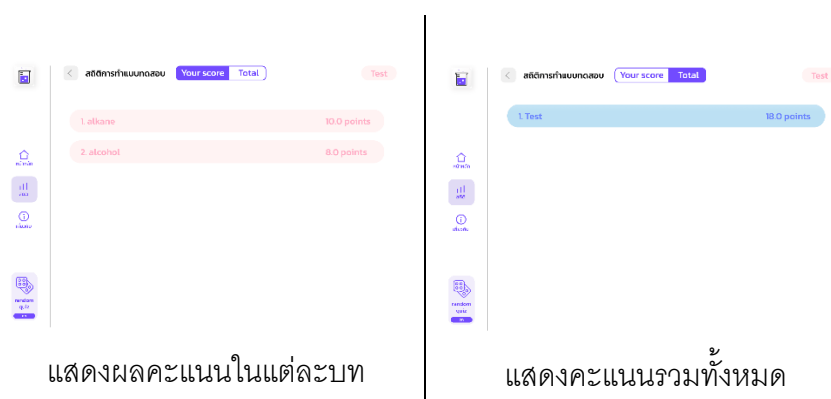


ภาพประกอบ 24 การใส่คำตอบไม่ลงในช่อง

ทุก ๆ ส่วนของแต่ละสี่ต้องอยู่ในกรอบสำหรับใส่คำตอบทั้งหมด

เมนูสถิติ


การดูคะแนน เมื่อเล่นเกมคำถามท้ายบทครบตั้งแต่ 1 บทขึ้นไปผู้ใช้งานจะสามารถเข้าดูคะแนนในแต่ละบท และคะแนนรวมได้ โดยที่ปุ่ม  ในหน้าต่างเมนูหลัก



แสดงผลคะแนนในแต่ละบท

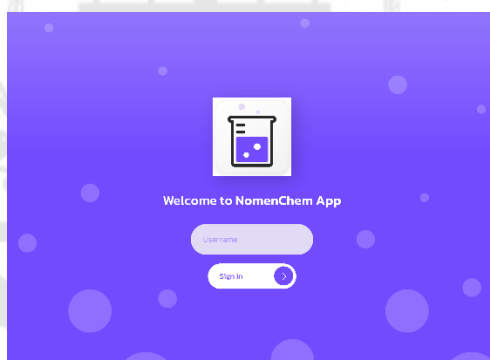
แสดงคะแนนรวมทั้งหมด

ภาพประกอบ 25 ภาพแสดงคะแนน

เมนู random quiz เมื่อกดปุ่ม  เป็นการสุ่มข้อคำถามของเกมคำถามท้ายบท ซึ่งโดยปกติข้อคำถามจะเรียงจากระดับ ง่าย - ยาก

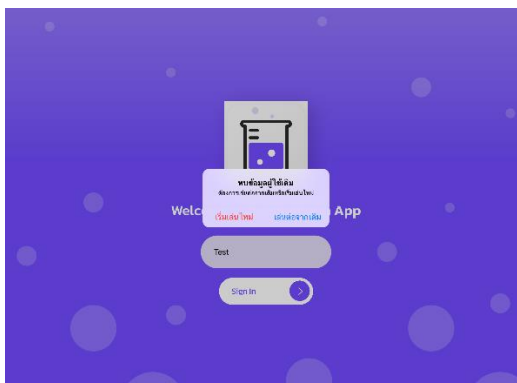
การเข้าใช้งานแอปพลิเคชันในครั้งถัดไป

เมื่อผู้ใช้งานปิดการทำงานของแอปพลิเคชัน และทำการเข้าใช้ใหม่อีกครั้งจะปรากฏหน้าต่างให้ลงชื่อเข้าใช้ใหม่อีกครั้ง



ภาพประกอบ 26 การเข้าใช้งาน

ทั้งนี้หากผู้ใช้งานต้องการเข้าใช้งานต่อจากครั้งที่แล้ว ให้พิมพ์ชื่อผู้ใช้งานเดิมลงไป จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างคำถามดังนี้



ผู้ใช้งานกดปุ่ม “เล่นต่อจากเดิม” เพื่อศึกษาบทเรียนต่อ

ภาพประกอบ 27 การใช้งานต่อ

2.3 แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ ดังนี้

2.3.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี เพื่อดำเนินการสร้างแบบวัดมโนทัศน์เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 20 ข้อ

2.3.2 ดำเนินการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ซึ่งเป็นแบบเขียนคำตอบ โดยแต่ละข้อแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) คำนำหน้า 2) โศกหลั 3) คำลงท้าย และ 4) การเรียกชื่อรวม ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้

2.3.3 นำเสนอแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

2.3.3.1. การประเมินความสอดคล้องด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อคำถามกับสาระการเรียนรู้ โดยนำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเคมีอินทรีย์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน (รายละเอียดในภาคผนวก ข) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ เพื่อปรับปรุงแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC และนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมาแปลงเป็นคะแนนโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจ
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

หาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ ตามระบบ IUPAC โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง คำนวณสูตรของโรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton (1977 อ้างถึงใน)กัญญาณี ไบเนียม, 2558)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง มีค่าระหว่าง -1 ถึง +1
 $\sum R$ หมายถึง ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

พบว่าเมื่อนำแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.67 – 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ข) และได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังต่อไปนี้ ปรับปรุงการใช้ข้อความให้สื่อถึงข้อความ ก่อนนำไปใช้กับนักเรียน

2.3.3.2 นำแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ที่พัฒนาแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนที่เรียนเรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ มาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดแนวคิดเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ โดยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับและค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก โดยนำผลมาวิเคราะห์ รายชื่อเพื่อหาอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป หาค่าความยาก (p) ซึ่งต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และหาค่าความเชื่อมั่น 0.6 ขึ้นไป ได้แบบวัดมโนทัศน์ทั้งสิ้น 20 ข้อ

2.3.3.4 เตรียมแบบวัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาไปใช้กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง

2.4 ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ ดังนี้

2.4.1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ

2.4.2. กำหนดเป้าหมายของการสร้างแบบวัด ออกแบบให้มีความเหมาะสมกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด และเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ วัดทักษะการคิดเชิงระบบ 4 ด้าน คือ 1. ด้านการระบุปัญหา 2. ด้านการระบุสาเหตุของปัญหา 3. ด้านการทดสอบสมมติฐานวิธีการแก้ไขปัญหา 4. ด้านการปฏิบัติ/ดำเนินการแก้ไขปัญหา

2.4.3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการเพื่อสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ โดยพิจารณาสรุปจากการให้ความหมาย แนวคิด และการจำแนกองค์ประกอบของนักวิชาการจากการศึกษาองค์ความรู้ และบริบทที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2.4.4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 10 ข้อ มาพิจารณาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเกี่ยวกับความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแต่ละข้อ และปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำ

2.4.5. นำแบบทดสอบที่พิจารณาแล้ว ตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อคำถามแต่ละข้อ และให้ค่าคะแนนความคิดเห็นว่าข้อคำถามข้อนั้นสามารถวัดได้สอดคล้องตามหลักวิชาการ และคุณลักษณะที่จะวัดหรือไม่ (-1, 0, 1) จากนั้นผู้วิจัยนำค่าคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Item Objective Congruence)

2.4.6. คัดเลือกข้อคำถามโดยพิจารณาค่า IOC ที่คำนวณได้ โดยใช้เกณฑ์ IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งคัดเลือกแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบจำนวน 5 ข้อ ที่ผ่านเกณฑ์

2.4.7. นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบที่ผ่านการคัดกรองไปจัดชุดและกำหนดวิธีการดำเนินการเพื่อนำแบบวัดไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อพัฒนาคุณภาพของแบบวัดทักษะกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย จำนวน 30 คน ตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดลอง (Try Out) ครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์โดยใช้สูตรการคำนวณของวิทนีย์และซาเบอร์ ค่าคำนวณได้จากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ โดยเทคนิค 50% และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.41 – 0.65 และมีอำนาจจำแนกระหว่าง 0.29 – 0.61 โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ

คำนวณได้จากสูตร

$$P = \frac{S_H - S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

$$r = \frac{S_H - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min}^2)}$$

เมื่อ	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนี้
X_{mix}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนี้

ซึ่งจากการวิเคราะห์โดยใช้สูตรการคำนวณของวิทนีและซาเบอร์ คำนวณได้จากสูตรของวิทนีและซาเบอร์ โดยเทคนิค 50% พบว่าแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบมีค่าความยากง่าย (p) ของทั้งฉบับ เท่ากับ 0.65 และค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.35

2.4.8 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วไปทำการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient- α) ของครอนบาค (Cronbach) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 ซึ่งคำนวณได้จากสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{\sum S_i^2}{S^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะ
	k	แทน	จำนวนข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

วิธีการตรวจให้คะแนนและเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนข้อละ 5 คะแนน โดยแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ หากตอบคำถามผิด หรือเว้นว่างไว้ในข้อนั้น ๆ ให้ 0 คะแนน

เมื่อรวมคะแนนรวมทั้งหมดจะเท่ากับ 20 คะแนน และต่ำสุดเท่ากับ 0 คะแนน โดยมีการแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้

ตาราง 3 การแปลความหมายคะแนนของทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
16.00 – 20.00	นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับดีมาก
11.00 – 15.00	นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับดี
6.00 – 10.00	นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับปานกลาง
1.00 - 5.00	นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับปรับปรุง

เมื่อแยกคะแนนออกเป็นแต่ละด้านจะมีคะแนนเท่ากับ 5 คะแนน และต่ำสุดเท่ากับ 0 คะแนน สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ด้าน คือ 1. ด้านการระบุปัญหา 2. ด้านการระบุสาเหตุของปัญหา 3. ด้านการทดสอบสมมติฐาน/วิธีการแก้ไขปัญหา 4. ด้านการปฏิบัติกร/ดำเนินการแก้ไขปัญหา

3. การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

3.1 ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง ในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 สังกัดจำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน

3.2 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ และแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ โดยใช้ระยะเวลา 2 คาบ โดยกลุ่มตัวอย่างสอบก่อนเรียน (Pretest)

3.3 ชี้แจงรายละเอียดและดำเนินการสอน โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อแอปพลิเคชัน NomenChem ในการจัดการเรียนรู้ เรื่องการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการสอนทั้งหมดจำนวน 14 คาบ ภายใน 5 สัปดาห์

3.4 ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อเก็บข้อมูล หลังจากที่นักเรียนเรียนรู้ครบทั้ง 2 หัวข้อ โดยใช้ แบบวัดมโนทัศน์ เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC และแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ โดยใช้ระยะเวลา 2 คาบเรียน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังตาราง

ตาราง 4 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	การทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	การทดสอบหลังเรียน
กลุ่มทดลอง	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน

T_1 แทน การสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน

T_2 แทน การสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน

3.5 นำคะแนนและข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดมโนทัศน์ และแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ มาดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. การจัดการกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดการกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1. วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ ความเหมาะสมของเครื่องมือ ค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องเคมีอินทรีย์ แบบวัดการคิดอย่างเป็นระบบ และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนเรื่องเคมีอินทรีย์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ t-test แบบ Independent sample

4.3. วิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน โดยใช้ t-test แบบ Independent sample

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติพื้นฐาน

5.1.1 การหาค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, น. 105 - 106)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนิสิตทั้งหมด

5.1.2 การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนน จากสูตรคำนวณ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, น. 105)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	แทน	จำนวนนิสิตทั้งหมด
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

5.2 สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

5.2.1 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานของข้อมูลที่ได้จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยใช้สถิติ t-test for independent samples คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์วิริยะ, 2553, น. 86 - 87)

ถ้า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

ถ้า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2 + \left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}$$

เมื่อ t แทน ค่าการแจกแจงแบบที่ t-distribution

σ^2 แทน ค่าความแปรปรวนของประชากร

\bar{X}_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่ 1

\bar{X}_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่ 2

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนนักเรียนกลุ่มที่ 1

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนนักเรียนกลุ่มที่ 2

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยเสนอความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 แอปพลิเคชันสำหรับเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ iPadOS มีประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้เรียนระดับดีขึ้นไป

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนมโนทัศน์เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สมมติฐานข้อที่ 1 แอปพลิเคชัน NomenChem สำหรับเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ iPadOS มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ของผู้เรียนมีคะแนนด้านมโนทัศน์หลังเรียนเป็นร้อยละ 65 ขึ้นไป และมีความพึงพอใจในระดับดีขึ้นไป

ผู้วิจัยได้พัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem เพื่อใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่ม 5 จากนั้นนำแอปพลิเคชันไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 14 คาบเรียน จากนั้นนำแอปพลิเคชันไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และวัดมโนทัศน์หลังเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 40 คะแนน พบว่าผลการใช้แอปพลิเคชันในการจัดการเรียนรู้ เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC บนระบบปฏิบัติการไอแพดโอเอส (iPadOS) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ผลดังตาราง

ตาราง 5 ตารางแสดงการนำแอปพลิเคชันไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ลำดับ ที่	เนื้อหา	จำนวน คาบ
1	- คาบที่ 1 – 2 ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ และแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ - คาบที่ 3 ชี้แจงการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ NomenChem	3
2	- คาบที่ 1 ความหมาย ชื่อ และประเภทของสารประกอบอินทรีย์ตามหมู่ฟังก์ชัน - คาบที่ 2 การเรียกชื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (การเลือกสายโซ่หลัก หมู่แทนที่ และค่าลงท้าย) - คาบที่ 3 การเรียกชื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทแอลเคน	3
3	- คาบที่ 1 การเรียกชื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทแอลคีน และแอลไคน์ - คาบที่ 2 การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (แอลกอฮอล์ และอีเทอร์) - คาบที่ 3 การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (แอลดีไฮด์ และคีโตน)	3
4	- คาบที่ 1 การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์) - คาบที่ 2 การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (เอมีน และเอไมด์) - คาบที่ 3 สรุปเรื่องการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์	3
5	- คาบที่ 1 - 2 ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ และแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ	2
	รวม	14

ตาราง 6 แสดงคะแนนมโนทัศน์หลังเรียนของผู้เรียนที่ใช้แอปพลิเคชัน NomenChem

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	คะแนนมโนทัศน์	
			คะแนนมโนทัศน์น้อยกว่าร้อยละ 65	คะแนนมโนทัศน์มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 65
หลังเรียน	31	40	7 (22.58%)	24 (77.42%)

จากตารางที่ 6 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน NomenChem ครบตามจำนวนคาบเรียนแล้ว ดำเนินการวัดมโนทัศน์หลังเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 40 คะแนน ซึ่งเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน คือ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 70 มีมโนทัศน์หลังเรียนร้อยละ 65 ขึ้นไป (คิดเป็น 26 คะแนนจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน) ซึ่งหมายถึงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คนขึ้นไป จากจำนวนทั้งหมด 31 คน มีคะแนนมโนทัศน์หลังเรียน 26 คะแนนขึ้นไป จากผลการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem พบว่า นักเรียนที่ใช้แอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนมโนทัศน์หลังเรียนตั้งแต่ร้อยละ 65 ขึ้นไป (26 คะแนนขึ้นไป) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 77.42 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตาราง 7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem

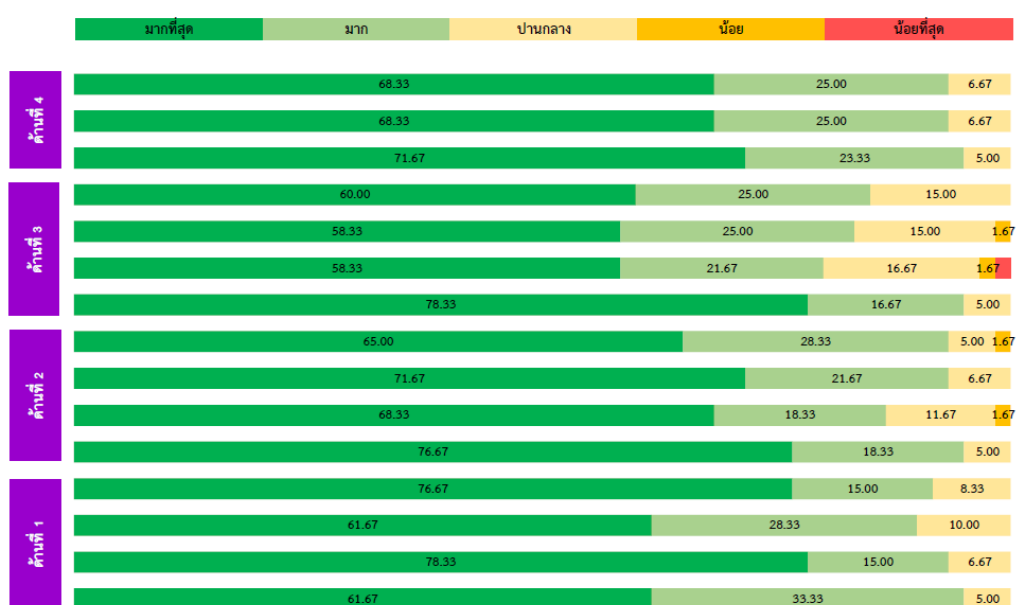
ข้อ	คำถาม	\bar{x}	ระดับของคะแนน
1	รูปแบบของแอปพลิเคชันตอบสนองต่อการใช้งานได้อย่างเหมาะสม	4.57	พึงพอใจมากที่สุด
2	ข้อความ และรูปภาพของข้อคำถามมีความชัดเจน	4.72	พึงพอใจมากที่สุด
3	ตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแอปพลิเคชันมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.52	พึงพอใจมากที่สุด
4	แอปพลิเคชันใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.68	พึงพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	\bar{x}	ระดับของ คะแนน
5	ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.72	พึงพอใจ มากที่สุด
6	ข้อคำถามมีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.53	พึงพอใจ มากที่สุด
7	เนื้อหาถูกต้องทันสมัยครบถ้วน	4.65	พึงพอใจ มากที่สุด
8	การลำดับเนื้อหา และตัวอย่างมีความเหมาะสม	4.57	พึงพอใจ มากที่สุด
9	แอปพลิเคชันช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อมากขึ้น	4.73	พึงพอใจ มากที่สุด
10	การเลือกโหมดสลับข้อคำถามทำให้การใช้งานแอปพลิเคชันมี ความหลากหลายมากขึ้น	4.33	พึงพอใจ มาก
11	ข้อคำถามที่มีความหลากหลายช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดอยาก ใช้งานแอปพลิเคชันมากขึ้น	4.40	พึงพอใจ มาก
12	ผลคะแนนที่ปรากฏในแอปพลิเคชันช่วยกระตุ้นให้นักเรียน อยาก ใช้งานแอปพลิเคชันอีกในครั้งต่อไป	4.45	พึงพอใจ มาก
13	แอปพลิเคชันช่วยให้นักเรียนสามารถทบทวนเนื้อหาเรื่องการ เรียกชื่อสารอินทรีย์ได้	4.67	พึงพอใจ มากที่สุด
14	ผลคะแนนจากแบบทดสอบสามารถสะท้อนผลความเข้าใจใน เนื้อหาเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ได้	4.62	พึงพอใจ มากที่สุด
15	แอปพลิเคชันมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการ จัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์	4.62	พึงพอใจ มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.59	พึงพอใจ มากที่สุด

จากตารางที่ 7 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยกับ 4.59

ซึ่งเมื่อพิจารณาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากการใช้แอปพลิเคชันพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในแต่ละด้านสูงสุด ดังนี้ ด้านที่ 1 ด้านการออกแบบ นักเรียนมีความพึงพอใจในข้อความ และรูปภาพของข้อคำถาม ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ด้านที่ 2 ด้านเนื้อหา นักเรียนมีความพึงพอใจในความสอดคล้องของเกมที่้ายบทเรียนกับเนื้อ ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ด้านที่ 3 ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน นักเรียนมีความพึงพอใจในแอปพลิเคชันที่สามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 และด้านที่ 4 ด้านผลที่เกิดขึ้น นักเรียนมีความพึงพอใจในแอปพลิเคชันที่สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถทบทวนเนื้อหาเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ได้ ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67



ภาพประกอบ 28 แสดงความพึงพอใจของผู้เรียนที่ตอบแบบสอบถาม

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนมโนทัศน์เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

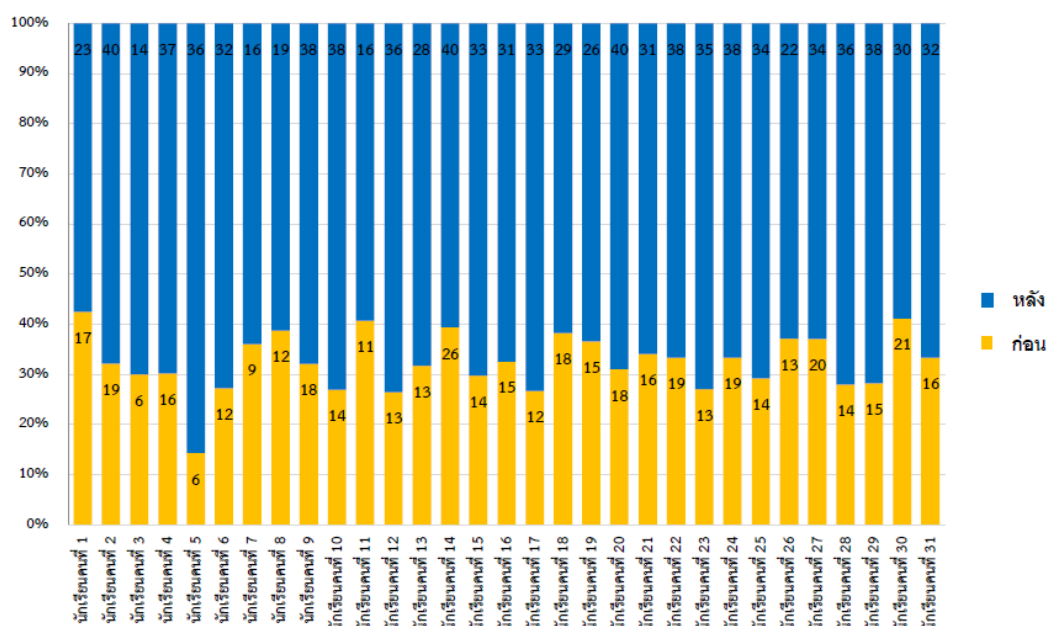
โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษามโนทัศน์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem ผลการใช้แอปพลิเคชันในการจัดการเรียนรู้ เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์

ตามระบบ IUPAC บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่วัดจากแบบวัดมโนทัศน์ เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC จำนวน 10 ข้อ ได้ผลดังตาราง

ตาราง 8 คะแนนมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS)

คะแนน	n	\bar{x}	SD	t
ก่อนเรียน	31	14.97	4.18	1.697
หลังเรียน	31	31.38	7.53	

จากตารางที่ 8 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) หลังเรียนคะแนนเฉลี่ย 31.38 สูงกว่าก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ย 14.97 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



ภาพประกอบ 29 แสดงคะแนนมโนทัศน์ก่อน-หลัง

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานครเขต 1 ได้ดำเนินการประเมินการคิดเชิงระบบกับนักเรียนกลุ่มดังกล่าวจำนวน 1 คาบเรียน ด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยคำถาม 4 ด้าน ได้แก่ 1) การระบุประเด็นปัญหา 2) การระบุสาเหตุของปัญหา 3) การทดสอบสมมติฐาน/ แก้ไขปัญหา 4) ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไขปัญหา จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แอปพลิเคชันการเรียกชื่อสารอินทรีย์ จำนวน 14 คาบเรียน ที่มุ่งหมายให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดเชิงระบบ และทำการประเมินทักษะหลังเรียนโดยการเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent sample ได้ผลการทดลองดังตาราง

ตาราง 9 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันการเรียกชื่อสารอินทรีย์

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ΣD	t	df	p
ก่อนเรียน	31	20	8.60	8.31	131.25	-13.97	30	.000
หลังเรียน	31	20	12.83	9.94				

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันการเรียกชื่อสารอินทรีย์ จำนวน 31 คน มีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงระบบก่อนเรียนเท่ากับ 8.60 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.31 เมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว และทำการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียน พบว่านักเรียนมีคะแนนเท่ากับ 12.83 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.94 และจากการทดสอบสถิติ t-test ได้ค่า t เท่ากับ -13.97 มีค่า นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่านักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในข้อที่ 2

โดยมีผลรวมของความแตกต่างของคะแนนการคิดเชิงระบบที่ได้จากการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน (ΣD) เท่ากับ 131.25 ซึ่งหมายความว่าเมื่อนำผลต่างของคะแนนก่อน

เรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคลมารวมกัน พบว่าผลรวมของคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนเท่ากับ 131.25 คะแนน

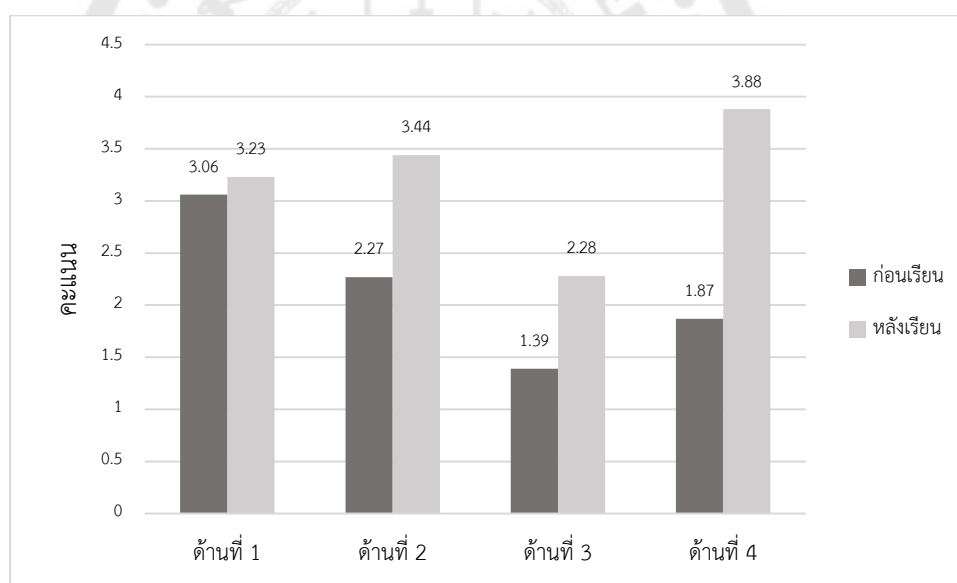
จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาระดับการคิดเชิงระบบแยกเป็นรายด้านของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลแสดงดังตาราง

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงระบบรายด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันการเรียกชื่อสารอินทรีย์

ด้าน	การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ΣD	t	Sig (2-tailed)	แปลผล
1) การระบุประเด็นปัญหา	ก่อนเรียน	31	5	3.06	3.00	5.2	-0.51	0.61	แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05
	หลังเรียน	31	5	3.23	1.81				
2) การระบุสาเหตุของปัญหา	ก่อนเรียน	31	5	2.27	0.43	36.25	-5.85	.000	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
	หลังเรียน	31	5	3.44	1.30				
3) การทดสอบสมมติฐาน/แก้ไขปัญหา	ก่อนเรียน	31	5	1.39	1.68	27.5	-3.95	.000	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
	หลังเรียน	31	5	2.28	0.94				
4) ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไขปัญหา	ก่อนเรียน	31	5	1.87	2.32	62.5	-8.02	.000	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
	หลังเรียน	31	5	3.88	1.16				

จากตารางที่ 11 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงระบบจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาแยกวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายด้าน หลังจากการได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แอปพลิเคชันการเรียกชื่อสารอินทรีย์ พบว่า ด้านที่ 1) การระบุประเด็นปัญหา คะแนนเต็ม 5 คะแนน มีคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน เท่ากับ 3.06 และ 3.23 ตามลำดับ 2) การระบุสาเหตุของปัญหา คะแนนเต็ม 5 คะแนน มีคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน เท่ากับ 2.27 และ 3.44 ตามลำดับ 3) การทดสอบสมมติฐาน/แก้ไขปัญหา คะแนนเต็ม 5 คะแนน มีคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน เท่ากับ 1.39 และ 2.28 ตามลำดับ 4) ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไขปัญหา คะแนนเต็ม 5 คะแนน มีคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน เท่ากับ 1.87 และ 3.88 ตามลำดับ จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยในทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นแผนภูมิแท่งเพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของการคิดเชิงระบบทั้ง 4 ด้านดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 30 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของการคิดเชิงระบบทั้ง 4 ด้าน

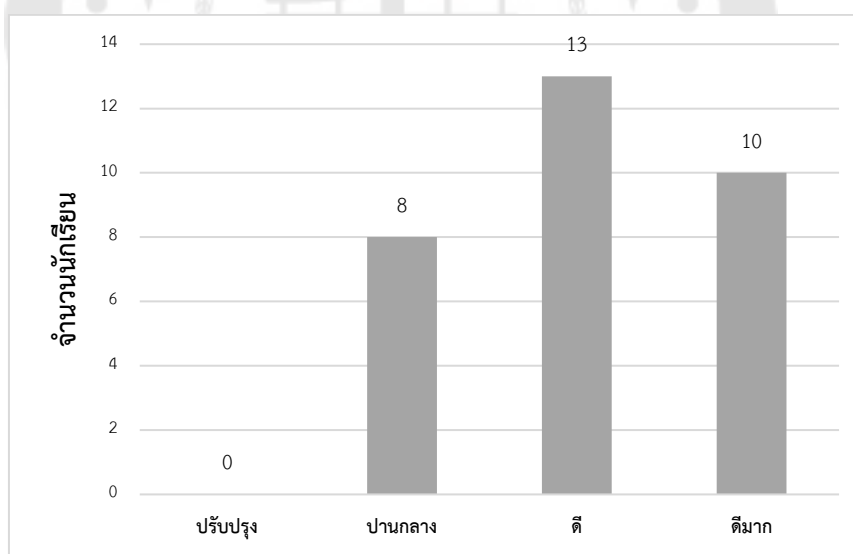
ตาราง 11 ช่วงคะแนนการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่ได้จากการประเมินทักษะหลังเรียน

การ	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม	คะแนนของนักเรียน			
			1 - 5	6 - 10	11 - 15	15 - 20
หลังเรียน	31	20	0	8	13	10

ตาราง 12 ตารางแสดงระดับการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่ได้จากการประเมินทักษะหลังเรียน

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	ระดับทักษะ			
		ปรับปรุง	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
		1 - 5	6 - 10	11 - 15	15 - 20
หลังเรียน	31	0	8	13	10

พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 31 คน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันนั้น เมื่อดำเนินการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ ได้ผลดังนี้ 1) ช่วงคะแนนทักษะ 1 – 5 คะแนน จำนวน 0 คน 2) ช่วงคะแนนทักษะ 6 - 10 คะแนน จำนวน 8 คน 3) ช่วงคะแนนทักษะ 11 - 15 คะแนน จำนวน 13 คน 4) ช่วงคะแนนทักษะ 11 - 15 คะแนน จำนวน 10 คน จากนั้นดำเนินการนำผลคะแนนมาเทียบกับมาตรฐานค่า 4 ระดับที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น พบว่านักเรียนที่มีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ใน 1) ระดับปรับปรุง จำนวน 0 คน 2) ระดับปานกลาง จำนวน 8 คน 3) ระดับดี จำนวน 13 คน 4) ระดับดีมาก 10 จำนวน คน ซึ่งแสดงดังภาพ



ภาพประกอบ 31 ระดับการประเมินทักษะหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน

จากภาพแสดงให้เห็นทราบถึงระดับทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่ประเมินหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน พบว่า เมื่อประเมินทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างทั้ง 31 คน มีระดับทักษะอยู่ในระดับ ต่าง ๆ ดังนี้ ระดับปรับปรุง

จำนวน 0 คน ระดับปานกลาง จำนวน 8 คน ระดับดี จำนวน 13 คน และระดับ ดีมาก จำนวน 10 คน ซึ่งพบว่ามึนักเรียนจำนวน 23 คน ที่มีระดับทักษะในระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 74.19 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Pre-Experimental Research) ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 กลุ่ม เพื่อพัฒนาจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันในการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปสาระสำคัญของงานวิจัยได้ ดังนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem สำหรับเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC บนระบบปฏิบัติการ iPadOS ที่มีประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้เรียนระดับดีขึ้นไป
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบมโนทัศน์ในวิชาเคมี เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem

สมมติฐานของงานวิจัย

1. แอปพลิเคชัน NomenChem สำหรับเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ iPadOS มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70% ของผู้เรียนมีคะแนนด้านมโนทัศน์หลังเรียนเป็น 65% ขึ้นไป และมีความพึงพอใจในระดับดีขึ้นไป
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนมโนทัศน์เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การนำแอปพลิเคชัน NomenChem ไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้

1. ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เริ่มต้นจาก

1.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งตรงกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี ดังนี้ 1. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน 2. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การเรียกชื่อของสารประกอบอินทรีย์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ประกอบการเลือกแอปพลิเคชันที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกหัวข้อที่จะทำการวิจัย คือ หัวข้อการเรียกชื่อของสารประกอบอินทรีย์

1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับค่านิยมทางพฤติกรรมของเจเนอเรชันแซด (Generation Z) เกิดระหว่างปีพ.ศ.2538 - 2552 เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้แอปพลิเคชันในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจากข้อมูลผู้วิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 จัดอยู่ในกลุ่มเจเนอเรชันแซด ซึ่งเป็นกลุ่มที่เกิดและเติบโตมาพร้อมกับสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ และสามารถเรียนรู้ได้เร็ว อีกทั้งยังนิยมการสื่อสารด้วยข้อความที่สั้นและเข้าใจง่าย ผ่านแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในสมาร์ตโฟน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหาแอปพลิเคชันในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

1.4 กำหนดรูปแบบของแอปพลิเคชันจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน

2. ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) รวม 9 คาบ (คาบเรียนละ 50 นาที) โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

3. สร้างแอปพลิเคชันการเรียกชื่อสารอินทรีย์ NomenChem ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ส่วนของเนื้อหาความรู้ เป็นส่วนเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหลักการเรียกชื่อสารอินทรีย์ ตามหลัก IUPAC ซึ่งประกอบด้วยการเรียกชื่อสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่ง

ประกอบไปด้วย แอลเคน แอลคีน และแอลโคไน์ การเรียกชื่อสารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วย แอลกอฮอล์ อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอมีน และเอไมด์

ส่วนที่ 2 ส่วนของตัวอย่าง เป็นส่วนแสดงตัวอย่างการเรียกชื่อสารอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ หลังจากผู้ใช้ได้ศึกษาเนื้อหาในหัวข้อที่เลือกเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ส่วนที่ 3 ส่วนของคำถามท้ายบทเรียน เป็นเกมการเรียกชื่อสารอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะเป็นกล่องข้อความให้ผู้ใช้งานลากลงมาใส่ในช่องที่ปรากฏขึ้นมาในแถบด้านล่าง

4. สร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ ซึ่งทำการสร้างแบบวัดโดยอ้างอิงมา จากแนวคิดของแบร์รี ริชมอนด์ (Barry Richmond) ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการสำคัญ 4 ขั้น คือ 1) การระบุประเด็นปัญหา เป็นการระบุประเด็นปัญหาว่าเป็นปัญหาในด้านใด ประเภทใด และส่งผลอย่างไร โดยการคิดแบบองค์จากภาพปัญหาหรือเรื่องราว และสถานการณ์ต่าง ๆ แบบเชื่อมโยงกัน 2) ขั้นการระบุสาเหตุของปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลของปัญหาทั้งหมดที่ได้ นำมาวิเคราะห์และระบุตัวแปรต่าง ๆ 3) การทดสอบสมมติฐาน/วิธีการแก้ไขปัญหา หรือ การพิจารณาเลือกทางออกที่เป็นไปได้ โดยกำหนดวิธีการไว้หลากหลายวิธีการ ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหามีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันจากระบบย่อย ไปสู่ระบบใหญ่ 4) ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไขปัญหา เป็นการนำวิธีการแก้ไขปัญหามาแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกัน จากนั้นพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมระหว่างวิธีการแก้ไขปัญหากับปัญหา ซึ่งจะสามารถทำให้ได้วิธีการแก้ไขปัญหานั้นที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด โดยแบบวัดประกอบด้วยจำนวนข้อทั้งหมด 5 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยกระบวนการคิดเชิงระบบ 4 ขั้น ขั้นละ 1 ข้อ รวม 20 ข้อ ซึ่งรูปแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบผู้วิจัย กำหนดการให้คะแนนแบบรูปิกจำนวน 4 ระดับ

5. ประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี 2 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.33 – 1.00 จากนั้นนำแบบวัดปรับปรุงตามคำแนะนำที่ได้รับ จากผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6. นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ ที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 คนซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษากรุงเทพมหานครเขต 2 เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ พบว่า ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.41 – 0.64 และมีอำนาจจำแนกระหว่าง 0.30 – 0.61

7. นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบวัดทักษะทั้งฉบับ ด้วยการคำนวณสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

ตอนที่ 2 ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์

1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันในการจัดการเรียนรู้เรื่อง เคมีอินทรีย์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมขนาดกลางแห่งหนึ่ง ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 31 คน โดยดำเนินการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ จำนวน 2 คาบเรียน

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC โดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียกชื่อสารเคมี ใช้เวลา 9 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

3. ประเมินทักษะหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ และแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ประเมินและมาตรฐานค่าที่ผู้วิจัยได้ พัฒนาขึ้นจากแนวคิดจากคิดเชิงระบบจากแนวคิดของแบร์รี่ ริชมอนด์ (Barry Richmond) จำนวนทั้งหมด 5 ข้อ ใช้เวลา 2 คาบเรียน

4. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดมโนทัศน์ มาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ และนำผลคะแนนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์นักเรียนร้อยละ 70 มีมโนทัศน์หลังเรียนร้อยละ 65 ขึ้นไป (คิดเป็น 26 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน) ซึ่งหมายถึงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คนขึ้นไป จากทั้งหมด 31 คน มีคะแนนมโนทัศน์หลังเรียน 26 คะแนนขึ้นไป พบว่า มีนักเรียนจำนวน 24 คน มีคะแนนสูงกว่า 26 คะแนนขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 77.42 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากใช้แอปพลิเคชัน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. วิเคราะห์คะแนนทักษะการคิดเชิงระบบ ก่อนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent sample พบว่า คะแนนเฉลี่ยของทักษะการคิดอย่างมีเป็นระบบก่อนเรียนเท่ากับ 8.60 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.31 และคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนเท่ากับ 12.83 และค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยเท่ากับ 9.94 เมื่อทดสอบสถิติ t-test ได้เท่ากับ

-13.97 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาศึกษาผลของการใช้แอปพลิเคชันสำหรับจัดการเรียนรู้เรื่องเคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การใช้แอปพลิเคชัน NomenChem ในการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ iPadOS มีประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 77.42 เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพร้อยละ 70 ของผู้เรียนมีคะแนนด้านมนทัศน์หลังเรียนเป็นร้อยละ 65 ขึ้นไป และมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีมนทัศน์เรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ ดังนี้

1. การใช้แอปพลิเคชัน NomenChem ในการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ส่งผลให้นักเรียนร้อยละ 77.42 เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพร้อยละ 70 ของผู้เรียนมีคะแนนด้านมนทัศน์หลังเรียนเป็นร้อยละ 65 ขึ้นไป และมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจาก

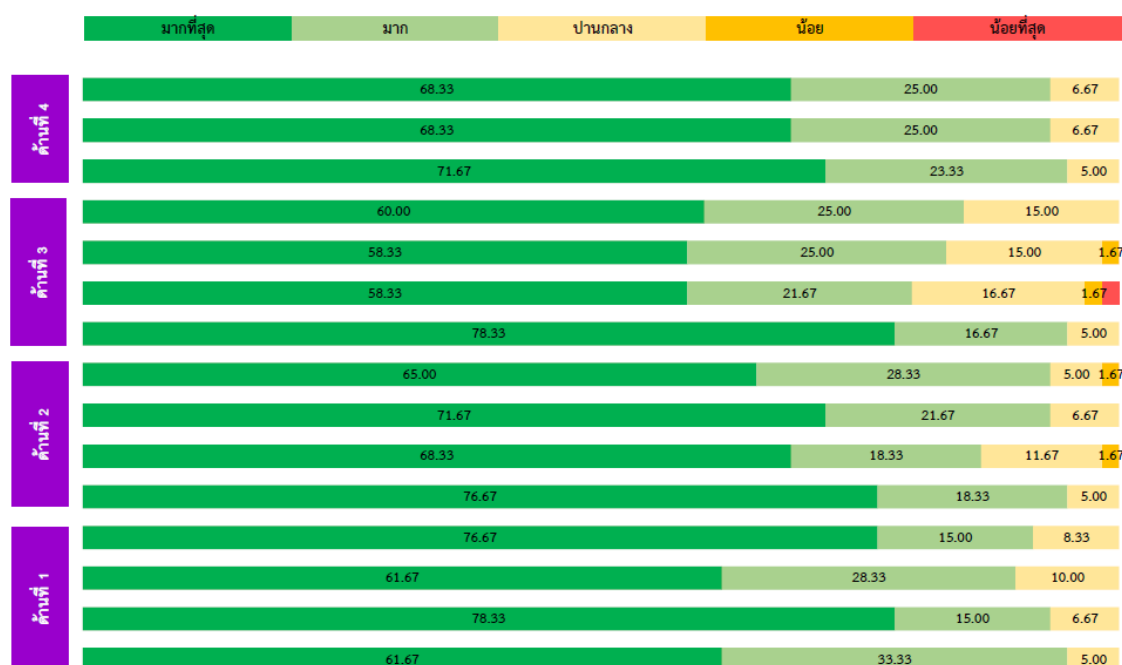
จากการศึกษา และวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี เรื่องการเขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC มีการเปลี่ยนแปลงระบบการเรียกชื่อสารอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ คือ กลุ่มสารประกอบไฮโดรคาร์บอน คือ 1) แอลเคน 2) แอลคีน 3) แอลไคน์ เป็นกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงการเรียกชื่อจากเดิม คือ จากเดิมให้เรียกชื่อตำแหน่งของพันธะคู่ หรือพันธะสามก่อน เปลี่ยนมาเป็น เรียก

ตำแหน่งของพันธะคู่ หรือสาม ก่อนคำลงท้าย กลุ่มที่มีหมู่ฟังก์ชันที่ประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 4) แอลกอฮอล์ จากเดิมให้เรียกชื่อตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ก่อนการเรียกสายโซ่หลัก เปลี่ยนมาเป็น เรียกตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ก่อนคำลงท้าย 5) อีเทอร์ จากเดิมให้เรียก ส่วนของค่านำหน้าเป็นหมู่แทนที่โดยเปลี่ยนคำลงท้ายเป็น -yl และลงท้ายด้วยคำว่า ether เปลี่ยนเป็นเรียกส่วนของค่านำหน้าเป็น -oxy และเปลี่ยนคำลงท้ายของโซ่หลักให้อ่านเหมือนแอลเคน -ane 6) แอลดีไฮด์ เรียกชื่อเหมือนแอลเคนโดยตัด e ในคำลงท้าย -ane ออก แล้วเติม -al แทน 7) คีโตน จากเดิมให้เรียกชื่อตำแหน่งของหมู่คาร์บอนิล (-CO) ก่อนเรียกสายโซ่หลัก เปลี่ยนมาเป็นเรียกตำแหน่งของหมู่คาร์บอนิล (-CO) ก่อนคำลงท้าย 8) กรดคาร์บอกซิลิก เรียกชื่อเหมือนแอลเคนโดยตัด e ในคำลงท้าย -ane ออก แล้วเติม -oic acid แทน 9) เอสเทอร์ เรียกชื่อส่วนที่มา จากแอลกอฮอล์ก่อนโดยเปลี่ยนคำลงท้ายเป็น -yl และตามด้วยส่วนที่มาจากกรดคาร์บอกซิลิก โดยเปลี่ยนเสียงคำลงท้าย โดยตัด -oic acid ออก แล้วเติม -oate แทน กลุ่มที่มีหมู่ฟังก์ชัน ประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน 10) เอมีน จากเดิมให้เรียกชื่อตำแหน่งของหมู่อะมิโน (-NH₂) ก่อนการเรียกสายโซ่หลัก เปลี่ยนมาเป็น เรียกตำแหน่งของหมู่อะมิโน (-NH₂) ก่อนคำลงท้าย 11) เอไมด์ เรียกชื่อเหมือนแอลเคนโดยตัด e ในคำลงท้าย -ane ออก แล้วเติม -amide แทน ซึ่งเมื่อผู้วิจัย ดำเนินการค้นหาแอปพลิเคชันจากแหล่งสำหรับดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน พบว่า แอปพลิเคชัน ทั้งหมดยังคงสอนการเรียกชื่อสารอินทรีย์ในแบบเก่าอยู่ และยังไม่พบแอปพลิเคชันใดที่อัปเดต ข้อมูลการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC แบบใหม่

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยพัฒนาแอปพลิเคชัน NomenChem ซึ่งเป็น แอปพลิเคชันสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ขึ้นใหม่ โดยทำการปรับปรุงเนื้อหาให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ทำให้นักเรียนสามารถดาวน์โหลดและเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ตลอดเวลาที่ต้องการ เกิดความชำนาญ และสามารถเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ได้ อย่างถูกต้อง

จากผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem ในการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC โดยภาพรวมความพึงพอใจ อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ซึ่งเมื่อพิจารณาความพึงพอใจของ นักเรียนหลังจากการใช้แอปพลิเคชันพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในแต่ละด้านสูงสุด ดังนี้ ด้าน ที่ 1 ด้านการออกแบบ นักเรียนมีความพึงพอใจในข้อความ และรูปภาพของข้อคำถาม ในระดับ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ด้านที่ 2 ด้านเนื้อหา นักเรียนมีความพึงพอใจในความสอดคล้อง

ของเกมทำยบทเรียนกับเนื้อ ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ด้านที่ 3 ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน นักเรียนมีความพึงพอใจในแอปพลิเคชันที่สามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 และด้านที่ 4 ด้านผลที่เกิดขึ้น นักเรียนมีความพึงพอใจในแอปพลิเคชันที่สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถทบทวนเนื้อหาเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ได้ ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 เนื่องจากผู้วิจัยทำการศึกษาลักษณะสร้างแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ รวมถึงความเหมาะสมของเนื้อหา ขนาดของตัวอักษร สีของตัวอักษร พื้นหลัง และข้อความทำยบทเรียน ทำให้การคัดเลือกแอปพลิเคชันมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจและสามารถทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 32 ผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่ตอบแบบสอบถาม

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนในทัศนเรื่อง การเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก

ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem ในการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC พบว่า มโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนมโนทัศน์ของผู้เรียน หลังเรียน ($M = 31.38$, $S.D. = 7.53$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M = 14.97$, $S.D. = 4.18$) เนื่องจากการใช้แอปพลิเคชันในการจัดการเรียนรู้เป็นสื่อนวัตกรรมที่ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน

ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา อีกทั้งภายในแอปพลิเคชันมีส่วนของเกมทำแบบทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน อีกทั้งจากการสำรวจแอปพลิเคชันที่ใช้ในการจัดการเรียนเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ยังไม่มีแอปพลิเคชันใดที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน NomenChem มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก

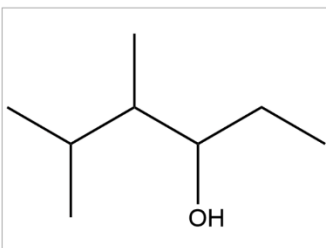
แอปพลิเคชัน NomenChem มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ คือ มีนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน จำนวน 23 คน ตรงกับร้อยละ 76.67 มีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับดีขึ้นไป ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ที่ร้อยละ 70 มีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับดีขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เป็นผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน NomenChem สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ซึ่งเป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดตามขั้นตอนอย่างเป็นกระบวนการในการเรียกชื่อสารอินทรีย์ ที่มีระบบของการเรียกชื่อสารที่แตกต่างกันออกไป ดังภาพประกอบ

แบบทดสอบ : แอลกอฮอล์

ข้อ 5/5 Score : 8

คำนำหน้า

หมู่แอลคิล	ตำแหน่ง
	1
ethyl	2
propyl	3
buthyl	4
pentyl	5
คำนำหน้า	6
di	-
tri	
tetra	
.	



ชื่อของสารประกอบอินทรีย์จากสูตรโครงสร้าง คือ

ใช้หลัก	คำลงท้าย
methan-	-ane
ethan-	-ene
propan-	-yne
butan-	
pentan-	-oic acid
	-oate
heptan-	-amine
octan-	-amide
nonan-	-oxy
decan-	-al
	-one

4 , 5 - di methyl
hexan- 3 -ol

ยืนยันคะแนน

ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างเกมการเรียกชื่อสารอินทรีย์ในแต่ละประเภท

จากภาพตัวอย่างที่ 15 พบว่าเกมการเรียกชื่อสารอินทรีย์จะเป็นลักษณะที่ผู้ใช้งานต้องทำการลากบล็อกที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ คำนำหน้า โซ่หลัก และคำลงท้าย ซึ่งเมื่อพิจารณาพบว่าขั้นตอนการเรียกชื่อสารอินทรีย์มีความสอดคล้องกับรูปแบบการคิดเชิงระบบ ดังนี้

- 1) การจำแนกประเภทของสารอินทรีย์ ผู้เรียนต้องพิจารณาหมู่ฟังก์ชันจากโครงสร้างเพื่อระบุประเภทของสาร ซึ่งสอดคล้องกับการคิดเชิงระบบในขั้นที่ 1 คือ การระบุประเด็นปัญหา
- 2) เมื่อทราบประเภทของสารจากหมู่ฟังก์ชันแล้ว ผู้เรียนจะสามารถเลือกบล็อกที่เป็นสีเขียวที่เป็นส่วนของคำลงท้ายที่สอดคล้องกับประเภทของสาร มาเติมลงในช่องว่างสำหรับใส่คำตอบด้านล่างได้ ซึ่งสอดคล้องกับการคิดเชิงระบบในขั้นที่ 2 ขั้นการระบุสาเหตุของปัญหา
- 3) ผู้เรียนดำเนินการพิจารณาเลือกบล็อกสายโซ่หลักจากสูตรโครงสร้างที่ปรากฏ และดำเนินการพิจารณาเลือกบล็อกคำนำหน้าเมื่อได้สายโซ่หลักที่ถูกต้องแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับการคิดเชิงระบบขั้นที่ 3 การทดสอบสมมติฐาน/วิธีการแก้ไขปัญหา
- 4) นำบล็อกแต่ละส่วนเติมลงในช่องว่างสำหรับใส่คำตอบให้สมบูรณ์ เมื่อใส่บล็อกครบทุกช่องแล้วกดส่งคำตอบ แอปพลิเคชันจะตรวจสอบความถูกต้อง และแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าช่องใดไม่ถูกต้อง โดยจะแสดงเป็นกรอบสีแดง ซึ่งสอดคล้องกับการคิดอย่างดัดเป็นระบบในขั้นที่ 4 ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไขปัญหา

จากข้อมูลข้างต้น จึงเป็นเหตุผลสอดคล้องกับผลการวิจัย คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน NomenChem มีทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ข้อจำกัด

1. แอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในระบบปฏิบัติการ iPadOS เท่านั้นทำให้นักเรียนบางคนที่ไม่มีอุปกรณ์ไม่สามารถทบทวนบทเรียนนอกเวลาตามที่ต้องการได้
2. เนื่องจากจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมกลุ่มส่งผลให้ผู้เรียนบางคนสนใจในเนื้อหาน้อยลง หรือได้รับความเข้าใจในเนื้อหาไม่เต็มที่เนื่องจากต้องสลับกับเพื่อนนักเรียนคนอื่นใช้อุปกรณ์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ศึกษารายการใช้งานแอปพลิเคชันให้เกิดความชำนาญ และสอนนักเรียนใช้งานก่อนเริ่มนำไปใช้งานจริงในชั่วโมงเรียน ซึ่งครูผู้สอนอาจนัดหมายนักเรียนทดสอบการใช้แอปพลิเคชันก่อน

2. เน้นย้ำนักเรียนให้จำชื่อผู้ใช้งานให้ได้เนื่องจากการลงชื่อเข้าใช้งานจะบันทึกสถิติข้อมูลไว้เสมอ

3. เนื่องจากเป็นกิจกรรมกลุ่มครูผู้สอนควรเดินดูนักเรียนระหว่างที่นักเรียนใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมเพื่อไม่ให้นักเรียนใช้งานแอปพลิเคชันอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันในการเรียนครั้งนี้

4. สำหรับห้องเรียนที่ข้อจำกัดด้านอุปกรณ์แท็บเล็ต อาจปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทั้งห้องเรียนช่วยกันคิดหาคำตอบ ซึ่งสามารถใช้แท็บเล็ตของครูเพียงอุปกรณ์เดียวได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งถัดไป

1. ควรดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันให้ครอบคลุมทั้งในระบบปฏิบัติการ iOS และ Android โดยสามารถใช้ในทั้งในอุปกรณ์แท็บเล็ต และโทรศัพท์สมาร์ทโฟน

2. อาจมีการปรับรูปแบบของกิจกรรมที่สามารถนำแอปพลิเคชันไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะได้อย่างต่อเนื่อง

3. ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาเรียน

บรรณานุกรม

- Behrens Peter. (1996). The Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal and Academic Performance of Diploma School Students. *Journal of Nursing Education*, 35(1), 34-36.
- Carter V Good, Winifred R Merkel, & Phi Delta Kappa. (1973). *Dictionary of education* (3). New York McGraw-Hill.
- da Silva Júnior, J. N., Santos de Lima, P. R., Sousa Lima, M. A., Monteiro, Á. C., Silva de Sousa, U., Melo Leite Júnior, A. J., . . . Monteiro, A. J. (2020). Time Bomb Game: Design, Implementation, and Evaluation of a Fun and Challenging Game Reviewing the Structural Theory of Organic Compounds. *Journal of Chemical Education*, 97(2), 565-570. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00571>
- David R. Krathwohl. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. Retrieved from <https://motamem.org/wp-content/uploads/2017/10/bloom-revised-taxonomy.pdf>
- Michael Goodman, a. R. K. (1995). six steps to thinking systemically. Retrieved from https://www.appliedsystemsthinking.com/supporting_documents/PracticeSixSteps.pdf
- Von Colln-Appling Christina, & Giuliano Danielle. (2017). A concept analysis of critical thinking: A guide for nurse educators. *Nurse Education Today*, 49, 106-109.
- Wynnsoft. (2561). MOBILE APPLICATION แบ่งได้กี่ประเภท. สืบค้นจาก <https://www.wynnsoft-solution.com/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1/What-are-the-different-types-of-applications>
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). การคิดเชิงประยุกต์. กรุงเทพฯ: ชัดเชส มีเดีย.
- แสงรุ่ง พูลสุวรรณ. (2555). การพัฒนาหลักสูตรบรรณานุกรมเพื่อเสริมสร้างความรู้และความสามารถในการตรวจหนังสือเรียนอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของเอนนิส. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ปีที่ 15, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2556), หน้า 17-23.

ไชแสง วิภาโตทัย. (2552). การคิดเชิงระบบและการคิดเชิงสร้างสรรค์. สืบค้นจาก

http://kmcenter.rid.go.th/kcitic/2011/index.php?option=com_content&view=article&id=270:2010-10-13-07-00-03&catid=9:2009-08-21-10-16-04

ไพบุลย์ บุญพจนเวชกิจ, & กานต์สินี คาวิรัตน์. (2561). การใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี. (ปริญญาณิพนธ์ปริญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/download/241101/165432/>

กฤษฎา สร้อยमुख. (2547). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. In: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กัญญาณี ไบเนียม. (2558). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการศึกษาเรื่องตารางธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาณิพนธ์ (กศ.ม. (เคมี) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2558.

http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Chem/Kanyanee_B.pdf

http://ils.swu.ac.th:8991/F?func=service&doc_library=SWU01&local_base=SWU01&doc_number=000399664&sequence=000001&line_number=0001&func_code=DB_REC_ORDS&service_type=MEDIA

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.

ทิตนา แชมมณี. (2550). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ (7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตนา แชมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญญา คงทน. (2559). การพัฒนาแนวคิดเรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 7, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มิ.ย. 2559), หน้า 62-76.

นพคุณ นิตามณี. (2548). การคิดเชิงระบบ. พัฒนาเทคนิคศึกษา ปีที่ 17, ฉบับที่ 55 (ก.ค.-ก.ย. 2548), หน้า 36-42.

นภาพรณ์ ยอดสิน. (2552). การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมแบบร่วมมือบนเว็บ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเป็นระบบครบวงจร สำหรับนักเทคโนโลยีการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ. In:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทิตา ชันทอง, เอกสิทธิ์ เทียมแก้ว, & สัญญา เครือหงษ์. (2563, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบเคมี.

Journal of Applied Informatics and Technology, 2(2), 1 - 13. สืบค้นจาก

<https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/241101/165432>

นิยม กิমানุวัฒน์. (2559). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีที่ 27, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-เม.ย. 2559), หน้า 61-73.

บรรจง อมรชีวิน. (2556). การคิดอย่างมีวิจารณญาณ : *Critical thinking* : หลักการพัฒนาการคิดอย่างมีตรรกะ เหตุผล และดุลยพินิจ. นนทบุรี: อมรินทร์ บুক เซ็นเตอร์ ผู้จัดจำหน่าย.

ปฎิวัติ ศรีทิพย์ศักดิ์. (2560). แนวปฏิบัติในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และแนวคิดเรื่องสารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 8, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มิ.ย. 2560), หน้า 123-140.

ปิยนาด ประยูร. (2548). วิธีคิดกระบวนการระบบ = *System thinking*. กรุงเทพฯ: โครงการเสริมสร้างการเรียนรู้เพื่อชุมชนเป็นสุข สรส.

พิสิฐ ตั้งพรประเสริฐ. (2561). ศูนย์ยะและการออกแบบเกมมิฟิเคชัน สำหรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวรอบ เกาะกรุงรัตนโกสินทร์. *Veridian e-Journal* ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ และฉบับ *International Humanities, Social Sciences and arts*.

พิสิฐ ตั้งพรประเสริฐ. (2563). M-Learning : บทบาทใหม่การเรียนรู้การสอนต้นคริสต์ศตวรรษที่ 21.

มกราพันธุ์ จุฑะรสก. (2551). กาคิดเชิงระบบ: การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน (*Systems Thinking : Teaching Application*) (พ. 2 Ed.). กรุงเทพฯ: โครงการสวัสดิการวิชาการ สถาบันพระบรมราชชนก.

มกราพันธุ์ จุฑะรสก. (2562). การพัฒนาการคิดเชิงระบบเชิงสร้างสรรค์ : การสะท้อนคิดด้วยเทคนิคตะกร้า 3 ใบ. วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, 9(2), 203-222. สืบค้นจาก

<https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jrcd/article/view/216950>

มณีนิด อافر, นิรมล คุณอนันท์, & ไตพิทักษ์ กฤตยากาญจน์. (2016). การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน เรื่องระบบเลขฐาน วิชาคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร

วิชาที่พื้้นที่ 2 สาขาคอมพิวเตอรืรุกริจ. *Journal of Faculty of Education*
Pibulsongkram Rajabhat University.

มนตรี แต้มกลิจกร. (2546). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบของนิสิต
ระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา. ปริญญาานิพนธ์ (กศ.ด. (การวิจัยและ
พัฒนาหลักสูตร))--มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.

<http://thesis.swu.ac.th/swudis/Cur Re Dev/Montree Y.pdf>

http://ils.swu.ac.th:8991/F?func=service&doc_library=SWU01&local_base=SWU01&doc_number=000070622&sequence=000001&line_number=0001&func_code=DB_REC ORDS&service_type=MEDIA

มังกร ทองสุชาติ. (2523). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำรา
และเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู.

เย็น ภู่วรรณ, และ สมชาย นา ประเสริฐชัย. (2546). ไอซีทีเพื่อการศึกษา (2). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด
ยูเคชั่น.

ล้วน สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

วงศ์สินอุด พรทิพย์, & อรรถวุฒิกุล ศิวินิต. (2016). การพัฒนาแอปพลิเคชันบทเรียนบนคอมพิวเตอร์
พกพา ร่วมกับการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดเพชรบุรี. *Veridian e-Journal* ฉบับภาษาไทย สาขา
มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ และฉบับ *International Humanities, Social
Sciences and arts.*

วรรณรัตน์ ใจชื้อกุล. (2547). การพัฒนารูปแบบการควบคุมคุณภาพการแปลงหลักสูตรไปสู่การสอน
ของหลักสูตรพยาบาลศาสตร์บัณฑิต วิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก. ปริญญาานิพนธ์ (กศ.ด.
(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.

<http://thesis.swu.ac.th/swudis/Cur Re Dev/Wanarat C.pdf>

http://ils.swu.ac.th:8991/F?func=service&doc_library=SWU01&local_base=SWU01&doc_number=000076999&sequence=000001&line_number=0001&func_code=DB_REC ORDS&service_type=MEDIA

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : ตามหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

- วิภาพร แก้วขวัญ, & วลัยยา ธรรมอภิบาล อินทนิล. (2560). การสร้างแบบวัดการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
 การศึกษาประถมศึกษาสงขลา เขต 3. วารสาร AL-NUR บัณฑิตวิทยาลัย, 12(22), 47 - 58.
 สืบค้นจาก [https://www.tci-
 thaijo.org/index.php/NUR_YIU/article/download/62684/86869/](https://www.tci-thaijo.org/index.php/NUR_YIU/article/download/62684/86869/)
- ศิวินิต อรรถกฤตนิกุล. (2554). การแบ่งปันความรู้ผ่านการสื่อสารด้วยเว็บล็อกเพื่อส่งเสริมความคิด
 สร้างสรรค์ในการผลิตสื่อการศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่ 9,
 ฉบับที่ 2 (พ.ย. 2554-มี.ค. 2555), หน้า 47-58.
- สโนชิน รัตยาธาร. (2550). Systems thinking. Retrieved form <http://learners.in.th/blog/rsarochin>
 สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น
 พื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สืบค้นจาก [http://skn-
 peo.go.th/home/datas/file/1562129481.pdf](http://skn-peo.go.th/home/datas/file/1562129481.pdf)
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). สมรรถนะการอยู่ในสังคมโลก (Global Competence)
 ใน PISA 2018. สืบค้นจาก
[https://library.ipst.ac.th/bitstream/handle/ipst/6100/26Focus_in_PISA_Vol.26.pdf?se-
 quence=1&isAllowed=y](https://library.ipst.ac.th/bitstream/handle/ipst/6100/26Focus_in_PISA_Vol.26.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). ผลการประเมินสมรรถนะการอยู่ในสังคมโลก.
 สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-15/>
- สาโรตม์ ศิโรตมานนท์. (2549). คู่มืออินเทอร์เน็ตกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ : เกมประกอบการเรียน
 การสอน. สืบค้นจาก <http://mathkrukao.wordpress.com/>
- สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน. (2555). คู่มืออบรมปฏิบัติการบูรณาการใช้คอมพิวเตอร์พกพา
 (Tablet) เพื่อยกระดับการเรียนการสอน. สืบค้นจาก
[https://www.scribd.com/doc/239685699/%E0%B8%84%E0%B8%B9-
 %E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B8%8F%E0%B8%B4%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3-
 %E0%B8%9A%E0%B8%B9%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A-](https://www.scribd.com/doc/239685699/%E0%B8%84%E0%B8%B9-%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B8%8F%E0%B8%B4%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3-%E0%B8%9A%E0%B8%B9%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A-)

[%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%9E%E0%B8%B4%E0%B8%A7%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3-%E0%B8%9E%E0%B8%81%E0%B8%9E%E0%B8%B2-Tablet-%E0%B9%80%E0%B8%9E%E0%B8%B7-%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%94%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%AD%E0%B8%99](#)

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2559). เทคนิค วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อขับเคลื่อน
จุดเน้นการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนด้านการคิดขั้นสูง. สืบค้นจาก

http://www.visut.ac.th/vs_Media/%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%20%E0%B9%80%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%82%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%B8%E0%B8%94%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%92%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%93%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B8%9C%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99/aw_560%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B8%82%E0%B8%B1%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%AA%E0%B8%B9%E0%B8%87%E0%B8%AA%E0%B8%B5.pdf

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2554). วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน.

กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติดา พลาชัยภิมยศิลป์. (2554). การใช้ single sing-on ในองค์กร. นักบริหาร ปีที่ 31, ฉบับที่ 3

(ก.ค.-ก.ย. 2554), หน้า 171-175.

สุวิมล เขียวแก้ว. (2540). มาช่วยกันสร้างรอยยิ้มในห้องเรียนวิทยาศาสตร์. สสวท. ปีที่ 25, ฉบับที่ 97 (เม.ย.-มิ.ย. 2540), หน้า 18-19.

หนึ่งนุช กาฬภักดี. (2543). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.

http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sec_Ed/Nungnuch_K.pdf

http://ils.swu.ac.th:8991/F?func=service&doc_library=SWU01&local_base=SWU01&doc_number=000035074&sequence=000001&line_number=0001&func_code=DB_REC ORDS&service_type=MEDIA

อรดา แซ่ไคว้ว. (2558). เว็บแอปพลิเคชันการจัดการความรู้ ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี. สืบค้นจาก

<http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3159/1/RMUTT-152409.pdf>

อรอุมา รุ่งเรืองวณิชกุล. (2552). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการคิดเชิงระบบของนิสิตปริญญาตรีหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2552.

http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_Re_Sta/Onuma_R.pdf

http://ils.swu.ac.th:8991/F?func=service&doc_library=SWU01&local_base=SWU01&doc_number=000292198&sequence=000001&line_number=0001&func_code=DB_REC ORDS&service_type=MEDIA

อึ้งวรากร สุวณิ. (2015). ครู: อกวิวัฒน์การเรียนรู้สู่คุณภาพการศึกษาในศตวรรษที่ 21. วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือสำหรับใช้ในงานวิจัย

ด้านเคมี

ดร.รัชฎาภรณ์ พิณทอง ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ดร.กุลวดี ดลโสภณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ด้านเนื้อหา

นางสาวชนกชนม์ วิภูษิตวรกุล ครูชำนาญการ สาขาเคมี โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
สุวรรณภูมิ





ภาคผนวก ข

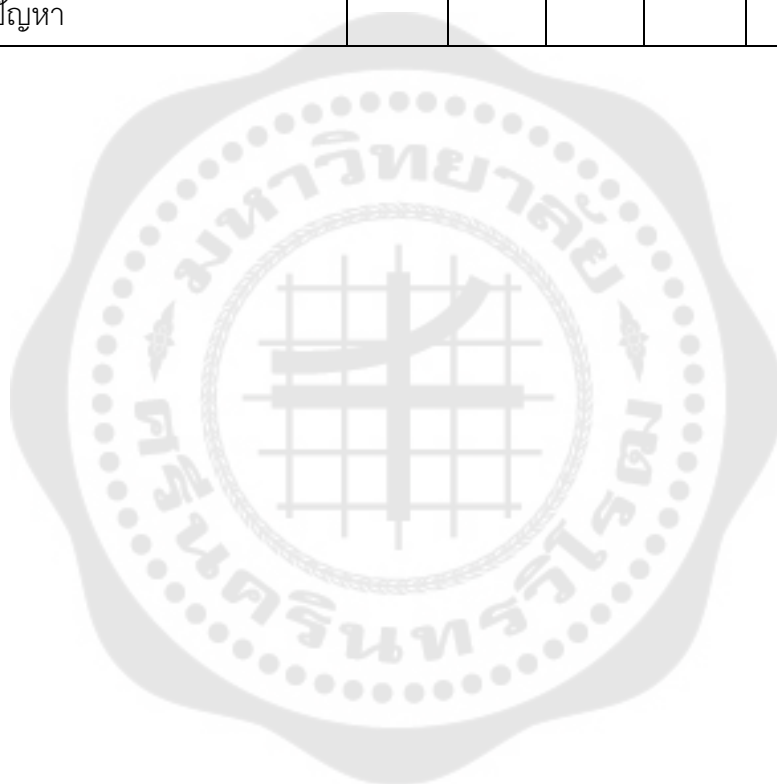
ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและผลการหาประสิทธิภาพ

ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และผลการหาประสิทธิภาพ

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ

ข้อ ที่	วิธีการคิดอย่างเป็นระบบใน การเรียกข้อสารอินทรีย์	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การ พิจารณา
		1	2	3			
1	การระบุประเด็นปัญหา	-1	+1	+1	1	0.33	ปรับปรุง
	การระบุสาเหตุของปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	การทดสอบสมมติฐาน/วิธีการ แก้ไขปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไข ปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
2	การระบุประเด็นปัญหา	-1	+1	+1	1	0.33	ปรับปรุง
	การระบุสาเหตุของปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	การทดสอบสมมติฐาน/วิธีการ แก้ไขปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไข ปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
3	การระบุประเด็นปัญหา	-1	+1	+1	1	0.33	ปรับปรุง
	การระบุสาเหตุของปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	การทดสอบสมมติฐาน/วิธีการ แก้ไขปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไข ปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
4	การระบุประเด็นปัญหา	-1	+1	+1	1	0.33	ปรับปรุง
	การระบุสาเหตุของปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	การทดสอบสมมติฐาน/วิธีการ แก้ไขปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไข ปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้

ข้อ ที่	วิธีการคิดอย่างเป็นระบบใน การเรียกชื่อสารอินทรีย์	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การ พิจารณา
		1	2	3			
5	การระบุประเด็นปัญหา	-1	+1	+1	1	0.33	ปรับปรุง
	การระบุสาเหตุของปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	การทดสอบสมมติฐาน/วิธีการ แก้ไขปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไข ปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้



ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ

วิธีการคิดเชิงระบบในการเรียกชื่อสารอินทรีย์	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา
1. การระบุประเด็นปัญหา	0.6145	0.4410	ใช้ได้
2. การระบุสาเหตุของปัญหา	0.6450	0.4300	ใช้ได้
3. การทดสอบสมมติฐาน/ วิธีการแก้ไขปัญหา	0.6233	0.2100	ใช้ได้
4. ปฏิบัติการ/ดำเนินการแก้ไขปัญหา	0.7225	0.3550	ใช้ได้

ผลคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบจากการทำแบบวัดทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับการคิดอย่างเป็นระบบ
1	10	15.25	ดีมาก
2	10.25	14.5	ดี
3	10.25	15.5	ดีมาก
4	9.75	11.25	ดี
5	10	14.5	ดี
6	10	15.25	ดีมาก
7	8.75	12.5	ดี
8	11.25	17.75	ดีมาก
9	5.5	8.75	ปานกลาง
10	8.75	15.5	ดีมาก
11	7.5	11.25	ดี
12	10	14.5	ดี
13	5.5	9.75	ปานกลาง
14	13.75	16.25	ดีมาก
15	13.75	16.25	ดีมาก
16	10	14.5	ดี
17	8.75	14.5	ดี
18	6.25	12.5	ดี
19	4.25	7.5	ปานกลาง
20	6.25	8.5	ปานกลาง
21	7.5	8.5	ปานกลาง
22	3.75	7.5	ปานกลาง
23	5	8.75	ปานกลาง
24	3.75	12.5	ดี
25	7.5	11.5	ดี
26	10	11.5	ดี

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับการคิดอย่างเป็นระบบ
27	5	9	ปานกลาง
28	7.5	12	ดี
29	10	16.5	ดีมาก
30	12.5	16.25	ดีมาก
31	13.75	17.75	ดีมาก



ตารางแสดงผลต่างของคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลต่างก่อน-หลัง
1	10	15.25	5.25
2	10.25	14.5	4.25
3	10.25	15.5	5.25
4	9.75	11.25	1.5
5	10	14.5	4.5
6	10	15.25	5.25
7	8.75	12.5	3.75
8	11.25	17.75	6.5
9	5.5	8.75	3.25
10	8.75	15.5	6.75
11	7.5	11.25	3.75
12	10	14.5	4.5
13	5.5	9.75	4.25
14	13.75	16.25	2.5
15	13.75	16.25	2.5
16	10	14.5	4.5
17	8.75	14.5	5.75
18	6.25	12.5	6.25
19	4.25	7.5	3.25
20	6.25	8.5	2.25
21	7.5	8.5	1
22	3.75	7.5	3.75
23	5	8.75	3.75
24	3.75	12.5	8.75
25	7.5	11.5	4
26	10	11.5	1.5

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลต่างก่อน-หลัง
27	5	9	4
28	7.5	12	4.5
29	10	16.5	6.5
30	12.5	16.25	3.75
31	13.75	17.75	4
			$\Sigma D = 131.25$



ผลคะแนนโมทศน์ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนเฉลี่ย
1	17	23
2	19	40
3	6	14
4	16	37
5	6	36
6	12	32
7	9	16
8	12	19
9	18	38
10	14	38
11	11	16
12	13	36
13	13	28
14	26	40
15	14	33
16	15	31
17	12	33
18	18	29
19	15	26
20	18	40
21	16	31
22	19	38
23	13	35
24	19	38
25	14	34
26	13	22

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนเฉลี่ย
27	20	34
28	14	36
29	15	38
30	21	30
31	16	32

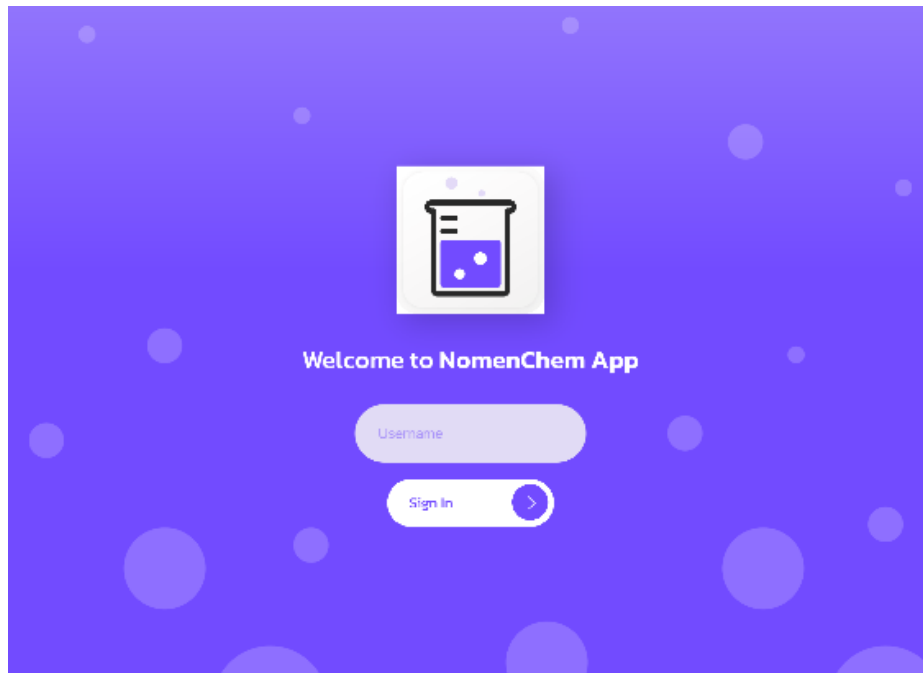




ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



เลือกประเภทของสารประกอบอินทรีย์ที่ต้องการ Test

แอลเคน Alkane	แอลกอฮอล์ Alcohol	อีเทอร์ Ether
แอลคีน Alkene	แอลดีไฮด์ Aldehyde	คีโตน Ketone
แอลไคน์ Alkyne	กรดคาร์บอกซิลิก Carboxylic Acid	เอสเทอร์ Ester
เอมีน Amine	เอไมด์ Amide	

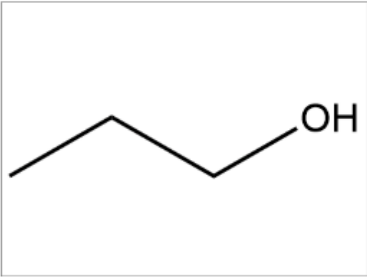
< reset

แบบทดสอบ : แอลกอฮอล์

ข้อ 1/5 Score : 0

คำนำหน้า

หมู่แอลคิล	ตำแหน่ง
methyl	1
ethyl	2
propyl	3
buthyl	4
pentyl	5
คำนำหน้า	6
di	-
tri	
tetra	
.	



ชื่อของสารประกอบอินทรีย์จากสูตรโครงสร้าง คือ

propan- 1 -ol

Submit

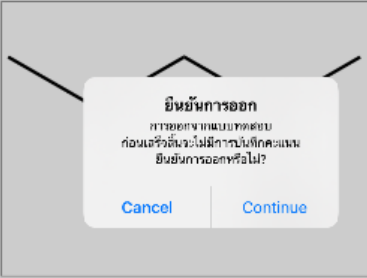
< reset

แบบทดสอบ : แอลกอฮอล์

ข้อ 2/5 Score : 0

คำนำหน้า

หมู่แอลคิล	ตำแหน่ง
methyl	1
ethyl	2
propyl	3
buthyl	4
pentyl	5
คำนำหน้า	6
di	-
tri	
tetra	
.	



ชื่อของสารประกอบอินทรีย์จากสูตรโครงสร้าง คือ

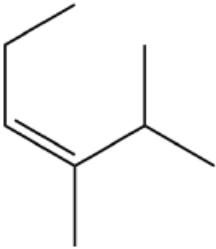
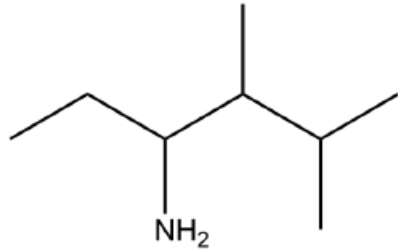
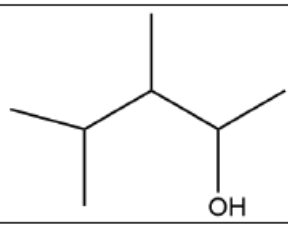
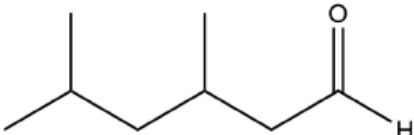
propan- 1 -ol

Submit

ยืนยันการออก
การออกจากแบบทดสอบ
ก่อนแล้วนี้จะไม่มีการบันทึกคะแนน
ยืนยันการออกหรือไม่?
Cancel Continue

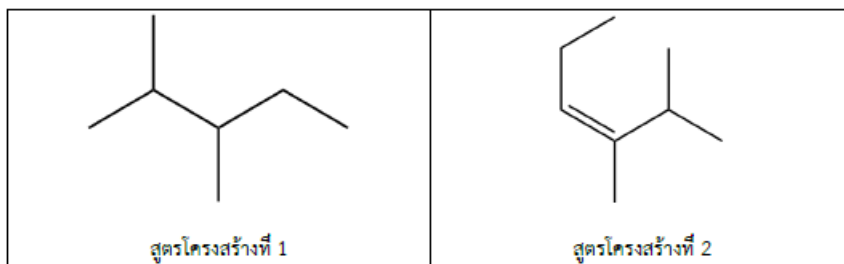
แบบทดสอบการเรียกชื่อสารอินทรีย์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการเรียกชื่อสารอินทรีย์ตามสูตรโครงสร้างที่แสดงต่อไปให้ถูกต้อง ตามหัวข้อที่กำหนด

ข้อ 1		
	ภาพแสดงสูตรโครงสร้างของสาร	
	ประเภทของสาร	
	ค่าน้ำหนัก	
	โซ่หลัก	
	คำลงท้าย	
รวมเรียกชื่อสาร		
ข้อ 2		
	ภาพแสดงสูตรโครงสร้างของสาร	
	ประเภทของสาร	
	ค่าน้ำหนัก	
	โซ่หลัก	
	คำลงท้าย	
รวมเรียกชื่อสาร		
ข้อ 3		
	ภาพแสดงสูตรโครงสร้างของสาร	
	ประเภทของสาร	
	ค่าน้ำหนัก	
	โซ่หลัก	
	คำลงท้าย	
รวมเรียกชื่อสาร		
ข้อ 4		
	ภาพแสดงสูตรโครงสร้างของสาร	
	ประเภทของสาร	
	ค่าน้ำหนัก	
	โซ่หลัก	
	คำลงท้าย	
รวมเรียกชื่อสาร		

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบให้สมบูรณ์

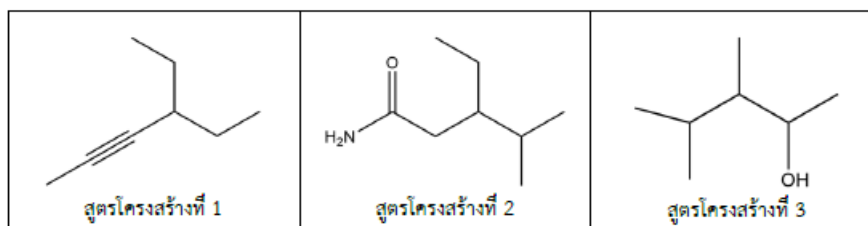
1



1. สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร
.....
.....
2. นักเรียนสามารถระบุประเภทของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ได้อย่างไร
โครงสร้างที่ 1
โครงสร้างที่ 2
3. นักเรียนเขียนวิธีการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC ของสารทั้ง 2 ชนิดได้อย่างไร (แสดงวิธีทำลงบนสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้)
.....
.....
.....
4. จากหลักการในข้อที่ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ประเภทสารโครงสร้างที่ 1	ประเภทสารโครงสร้างที่ 2
คำนำหน้า:	คำนำหน้า:
โซ่หลัก:	โซ่หลัก:
คำลงท้าย:	คำลงท้าย:
ชื่อสาร:	ชื่อสาร:

3



1. สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

2. นักเรียนสามารถระบุประเภทของสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนี้ได้อย่างไร

โครงสร้างที่ 1

โครงสร้างที่ 2

โครงสร้างที่ 3

3. นักเรียนเขียนวิธีการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC ของสารทั้ง 3 ชนิดได้อย่างไร (แสดงวิธีทำลงบนสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จากหลักการในข้อที่ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ประเภทสารโครงสร้างที่ 1	ประเภทสารโครงสร้างที่ 2	ประเภทสารโครงสร้างที่ 3
คำนำหน้า:	คำนำหน้า:	คำนำหน้า:
โซ่หลัก:	โซ่หลัก:	โซ่หลัก:
คำลงท้าย:	คำลงท้าย:	คำลงท้าย:
ชื่อสาร:	ชื่อสาร:	ชื่อสาร:

แบบสอบถามความพึงพอใจจากการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง ให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างที่ตรงกับคำตอบ

เพศ

 ชาย หญิง

อายุ

 น้อยกว่า 13 - 14 ปี 15 - 16 ปี 17 - 18 ปี 20 ปีขึ้นไป

กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้น/ครูผู้สอน

 ม.4 ม.5 ม.6 ครู/อาจารย์ ผู้สอน

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างที่ตรงกับคำตอบ ดังนี้

5	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
4	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมาก
3	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจปานกลาง
2	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อย
1	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ประเด็น/หัวข้อ การพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 รูปแบบของแอปพลิเคชันตอบสนองต่อการใช้งานได้อย่างเหมาะสม					
1.2 ชื่อความ และรูปภาพของข้อความมีความชัดเจน					
1.3 ตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแอปพลิเคชันมีความเหมาะสมกับการใช้งาน					
1.4 แอปพลิเคชันใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน					
2. ด้านเนื้อหา					
2.1 ข้อความมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2.2 ข้อความมีความชัดเจนไม่สับสน					

ประเด็น/หัวข้อ การพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
3. ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน					
3.1 แอปพลิเคชันช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อมากขึ้น					
3.2 การเลือกโหมดคลุมข้อความทำให้การใช้งานแอปพลิเคชันมีความหลากหลายมากขึ้น					
3.3 ข้อคำถามที่มีความหลากหลายช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดอยากใช้งานแอปพลิเคชันมากขึ้น					
3.4 ผลคะแนนที่ปรากฏในแอปพลิเคชันช่วยกระตุ้นให้นักเรียน อยากรใช้งานแอปพลิเคชันอีกในครั้งต่อไป					
4. ด้านผลที่เกิดขึ้น					
4.1 แอปพลิเคชันช่วยให้นักเรียนสามารถทบทวนเนื้อหาเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ได้					
4.2 ผลคะแนนจากแบบทดสอบสามารถสะท้อนผลความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์ได้					
4.3 แอปพลิเคชันมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่องการเรียกชื่อสารอินทรีย์					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เคมีอินทรีย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง การเรียกชื่อแอลเคน แอลคีน แอลไคน์

วิชา เคมี 5 รหัสวิชา ว33221
เวลา 2 ชั่วโมง

1. สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม : สารเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. เรียกชื่อสารประกอบแอลเคน แอลคีน และแอลไคน์ ตามระบบ IUPAC ได้

3. สาระสำคัญ

การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน และแอลไคน์ จะเรียกตามระบบ IUPAC

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) นักเรียนสามารถ

1. เรียกชื่อสารประกอบแอลเคน แอลคีน และแอลไคน์ได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (P) นักเรียนสามารถ

-

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- | | | | |
|---|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ | <input type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input type="checkbox"/> มีวินัย | <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่ความรู้ |
| <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง | <input type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย | <input type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ |

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> ความสามารถในการสื่อสาร | <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการคิด | <input type="checkbox"/> ความสามารถในการแก้ไขปัญหา |
| <input type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต | <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี | |

6. ทักษะในศตวรรษที่ 21 (3R 8C + 2L)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ทักษะการอ่าน | <input type="checkbox"/> ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ |
| <input type="checkbox"/> ทักษะการเขียน | <input type="checkbox"/> ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ |
| <input type="checkbox"/> ทักษะการคิดคำนวณ | <input type="checkbox"/> ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ |
| <input type="checkbox"/> ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา | <input type="checkbox"/> ทักษะการเปลี่ยนแปลง |
| <input type="checkbox"/> ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม | <input type="checkbox"/> ทักษะด้านอาชีพและทักษะการเรียนรู้ |
| <input checked="" type="checkbox"/> ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ | <input type="checkbox"/> ภาวะผู้นำ |

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

ใบกิจกรรมเรื่อง การอ่านชื่อ แอลเคน แอลคีน แอลไคน์

8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)



นักเรียนดูรูปภาพ จากนั้นครูถามว่า ผลิตภัณฑ์ในรูปคืออะไร (น้ำส้มสายชู) เรานิยมใช้น้ำส้มสายชูเพื่ออะไร (ซึ่งเรามักจะใช้ในการประกอบอาหาร หรือปรุงอาหารเพื่อเพิ่มรสเปรี้ยว) ส่วนประกอบในน้ำส้มสายชู มีอะไรบ้าง (น้ำสะอาด และ กรดแอสซิติค)

องค์ประกอบสำคัญโดยนัย	
Important ingredients	
น้ำสะอาด PURE WATER	94%
กรดแอสซิติค ACETIC ACID	6%

ครู: ทำไมบางครั้งเราจึงเห็นข้อมูลจากบางแหล่งในอินเทอร์เน็ต เรียกชื่อกรดที่เป็นส่วนผสมในน้ำส้มต่างกันไป เช่น กรดน้ำส้ม กรดแอสซิติค และ กรดเอทานอิก (เนื่องจากมีการอ่านชื่อสารอินทรีย์หลายระบบ เช่น การอ่านชื่อแบบสามัญ การอ่านชื่อตาม IUPAC เป็นต้น)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 6 คน จากนั้นทำการศึกษาในหัวข้อที่ได้รับมอบหมายโดยการใช้ออปพลิเคชัน NomenChem โดยมีหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- 1 ศึกษาเรื่องของการเรียกชื่อของแอลเคน
- 2 ศึกษาเรื่องของการเรียกชื่อแอลคีน
- 3 ศึกษาเรื่องของการเรียกชื่อแอลคีน

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ครู: อธิบายเพิ่มเติมจากที่นักเรียนได้ออกมานำเสนอโดยเริ่มเรื่องตามลำดับเป็นต้นไปดังนี้

1) แอลเคน

- สูตรโมเลกุลทั่วไป C_nH_{2n+2}
- การเรียกชื่อ มี 2 แบบ คือ แบบสามัญและแบบ IUPAC
- แบบสามัญประกอบด้วย normal , iso ,neo
- แบบ IUPAC ดังนี้ ตัวเลขตำแหน่งที่มีหมู่ R-ชื่อหมู่ R-โซ่หลักแอลเคน

2) แอลคีน

- สูตรโมเลกุลทั่วไป C_nH_{2n}
- การเรียกชื่อ มี 2 แบบ คือ แบบสามัญและแบบ IUPAC
- แบบสามัญประกอบด้วย normal , iso ,neo
- แบบ IUPAC ดังนี้ ตัวเลขตำแหน่งที่มีหมู่ R-ชื่อหมู่ R-โซ่หลักแอลคีน

3) แอลคีน

- สูตรโมเลกุลทั่วไป C_nH_{2n-2}

- การเรียกชื่อ มี 2 แบบ คือ แบบสามัญและแบบ IUPAC
- แบบสามัญประกอบด้วย normal , iso ,neo
- แบบ IUPAC ดังนี้ ตัวเลขตำแหน่งที่มีหมู่ R-ชื่อหมู่ R-โซ่หลักแอลโคไลน์

4. ขยายความรู้ (Elaboration)

ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่อง สมบัติทางกายภาพ จุดเดือดและจุดหลอมเหลว การละลาย สมบัติทางเคมี ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาแอลจินชั้น และประโยชน์ ของแอลเคน แอลคีน และแอลโคไลน์

5. ประเมินผล (Evaluation)

นักเรียนตอบคำถาม และทำแบบฝึกหัด

9. สื่อการสอน

1. หนังสือแบบเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 5 ของ สสวท.
2. หนังสืออ่านเสริม Compact เล่ม 5 ของสำนักพิมพ์แม็ค
3. อินเทอร์เน็ตจากเว็บไซต์ต่างๆ เช่น

- www.chemguide.co.uk	- www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov
- www.acdlabs.com	- www.webelements.com

10. แหล่งเรียนรู้นอกหรือในสถานที่

ห้องสมุดโรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ

11. การวัดและประเมินผล

ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด/ประเมิน
- ใบกิจกรรมเรื่อง การอ่านชื่อ แอลเคน แอลคีน แอลไคน์	- ตรวจสอบความถูกต้องของ ใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมเรื่อง การอ่านชื่อ แอลเคน แอลคีน แอลไคน์	- นักเรียนทำแบบฝึกถูกต้อง มากกว่า 80%

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด/ประเมิน
ไม่เรียนรู้	- การสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การสอน	- แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การสอน	ผ่าน ได้คะแนนในระดับ 3 (ดี) ไม่ผ่าน ได้คะแนนต่ำกว่าใน ระดับ 2

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด/ประเมิน
ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	- สังเกตการใช้เทคโนโลยีในกา สืบค้นหาข้อมูล	- แบบประเมินความสามารถ ในการใช้เทคโนโลยี	ผ่าน ได้คะแนนในระดับ 3 (ดี) ไม่ผ่าน ได้คะแนนต่ำกว่าใน ระดับ 2

ทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด/ประเมิน
ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	- สังเกตจากพฤติกรรมใน การทำกิจกรรม	- แบบประเมินทักษะด้าน ความร่วมมือ การทำงานเป็น ทีมและภาวะผู้นำ	ผ่าน ได้คะแนนในระดับ 3 (ดี) ไม่ผ่าน ได้คะแนนต่ำกว่าใน ระดับ 2

12. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

13. บันทึกผลหลังการสอน

สรุปผลการเรียน

นักเรียนทั้งหมดจำนวน คน

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ผ่าน		จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	
	จำนวนคน	ร้อยละ	จำนวนคน	ร้อยละ

14. ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

15. ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ

(นายทศพล ธรรมวงศ์)
ตำแหน่ง ครู

ลงชื่อ

(นางสาววิวิรรณ บุญยเสนา)
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ลงชื่อ

(นางสาวจริยา ขาวงาม)
รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ นายทศพล ธรรมวงศ์ แล้ว
มีความเห็นดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ ที่

ดีมาก ดี พอใช้ ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม

ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

ลงชื่อ

(นายณรงค์ศักดิ์ รักพริ้ง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ

กิจกรรมเรื่อง การอ่านชื่อแอลเคน แอลคีน แอลไคน์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 6 คน จากนั้นทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นักเรียนดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน NomenChem จาก App store



2. เมื่อลงชื่อเข้าใช้เรียบร้อยแล้ว ให้เลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา คือ แอลเคน แอลคีน และแอลไคน์ ตามลำดับ



3. จากนั้นจะปรากฏเนื้อหาบทเรียนให้ศึกษา



4. เมื่อนักเรียนดำเนินการศึกษาเนื้อหา เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่ศึกษาภายในแอปพลิเคชัน โดยดำเนินการดังนี้

การฝึกหัดการประเมินผลนักเรียนอัตโนมัติ

แบบทดสอบ : แอลกอฮอล์

ชื่อ 1/5 Score : 0

คำถามที่ 1

หมู่แอลคิล

1	methy
2	ethyl
3	propyl
4	butyl
5	pentyl
6	hexyl

ฟังก์ชัน

-ane
-ene
-yne
-ol
-one
-acid
-ate
-amine
-amide
-oxy
-al
-one

Submit

5. เมื่อนักเรียนกดส่งคำตอบจะปรากฏการแสดงผลคำตอบ (ถูก ผิด) ให้ทราบ

แบบทดสอบ : แอลกอฮอล์

ชื่อ 5/5 Score : 8

คำถามที่ 1

หมู่แอลคิล

1	methy
2	ethyl
3	propyl
4	butyl
5	pentyl
6	hexyl

ฟังก์ชัน

-ane
-ene
-yne
-ol
-one
-acid
-ate
-amine
-amide
-oxy
-al
-one

Submit

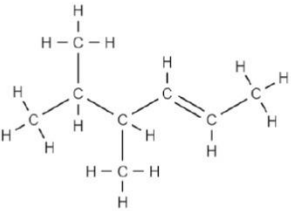
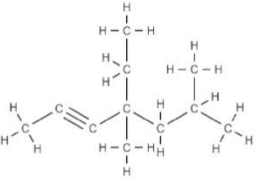
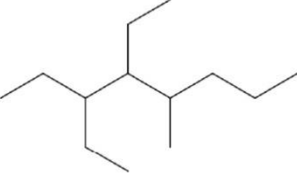
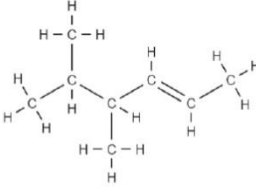
4 5 - ol methyl

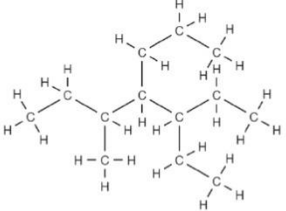
hexan- 3 -ol

5/5 คะแนน

แบบฝึกการเรียกชื่อ แอลเคน แอลคีน และแอลไคน์

ข้อ	โครงสร้างของสาร	ส่วนประกอบ	
1	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ & & & & & & \\ & & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & \end{array} $	หมู่แทนที่	สายโซ่หลัก
	ชื่อของสารประกอบ		
2	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array} $	หมู่แทนที่	สายโซ่หลัก
	ชื่อของสารประกอบ		
3	$ \begin{array}{ccccccc} & & & \text{H} & & \text{H} & \\ & & & & & & \\ \text{H} & - \text{C} \equiv \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - \text{H} \\ & & & & & & \\ & & & \text{H} & & \text{H} & \end{array} $	หมู่แทนที่	สายโซ่หลัก
	ชื่อของสารประกอบ		
4		หมู่แทนที่	สายโซ่หลัก
	ชื่อของสารประกอบ		
5		หมู่แทนที่	สายโซ่หลัก
	ชื่อของสารประกอบ		

ข้อ	โครงสร้างของสาร	ส่วนประกอบ	
		หมู่แทนที่	สายโซ่หลัก
6		<hr/> <hr/>	<hr/>
	ชื่อของสารประกอบ		
7		<hr/> <hr/>	<hr/>
	ชื่อของสารประกอบ		
8		<hr/> <hr/>	<hr/>
	ชื่อของสารประกอบ		
9		<hr/> <hr/>	<hr/>
	ชื่อของสารประกอบ		

ข้อ	โครงสร้างของสาร	ส่วนประกอบ	
		หมู่แทนที่	สายโซ่หลัก
10		_____	_____
		_____	_____
	ชื่อของสารประกอบ		

สมาชิกภายในกลุ่ม

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____



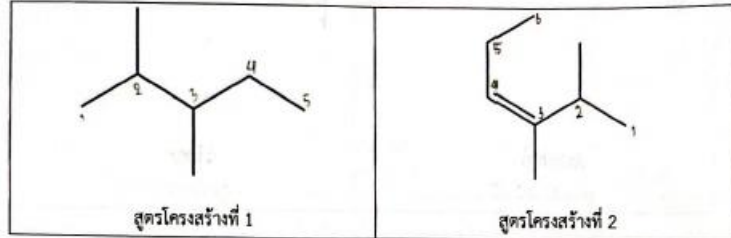
ภาคผนวก ง

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบให้สมบูรณ์

1



1. สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร
 เป็นสารต่างชนิดกัน เพราะ สูตรโครงสร้างที่ 1 มีพันธะเดี่ยวของ C เป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด
 มีสูตรโครงสร้างที่ 2 มีพันธะเดี่ยวของ C มีพันธะคู่

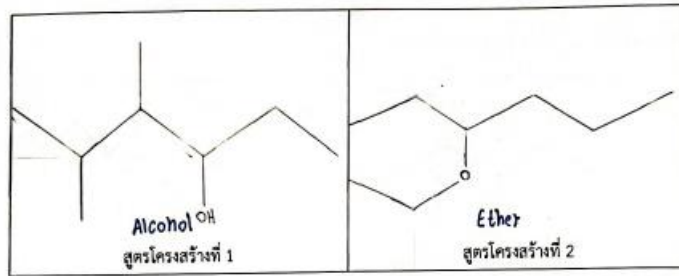
2. นักเรียนสามารถระบุประเภทของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ได้อย่างไร
 โครงสร้างที่ 1 เป็น Alkane เพราะ มีพันธะเดี่ยวของ C เป็นพันธะเดี่ยว
 โครงสร้างที่ 2 เป็น Alkene เพราะ มีพันธะเดี่ยวของ C เป็นพันธะคู่

3. นักเรียนเขียนวิธีการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC ของสารทั้ง 2 ชนิดได้อย่างไร (แสดงวิธีทำงานบนสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้)
 Alkane 1. เลือก C ที่ต่อกันยาวที่สุดเป็นหลัก Alkene 1. เลือกสาย C ที่ต่อกันยาวที่สุดและต้องมี C=C
 2. ระบุตำแหน่ง C ที่ขึ้นสาขาคงจำนวน อยู่ด้วยกันเป็นโซ่หลัก 2. ระบุตำแหน่งของ C ในโซ่หลัก
 โดยให้ตำแหน่ง C=O อยู่ก่อนที่สุด 3. เรียกชื่อหมู่ แยกอีก 4. เรียกชื่อโซ่หลัก (ตามจำนวน C) 5. ระบุตำแหน่ง
 คำลงท้าย เป็น ane

4. จากหลักการในข้อที่ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ประเภทสารโครงสร้างที่ 1 alkane คำนำหน้า: 2,3-dimethyl โซ่หลัก: pent คำลงท้าย: ane ชื่อสาร: 2,3-dimethylpentane	ประเภทสารโครงสร้างที่ 2 alkene คำนำหน้า: 2,3-dimethyl โซ่หลัก: hex คำลงท้าย: 3-ene ชื่อสาร: 2,3-dimethylhex 3-ene
--	---

2



1. สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร
 เป็นสารต่างชนิดกัน เพราะ สูตรโครงสร้างต่างกัน โดยที่สูตรโครงสร้างที่ 1 คือ -OH และ
สูตรโครงสร้างที่ 2 คือ -O-

2. นักเรียนสามารถระบุประเภทของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ได้อย่างไร
 โครงสร้างที่ 1 alcohol หมู่ฟังก์ชัน เป็น -OH อยู่ 9 ใน โครงสร้าง
 โครงสร้างที่ 2 ether หมู่ฟังก์ชัน เป็น -O- อยู่ 9 ใน โครงสร้าง

3. นักเรียนเขียนวิธีการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC ของสารทั้ง 2 ชนิดได้อย่างไร (แสดงวิธีทำงานบนสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้)
Alcohol

- 1) เลือกสายโซ่หลัก โดยเริ่มจาก OH อยู่ใกล้สายโซ่หลัก
- 2) กำหนดตำแหน่งจาก C 1 ในโซ่หลัก และ -OH ตั้งอยู่ตำแหน่งที่ 3
- 3) เรียกชื่อแทนที่ตามลำดับ
- 4) เรียกชื่อแทนที่แอลเคน ตัว e ออก 5) ระบุตำแหน่งของหมู่ -OH ดังคำสั่งที่ 3

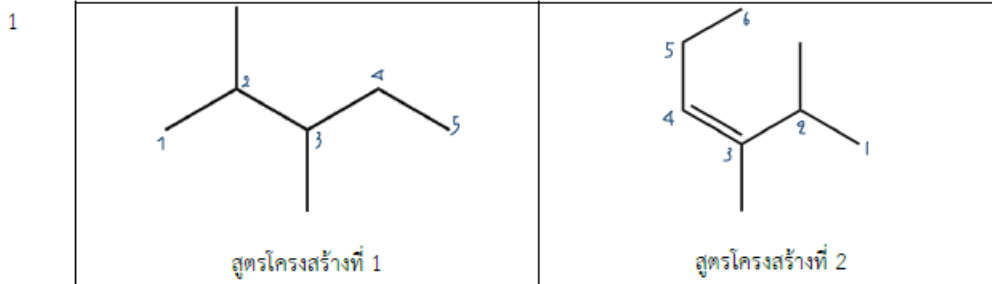
Ether
 1) เลือก กำหนดตัวเลขวัดตั้งตำแหน่งของสายโซ่หลักที่ติดกับหมู่ Alkoxy เป็นตัวน้อยสุด

- 2) alkoxy เรียกชื่อตามจำนวนคาร์บอน แล้วสรุบท้าย -oxy
- 3) ระบุตำแหน่งของอนุกรม Alkoxy ตามตัวเลขแอลเคนโซ่หลัก

4. จากหลักการในข้อที่ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ประเภทสารโครงสร้างที่ 1 <u>Alcohol</u>	ประเภทสารโครงสร้างที่ 2 <u>Ether</u>
คำนำหน้า: <u>4,5-dimethyl</u>	คำนำหน้า: <u>3-ethoxy</u>
โซ่หลัก: <u>hexan</u>	โซ่หลัก: <u>hexane</u>
คำลงท้าย: <u>3-ol</u>	คำลงท้าย: <u>-</u>
ชื่อสาร: <u>4,5-dimethyl hexan-3-ol</u>	ชื่อสาร: <u>3-ethoxy hexane</u>

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบให้สมบูรณ์



1. สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร
แตกต่างกัน เพราะ สูตรโครงสร้างที่ 1 เป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด ส่วนสูตรโครงสร้างที่ 2 มีพันธะคู่ 1 ตำแหน่ง
ดังนั้นจึงเป็นส่วนต่างชนิด

2. นักเรียนสามารถระบุประเภทของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ได้อย่างไร
โครงสร้างที่ 1 เป็น Alkane เพราะ พันธะระหว่างอะตอม C เป็นพันธะเดี่ยว
โครงสร้างที่ 2 เป็น Alkene เพราะ พันธะระหว่างอะตอม C เป็นพันธะคู่

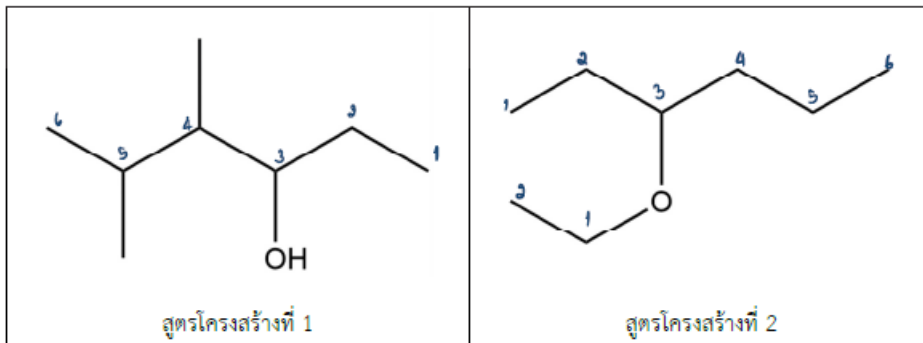
3. นักเรียนเขียนวิธีการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC ของสารทั้ง 2 ชนิดได้อย่างไร (แสดงวิธีหาลงสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้)

alkane - เลือกสายโซ่หลักที่ยาวที่สุด - ระบุหมู่ alkyl ตามตำแหน่งคาร์บอนนับจากซ้ายไปขวา - เรียงชื่อลง	alkene - เลือกสายโซ่หลักที่ยาวที่สุด ที่มีพันธะ C=C อยู่ - ระบุตำแหน่งของพันธะ C=C นับจากซ้ายไปขวา - เรียงชื่อลง
---	---

4. จากหลักการในข้อที่ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ประเภทสารโครงสร้างที่ 1 Alkane..... คำนำหน้า: 2,3-dimethyl..... โซ่หลัก: pent..... คำลงท้าย: ane..... ชื่อสาร: 2,3-dimethylpentane.....	ประเภทสารโครงสร้างที่ 2 Alkene..... คำนำหน้า: 2,3-dimethyl..... โซ่หลัก: hex..... คำลงท้าย: -ene..... ชื่อสาร: 2,3-dimethylhex-2-ene.....
---	---

2



1. สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร
 แยกต่างกัน เพราะ สูตรโครงสร้างที่ 1 มีหมู่ไฮดรอกซิล เป็นหมู่ฟังก์ชัน แต่สูตรโครงสร้างที่ 2 มีหมู่แอลคอกซี/ออกซี เป็นหมู่ฟังก์ชัน ดังนั้นจึงเป็นสารต่างชนิดกัน

2. นักเรียนสามารถระบุประเภทของสารอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้ได้อย่างไร
 โครงสร้างที่ 1 เป็น Alcohol เพราะ มีหมู่ฟังก์ชัน OH เกาะอยู่กับ C ในโซ่หลัก
 โครงสร้างที่ 2 เป็น Ether เพราะ มีหมู่ฟังก์ชัน O เกาะอยู่กับ C ในโซ่หลัก

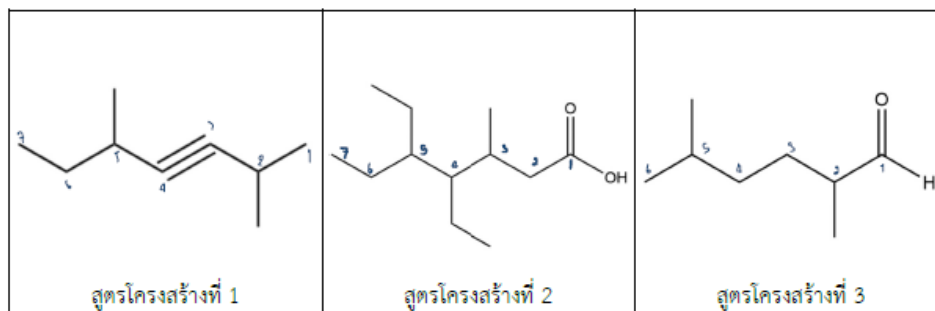
3. นักเรียนเขียนวิธีการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC ของสารทั้ง 2 ชนิดได้อย่างไร (แสดงวิธีทำลงบนสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้)

alcohol	ether
- มีจุดลงโซ่หลักที่ยาวที่สุด	- เลือกสายโซ่หลักที่ขวยที่สุด
- ระบุตำแหน่ง C. 1 นับหมู่: ต. ระบุในตำแหน่งขวยสุด	- ระบุตำแหน่ง C. 1 ให้ส่วน alkyl (หมู่ alkyl มีสัญลักษณ์: -R-) ระบุในตำแหน่งขวยสุด
- เรียงชื่อสาร	- เรียงชื่อสาร

4. จากหลักการในข้อที่ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ประเภทสารโครงสร้างที่ 1 Alcohol.....	ประเภทสารโครงสร้างที่ 2 Ether.....
คำนำหน้า: 4,5-dimethyl.....	คำนำหน้า: ethoxy.....
โซ่หลัก: hexan.....	โซ่หลัก: hexane.....
คำลงท้าย: -ol.....	คำลงท้าย: -.....
ชื่อสาร: 4,5-dimethylhexan.....	ชื่อสาร: ethoxyhexane.....

3



1. สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

แตกต่างกัน เพราะ สูตรโครงสร้างที่ 1 มีพันธะสาม 1 ตำแหน่ง

สูตรโครงสร้างที่ 2 มีหมู่คาร์บอกซิล เป็นหมู่ฟังก์ชัน

สูตรโครงสร้างที่ 3 มีหมู่คาร์บอกซัลไฮดริล เป็นหมู่ฟังก์ชัน

2. นักเรียนสามารถระบุประเภทของสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนี้ได้อย่างไร

โครงสร้างที่ 1 ...สารประเภท alkene ... เพราะมีพันธะคู่ระหว่างคาร์บอน C เป็นพันธะสาม

โครงสร้างที่ 2 ...สารประเภท carboxylic acid ... เพราะ มีหมู่ -COOH อยู่ในโซ่หลัก

โครงสร้างที่ 3 ...สารประเภท aldehyde ... เพราะ มีหมู่ -CHO อยู่ในโซ่หลัก

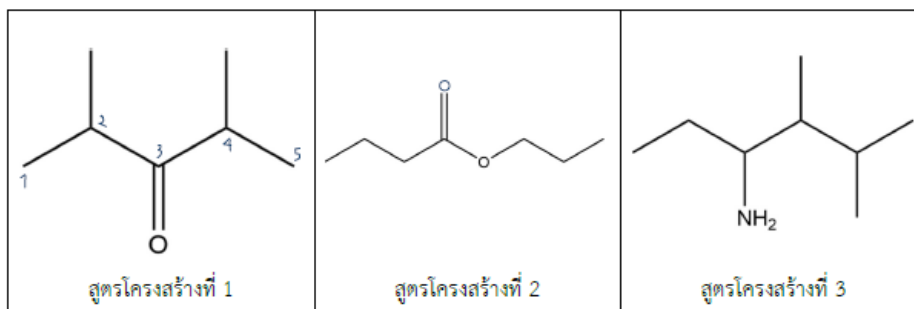
3. นักเรียนเขียนวิธีการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC ของสารทั้ง 3 ชนิดได้อย่างไร (แสดงวิธีทำลงบนสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้)

alkene	carboxylic acid	aldehyde
- เรียกสายโซ่หลักที่ยาวที่สุด	- เรียกโซ่หลักที่ยาวที่สุด	- เรียกโซ่หลักที่ยาวที่สุด
- ระบุตำแหน่ง C ที่มีพันธะสาม	- ระบุหมู่ -COOH อยู่ในโซ่หลัก	- ระบุหมู่ -CHO อยู่ในโซ่หลัก
- ระบุตำแหน่งที่มีผล	- ระบุตำแหน่ง C ที่มีหมู่ -COOH เป็นตำแหน่งที่ 1	- ระบุตำแหน่ง C ที่มีหมู่ -CHO เป็นตำแหน่งที่ 1
- เรียกชื่อสาร	- เรียกชื่อสาร	- เรียกชื่อสาร

4. จากหลักการในข้อที่ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ประเภทสารโครงสร้างที่ 1 Alkyne..... คำนำหน้า: 1,5-dimethyl..... โซ่หลัก: hept..... คำลงท้าย: 3-yne..... ชื่อสาร: 1,5-dimethylhept-3-yne.....	ประเภทสารโครงสร้างที่ 2 carboxylic acid..... คำนำหน้า: 4,5-diethyl-3-methyl..... โซ่หลัก: heptan..... คำลงท้าย: oic acid..... ชื่อสาร: 4,5-ethyl-3-methylheptanoic acid.....	ประเภทสารโครงสร้างที่ 3 aldehyde..... คำนำหน้า: 1,5-dimethyl..... โซ่หลัก: hexan..... คำลงท้าย: al..... ชื่อสาร: 1,5-dimethylhexanal.....
--	--	---

4



1. สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

แตกต่างกัน เพราะ สูตรโครงสร้างที่ 1 มีพันธะคาร์บอนิล เป็นหมู่ฟังก์ชัน $R-CO-R$
 สูตรโครงสร้างที่ 2 มีหมู่แอลคอกซี คาร์บอนิล เป็นหมู่ฟังก์ชัน $R-CO-O-R$
 สูตรโครงสร้างที่ 3 มีหมู่อะมิโน/อะมิโน เป็นหมู่ฟังก์ชัน $R-NH_2$

2. นักเรียนสามารถระบุประเภทของสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนี้ได้หรือไม่

โครงสร้างที่ 1 ประเภท Ketone. เพราะพบฟังก์ชันคาร์บอนิล $C=O$ ในโมเลกุล
 โครงสร้างที่ 2 ประเภท Ester. เพราะมีหมู่ฟังก์ชัน COO อยู่ใน C ในโมเลกุล
 โครงสร้างที่ 3 ประเภท Amine. เพราะมีหมู่ฟังก์ชัน NH_2 หนึ่งหมู่กับ C ในโมเลกุล

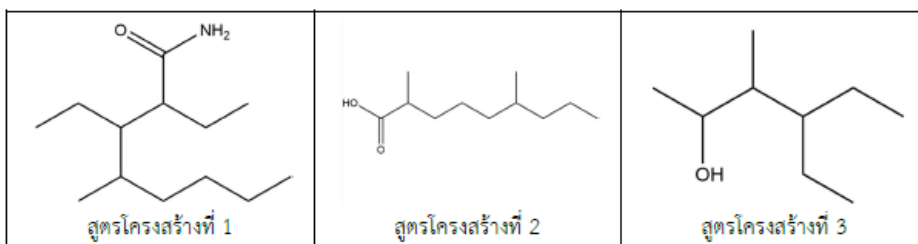
3. นักเรียนเขียนวิธีการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC ของสารทั้ง 3 ชนิดได้อย่างไร (แสดงวิธีทำลงบนสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้)

ketone	ester	amine
เลือกสายโซ่หลักที่มีหมู่ $C=O$ อยู่ใกล้ที่สุด	เลือกสายโซ่ alkyl ขนาด alcohol	เลือกสายโซ่หลักที่มีหมู่ NH_2 ขนาดใหญ่ที่สุด
ให้ตำแหน่ง C ของ $C=O$ เป็นเลขที่ต่ำที่สุด	เรียกชื่อหมู่ alkyl	ให้ตำแหน่ง C ของ NH_2 เป็นที่ต่ำที่สุด
เติมชื่อหมู่ alkyl	หมู่ $R-COO$ ต่อกันกับชื่อกรดคาร์บอกซิลิก แต่เปลี่ยน	เรียกชื่อหมู่ alkyl
เขียนให้หลักแบบ alkane แต่ต่อ e ออก	คำสั่งท้าย -oic acid เป็น -oate	เขียนให้หลักแบบ alkane แต่ต่อ e ออก
ระบุตำแหน่งของหมู่ $C=O$ แล้วตามด้วยคำสั่งท้าย -one	เขียนชื่อสาร	ระบุตำแหน่งของหมู่ NH_2 แล้วตามด้วยคำสั่งท้าย -amine
เรียกชื่อสาร		เรียกชื่อสาร

4. จากหลักการในข้อที่ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ประเภทสารโครงสร้างที่ 1 Ketone.....	ประเภทสารโครงสร้างที่ 2 Ester.....	ประเภทสารโครงสร้างที่ 3 Amine.....
คำนำหน้า: 2,4-dimethyl.....	คำนำหน้า: propyl.....	คำนำหน้า: 4,5-dimethyl.....
โซ่หลัก: pentan.....	โซ่หลัก: butan.....	โซ่หลัก: hexan.....
คำสั่งท้าย: -one.....	คำสั่งท้าย: -oate.....	คำสั่งท้าย: -amine.....
ชื่อสาร: 2,4-dimethylpentan-3-one.....	ชื่อสาร: propylbutanoate.....	ชื่อสาร: 4,5-dimethyl hexan-3-amine.....

5



1. สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

แตกต่างกัน เพราะ สูตรโครงสร้างที่ 1 เป็นหมู่เอไมด์/เอไมด์ เป็นหมู่ฟังก์ชัน $R-CO-NH_2$
 สูตรโครงสร้างที่ 2 เป็นหมู่คาร์บอกซิลิก เป็นหมู่ฟังก์ชัน $R-COOH$
 สูตรโครงสร้างที่ 3 เป็นหมู่ไฮดรอกซิล เป็นหมู่ฟังก์ชัน $R-OH$

2. นักเรียนสามารถระบุประเภทของสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนี้ได้อย่างไร

โครงสร้างที่ 1 .สารประเภท Amide .นามว่าเฮกซะนอยด์. $CO-NH_2$ อยู่ใน C. 1.6.1.หลัก
 โครงสร้างที่ 2 .สารประเภท Carboxylic acid .นามว่าเฮกซะนอยด์. $COOH$ อยู่ใน C. 1.6.1.หลัก
 โครงสร้างที่ 3 .สารประเภท Alcohol .นามว่าเฮกซะนอยด์. OH อยู่ใน C. 1.6.1.หลัก

3. นักเรียนเขียนวิธีการเรียกชื่อตามระบบ IUPAC ของสารทั้ง 3 ชนิดได้อย่างไร (แสดงวิธีทำลงบนสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้)

amide	Carboxylic acid	alcohol
- มีกลุ่มฟังก์ชันที่มีหมู่ $-CO-NH_2$ นามว่าไนโรอิลด์	- มีกลุ่มฟังก์ชันที่มีหมู่ $-COOH$ อยู่ใน C. 1.6.1.หลัก	- มีกลุ่มฟังก์ชันที่มีหมู่ $-OH$ อยู่ใน C. 1.6.1.หลัก
- ใจหลักของ C. 1.6.1. เป็นตัวหลักที่สุด	- กำหนดตัวหลักและอันดับของคาร์บอนในโซ่หลักโดยมี	- ระบุตำแหน่ง C. 1.6.1. ในหมู่ $-OH$ อยู่ใน C. 1.6.1.หลัก
- เรียกชื่อหมู่ alkyl	- ส่วนหมู่ฟังก์ชันของ $-COOH$ เป็นตัวหลัก	- เรียกชื่อสาร
- เรียกชื่อหมู่ alkane แต่ต้องเติม	- เรียกชื่อหมู่แทนที่ตำแหน่ง	
- ระบุตำแหน่งของหมู่ $-CO-NH_2$ เป็นตัวหลักคือ amide	- เรียกชื่อโซ่หลักของแอลกอฮอล์ แต่ต้องเติม e. ของแอลกอฮอล์	
- เรียกชื่อสาร	- ตามลำดับของ $-oic$ acid โดยไม่คำนึงตำแหน่งของหมู่ฟังก์ชัน	

4. จากหลักการในข้อที่ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ประเภทสารโครงสร้างที่ 1 . Amide	ประเภทสารโครงสร้างที่ 2 Carboxylic acid	ประเภทสารโครงสร้างที่ 3 Alcohol
คำนำหน้า: 2,2-dimethyl-4-methyl	คำนำหน้า: 2,6-dimethyl	คำนำหน้า: 4-ethyl-2-methyl
ใจหลัก: octan	ใจหลัก: nonan	ใจหลัก: hexan
คำลงท้าย: amide	คำลงท้าย: oic acid	คำลงท้าย: 2-ol
ชื่อสาร: 2,2-dimethyl-4-methyl octanamide	ชื่อสาร: 2,6-dimethylnonanoic acid	ชื่อสาร: 4-ethyl-2-methylhexan-2-ol



ภาคผนวก จ

ภาพการดำเนินกิจกรรม

ภาพการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้





ภาคผนวก จ

เอกสารประกอบการเก็บข้อมูลเพื่อวิจัย



หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและใบอนุญาต

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G-330/2564E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลของการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีอินทรีย์เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นาย ทศพล ธรรมวงศ์

สังกัด: คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาพบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 28 กันยายน 2564
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 28 กันยายน 2564
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 28 กันยายน 2564
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 28 กันยายน 2564

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิตรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุวิทร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-330/2564

วันที่ให้การรับรอง : 28/09/2564

วันหมดอายุใบรับรอง : 28/09/2565





ที่ อว 8718/

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

29 กันยายน 2564

เรื่อง ขอนแจ้งผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G-330/2564E

เรียน นาย ทศพล ธรรมวงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-330/2564

ตามที่ท่านได้ส่งโครงการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีอินทรีย์เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 330/2564E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้ คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2564 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number	SWUEC/E/G-330/2564
Date of Approval	28 กันยายน 2564 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)
Date of Expiration	28 กันยายน 2565
Continuing Review	ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 28 กันยายน 2565)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ใ้ขอความกรุณาให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-330/2564) ที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุริพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 12430
โทรสาร 0-2259-1822



กลุ่มบริหารวิชาการ
เลขที่รับ 19.1/2566
วันที่ 1 / 1.ค. / 66

โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย
เลขที่รับ 600 / 2566
วันที่ 27 / 1.ค. / 2566
เวลา 06.00



ที่ อว 8718/274

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

30 มกราคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย

เนื่องด้วย นายทศพล ธรรมวงศ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง " การศึกษาผลของการใช้เกมเพื่อการศึกษา(Game-based Learning) ในรายวิชาเคมีอินทรีย์ เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ (Systematic Thinking) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี อาจารย์ ดร.อิทธิพล สังเวียนวงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบ เรื่อง "การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์" และ2) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชัน NomenChem กับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 30 คน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย

- เห็นความจำเป็น
- ๑. กลุ่มบริหารงานงบประมาณ
- ๒. กลุ่มบริหารงานบุคคล
- ๓. กลุ่มบริหารงานวิชาการ
- ๔. กลุ่มบริหารงานทั่วไป
- ๕. กลุ่มบริหารกิจการนักเรียน
- ๖. อื่นๆ

ขอแสดงความนับถือ
 ทราบ
๑. อนุมัติ อนุญาต

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา ศรีสิงห์
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

นางจรรยา ปทุมศรีโรจน์
ผู้อำนวยการฯ กลุ่มบริหารงบประมาณ
วันที่ 27 / 1.ค. / 66

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0 2649 5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 089 760 6229

นายพิสิษฐ์ คุกวัดน์ธนดี
ผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644
 ที่ อว 8718.1/2604 วันที่ 29 พฤศจิกายน 2564
 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
 เรียน คณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นายทศพล ธรรมวงศ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง "การศึกษามผลของการใช้เกมเพื่อการศึกษา (Game-based Learning) ในรายวิชาเคมีอินทรีย์ เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ (Systematic Thinking) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี อาจารย์ ดร.อิทธิพล สังเวียนวงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในกรณี บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.ชัชฎาภรณ์ พิณทอง และ อาจารย์ ดร.กุลวดี ศิลโสภณ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ และ 2) แบบประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ โทร. 089 760 6229

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายทศพล ธรรมวงศ์ และ ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์จักรชัย เอกปัญญาสกุล)
 วิชาการแทนคณะที่บัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว 8718/2604

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

29 พฤศจิกายน 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พัฒนาการสุวรรณภูมิ

เนื่องด้วย นายทศพล ธรรมวงค์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลของการใช้เกมเพื่อการศึกษา (Game-based Learning) ในรายวิชาเคมีอินทรีย์ เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ (Systematic Thinking) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.อิทธิพล สังเวียนวงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวีไล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ชนกชนม์ วิภูษิตวรกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ และ 2) แบบประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายทศพล ธรรมวงค์ และ ขอขอบพระคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 089 760 6229

รางวัลในการนำเสนองานวิจัย




มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

ทศพล ธรรมวงศ์ ปิยรัตน์ ศรีวิไล และอิทธิพล สังเวียนวงศ์

นำเสนอผลงานวิจัยสาขาศึกษาศาสตร์/งานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ภาคบรรยาย
เรื่อง ผลของการใช้แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) เรื่องการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ได้รับรางวัล Best of the best
ในงานประชุมวิชาการระดับชาติสวนดุสิต 2023 ครั้งที่ 5 "นวัตกรรมและปัญญาประดิษฐ์เพื่อการศึกษาในยุคดิจิทัล"
ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ให้ไว้ ณ วันที่ 9 มิถุนายน 2566



รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริจน ผลพันธ์
อธิการบดีมหาวิทยาลัยสวนดุสิต





ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตินาถ สุกนเชษฐ์
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี




ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ทศพล ธรรมวงศ์
วัน เดือน ปี เกิด	2 ธันวาคม 2534
สถานที่เกิด	จันทบุรี
วุฒิการศึกษา	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) สาขา วิทยาศาสตร์-เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	โรงเรียนสายน้ำผึ้งในพระอุปถัมภ์ฯ เลขที่ 186 ซอย สุขุมวิท 22 ถนน สุขุมวิท แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร
ผลงานตีพิมพ์	ผลของการใช้แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) เรื่องการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
รางวัลที่ได้รับ	รางวัล Best of the best การนำเสนอผลงานวิจัยสาขาศึกษาศาสตร์/งานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ภาคบรรยาย