

**การพัฒนาแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System  
ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function**

**Advancing Conceptual Understanding of Functional Groups in Chemistry  
Among 12th Grade Students through the Integration  
of 4MAT System Learning and Chem-Function Card Games**

**ศรिता ศรีบุญ**

**คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต**

**E-mail: namtansarita@gmail.com**

**สุภาพร ดาววัลย์**

**คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต**

**E-mail: supaporn.d@pkru.ac.th**

**ณัฐกร ชีประวิติชัย**

**คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต**

**E-mail: nattakon.c@pkru.ac.th**

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นใบกิจกรรม เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ใบคะแนนจากเกมการ์ด Chem-Function แบบวัดแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าสถิติ t-test ผลการวิจัย พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน หลังใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function ( $\bar{X} = 16.45$ , S.D. = 2.58) เพิ่มขึ้นกว่าก่อนใช้ ( $\bar{X} = 5.89$ , S.D. = 2.83) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function อยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function สามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน ได้มีกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น เนื่องจากลักษณะการจัดการเรียนรู้ตระหนักถึงความแตกต่าง และกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ตื่นเต้น และเกิดความท้าทายอยากรู้และลงมือปฏิบัติ ซึ่งเหมาะกับวัยของนักเรียน

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System เกมการ์ด ความพึงพอใจ

## ABSTRACT

The purposes of this research were twofold: (1) to compare the concept of learning in chemistry related to functional groups following learning management, and (2) to evaluate the satisfaction of 12th-grade students with regard to learning chemistry about functional groups. The organization of learning utilized the 4MAT System in conjunction with Chem-Function card games. The tools employed for data collection included activity sheets focusing on functional groups, score sheets from the Chem-Function card games, a conceptual form for learning chemistry, and a satisfaction survey form for assessing the use of Chem-Function card games. The statistical methods used for analysis encompassed the Mean, Standard Deviation, and t-test. The research findings revealed that 12th-grade students understanding of learning chemistry related to functional groups improved after implementing the 4MAT System learning management combined with Chem-Function card games ( $\bar{X} = 16.45$ , S.D. = 2.58), compared to before ( $\bar{X} = 5.89$ , S.D. = 2.83), with statistical significance at the .01 level. Additionally, 12th-grade students expressed high levels of satisfaction with learning chemistry through the utilization of the 4MAT System combined with Chem-Function card games. This demonstrates that this form of learning management can be applied to teaching and learning, fostering a more systematic critical thinking process among students. The unique characteristics of this learning management approach help students recognize distinctions, stimulate interest, excitement, challenges, curiosity, and appropriateness for students age.

**Keywords:** 4MAT System Learning, Card game, Satisfaction

## 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ธรรมชาติของวิชาเคมีเป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ต้องใช้จินตนาการในการคิด เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาที่ซับซ้อนและชีวิตประจำวันของนักเรียน การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (ฉัตรชญา ดิงสะ และคณะ, 2561) การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ดีสำหรับนักเรียน คือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น แนวทางในการจัดการศึกษา ถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด ซึ่งกระบวนการเรียนรู้เป็นการส่งเสริมผู้เรียนให้เรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง เน้นการปฏิบัติจริง สามารถทำงานเป็นทีมได้ (จิราภรณ์ บุตรราช, 2563)

การจัดการเรียนรู้เคมีในปัจจุบัน พบว่าผู้สอนส่วนมากยังคงสอนแบบบรรยาย เน้นให้ผู้เรียนท่องจำเนื้อหาในบทเรียนที่มีมากเกินไป ผู้เรียนจึงไม่ได้ลงมือปฏิบัติ ไม่ได้ฝึกกระบวนการคิด เนื่องจากได้รับข้อมูลเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนส่วนมากไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาในบทเรียน จากเหตุผลข้างต้นจึงต้องศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ ดังนั้นรูปแบบการสอนโดยใช้เกม (Game Based Learning, GBL) จึงเป็นทางเลือกที่คืออย่างหนึ่งในการเรียนรู้ ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานไปพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ อีกทั้งยังเป็นการลดข้อจำกัดในการเรียนรู้ การรับรู้ของผู้เรียน แรงจูงใจของผู้เรียน ความอยากรู้ อยากเห็นของผู้เรียน ซึ่งเป็นปัญหาที่มักจะพบได้ในผู้เรียนส่วนใหญ่ก็คือ รู้สึกว่าการเรียนรู้เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ ไม่สนุก ต้องอ่านหนังสือจำนวนมาก ไม่อยากเรียน มีกิจกรรมอื่นที่น่าสนใจมากกว่า (วรรัดต์ อินทสระ, 2563) การเรียนรู้ด้วยเกมจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการกลุ่มทางสังคม เช่น

ทักษะกระบวนการกลุ่ม ทักษะความเป็นผู้นำ ฝึกความรับผิดชอบและฝึกการช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจ อีกทั้งนักเรียนยังได้ตื่นเต้น สนุกสนานกับการเรียนรู้ตลอดจนสมาชิกของกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จ นอกจากนี้ยังมีรูปแบบการจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบ 4MAT System ที่เป็นทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน โดยใช้คำถามหลัก 4 คำถาม คือ ทำไม (Why) อะไร (What) อย่างไร (How) และถ้า (If) กิจกรรมการเรียนรู้จะหมุนวนไปตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ และแต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ชั้น ดังนั้นขั้นตอนการเรียนรู้จะมีทั้งสิ้น 8 ขั้นตอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ โดยเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข (นรรักษ์ ผืนเขียว, 2563)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมทำให้ผู้เรียนเกิดแรงกระตุ้นและเกิดแรงจูงใจในการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ รวมถึงกิจกรรมในห้องเรียน อีกทั้งยังส่งเสริมการใช้สมองทั้งสองซีกที่สมดุล ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี ในการนำการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ดเรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function
- (2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function

## 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- (1) แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System

ทิสนา แคมมณี (2556 อ้างถึงใน นูรมา อาลี 2559) McCarthy ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจากแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ของ David Kolb ซึ่งอธิบายว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และกระบวนการจัดกระทำข้อมูล (Processing) นั่นคือการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดจากการที่คนเรารับรู้ข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นไปจัดกระบวนการใหม่ตามความถนัดของตนเอง ซึ่งการรับรู้ของบุคคลมี 2 ช่องทาง ช่องทางที่หนึ่ง คือ ผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (Concrete Experience) และช่องทางที่สอง คือ ผ่านทางความคิดรวบยอดหรือมโนคติที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) ส่วนกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลที่รับรู้นั้นมีลักษณะเช่นเดียวกัน คือ การลงมือปฏิบัติจริง (Active Experimentation) และการสังเกตโดยใช้ความคิดอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation) จากแนวคิดการเรียนรู้ของ Kolb ที่แบ่งรูปแบบการเรียนรู้ตามความแตกต่างของการเรียนรู้เป็น 4 ส่วน

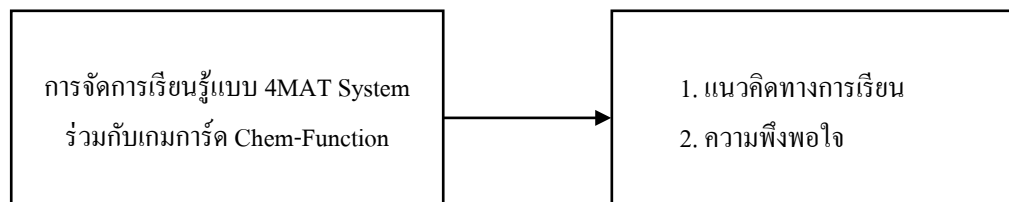
(2) แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม

ธนัญภัทร์ ศรีเนชิวสิน (2564) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนโดยใช้เกม (Game -Based Learning) เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อย่างสนุกสนานและท้าทายความสามารถ โดยผู้เรียนเป็นผู้เล่นเองทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม วิธีการสอนโดยใช้เกมให้มีประสิทธิภาพ คือ การเลือกเกมเพื่อนำมาใช้สอน สามารถทำได้หลายวิธีโดยผู้สอนสามารถสร้างเกมขึ้นมาเองให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอน หรืออาจนำเกมที่มีผู้สร้างขึ้นแล้วมาปรับหรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน หากผู้สอนต้องการสร้างเกมขึ้นมาใช้เอง ผู้สอนต้องมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสร้างเกม และนำไปทดลองใช้หลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจว่าได้ผลดีตามวัตถุประสงค์ การเล่นเกมมีลำดับขั้นตอน หรือบางกรณีอาจจำเป็นต้องควบคุมเวลาในการเล่น ในขณะที่ผู้เรียนกำลังเล่นเกม ผู้สอนควรติดตามสังเกตพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด และควรบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายหลังการเล่น

(3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุริย์พร ธัญญะกิจ (2563) ศึกษาถึงผลการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT เป็นรูปแบบการสอนที่ตระหนักถึงความแตกต่างและความถนัดในการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทาย เนื่องจากเป็นกระบวนการคิดที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอง เป็นการเรียนรู้โดยธรรมชาติส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถเต็มตามศักยภาพ กระบวนการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา รวมทั้งพัฒนาจุดอ่อนของผู้เรียนควบคู่กันไป นอกจากการพัฒนาทางสมอง การพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นย่อมเป็นทักษะสำคัญอีกประการหนึ่ง จึงต้องมีการเรียนแบบช่วยเหลือกัน จะสามารถมีมุมมองด้านทักษะการปฏิสัมพันธ์ในกลุ่ม กระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่บูรณาการรูปแบบให้แก่ผู้เรียนไปพร้อมกัน จะสามารถทำให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองทั้งด้านความรู้ให้มีความคงทนและการพัฒนาทางด้านทักษะทางสังคมไปพร้อมกัน และก่อให้เกิดทักษะที่เป็น Soft Skill ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 นูรมา อาลี (2559) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ศิริพร นันทชัย (2562) ได้ศึกษาผลของการฝึกด้วยเกมการ์ดต่อโมเลกุลเคมีร่วมกับการใช้แบบจำลองโมเลกุลสามมิติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาพบว่า เกมการ์ดต่อโมเลกุลเคมีที่ประกอบด้วย 2 กิจกรรม มีการแบ่งระดับจากง่ายไปยาก มีความเหมาะสมสำหรับใช้ร่วมกับแบบจำลองโมเลกุลสามมิติ เพื่อเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระยะเวลาหลังการทดลองทั้งกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุมมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และคะแนนวิชาเคมีอินทรีย์สูงกว่าระยะก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนภาพศรี สงสัย (2563) ได้ศึกษาผลการใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียน การสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบอร์ดเกม เรื่อง ระบบนิเวศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบอร์ดเกม พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

### 3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### 3.3 สมมติฐานการวิจัย

(1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function สูงกว่าก่อนเรียน

(2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function อยู่ในระดับมาก

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

### 4.1 กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนเอกชนขนาดกลางทางภาคใต้ตอนบน จำนวน 1 ห้องเรียน แผนการเรียนวิทย์-คณิต (SMP) รวม 38 คน ปีการศึกษา 2565 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยสอนในรายวิชาเคมี ผู้วิจัยต้องการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ผลสัมฤทธิ์และแนวคิดทางการเรียนรู้ รวมไปถึงทักษะในด้านต่าง ๆ ให้เพิ่มสูงขึ้น พร้อมทั้งสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function

### 4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function

ตัวแปรตาม ได้แก่ แนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function

### 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 3 ชิ้น ดังนี้

(1) เกมการ์ด Chem-Function วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ประกอบไปด้วย การ์ดธรรมดา 62 ใบ และ การ์ดพิเศษ 1 ใบ รวมเป็น 63 ใบ ลูกเต๋า 1 ลูก ซึ่งแต่ละด้านจะเป็นหมายเลขที่กำหนดหมู่ฟังก์ชันไว้ หมายเลข 1 Ether หมายเลข 2 Aldehyde หมายเลข 3 Ketone หมายเลข 4 Carboxylic Acid หมายเลข 5 Ester และหมายเลข 6 Amide เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของคุณภาพเกมการ์ด Chem-Function ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 โดยรายการการประเมินจะครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหา ด้านคู่มือเกมการ์ด เกมการ์ด และกระบวนการเล่นเกมการ์ด เป็นต้น ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายระดับความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับ เกมการ์ด Chem-Function โดยอ้างอิงจาก บุญชม ศรีสะอาด (2543 อ้างถึงใน วินัส อยู่แถม 2560) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00	แปลผลเป็นระดับความพึงพอใจ มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50	แปลผลเป็นระดับความพึงพอใจ มาก
คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50	แปลผลเป็นระดับความพึงพอใจ ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50	แปลผลเป็นระดับความพึงพอใจ น้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50	แปลผลเป็นระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

(2) แบบวัดแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยนำแบบวัดแนวคิดทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เป็นครูผู้สอนในรายวิชาเคมี มีประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบวัดแนวคิดระหว่างข้อสอบกับ วัดอุปสรรค (Index of item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.95 พร้อมทั้ง ตรวจสอบความถูกต้องด้านภาษา การใช้คำถามให้สอดคล้องกับวัดอุปสรรค จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตาม คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

(3) แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างข้อคำถามกับวัดอุปสรรค (Index of item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 โดยรายการการประเมินจะครอบคลุม การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function ทั้งหมด เช่น ความรู้ ความเข้าใจ ที่ได้จากการ ทำกิจกรรม การบูรณาการความรู้กับการแก้ไขปัญหา เป็นต้น ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายระดับ ความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function โดยอ้างอิงจาก บุญชม ศรีสะอาด (2543 อ้างถึงใน วินัส อยู่เข้ม 2560)

#### 4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 38 คน ในปีการศึกษา 2565 โดยผู้วิจัยแจ้งวัดอุปสรรคและวิธีการ ปฏิบัติในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน และ นำแบบวัดแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบวัดแนวคิด ระหว่างข้อสอบกับวัดอุปสรรคมาทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นดำเนินการจัดการ เรียนรู้ตาม 3 แผนการจัดการเรียนรู้/ 6 ชั่วโมง แล้วให้นักเรียนเล่นเกมการ์ด Chem-Function โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 6 กลุ่ม ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ (Facilitator) คอยแนะนำนักเรียนและตอบ คำถามที่นักเรียนสงสัย หลังจากเสร็จกิจกรรมนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดแนวคิดทางการเรียน เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน หลังการจัดการเรียนรู้ และทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประเมินผลตามขั้นตอนการวิจัยที่ได้กล่าว มาแล้ว

#### 4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลแนวคิดทางการเรียนรู้ของนักเรียน จากแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของ นักเรียน นำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลต่อ การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function นำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ

## 5. ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันก่อนและหลังการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function

การทดลอง	จำนวนนักเรียน (N)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	การทดสอบค่าที่ (t-test)
ก่อนใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function	38	5.89	2.83	36.84**
หลังใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function	38	16.45	2.58	

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากแบบวัดแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนและหลังการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน พบว่า หลังการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.45 ซึ่งสูงกว่าคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function ที่มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 5.89

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนวิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function

ที่	รายการ	S.D.	ความหมาย
1.	รูปแบบกิจกรรมตอบสนองความต้องการของนักเรียน	4.68	มากที่สุด
2.	กิจกรรมสื่อการเรียนรู้ทำให้เข้าใจง่าย	4.79	มากที่สุด
3.	สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.24	มาก
4.	ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.29	มาก
5.	เนื้อหาของกิจกรรมเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน	4.82	มากที่สุด
6.	กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถด้านการสื่อสาร การคิด และการแก้ปัญหา	4.45	มาก
7.	นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจและทักษะตามเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4.74	มากที่สุด
8.	วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4.79	มากที่สุด
9.	นักเรียนมีความสุขสนุกสนานในการทำกิจกรรม	4.42	มาก
10.	นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.79	มากที่สุด
รวม		4.60	มากที่สุด

ข้อมูลจากระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function จำนวน 38 คน ส่วนใหญ่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด แสดงผลดังตารางที่ 2 โดยมีทั้งหมด 10 รายการประเมิน เมื่อพิจารณาความพึงพอใจของนักเรียนแต่ละรายการประเมิน พบว่ารายการประเมินที่ 5 เนื้อหาของกิจกรรมเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน มีระดับคะแนนความพึงพอใจสูงสุด ( $\bar{x} = 4.82$ ) เป็นความพึงพอใจระดับมากที่สุด ส่วนรายการประเมินที่ 3 คือ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมมีความเหมาะสม มีระดับคะแนนความพึงพอใจต่ำที่สุด ( $\bar{x} = 4.24$ ) เป็นความพึงพอใจระดับมาก แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.60$ )

## 6. อภิปรายผล

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

(1) ผลของการพัฒนาแนวคิดทางการเรียน เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function พบว่าคะแนนหลังการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function สูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบวัดแนวคิดทางการเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 5.89$ , S.D. = 2.83) และหลังการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 16.45$ , S.D. = 2.58) ลักษณะเช่นนี้อธิบายได้ว่านักเรียนสามารถพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและแนวคิดทางการเรียนในเรื่อง หมู่ฟังก์ชัน รวมไปถึงถึงทักษะการแก้ปัญหาต่างๆ ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function ได้ในระดับดี ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุรีย์พร ชัญญะกิจ (2563) ได้กล่าวไว้ว่า ผู้สอนมีหน้าที่แนะนำ กระตุ้นให้เกิดการคิด และกิจกรรมที่ส่งผลต่อการพัฒนา การบวนการคิด การจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4MAT เป็นรูปแบบการสอนที่ตระหนักถึงความแตกต่างและความถนัดในการเรียนรู้ของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทาย เนื่องจากเป็นกระบวนการคิดที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอง เป็นการเรียนรู้โดยธรรมชาติส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถเต็มตามศักยภาพ นอกจากนี้ภาศรี สงสัย (2563) กล่าวอีกว่าผลการใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบอร์ดเกมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบอร์ดเกม พบว่าในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

(2) ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function พบว่า โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.82$ ) ผลปรากฏเช่นนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function มีความตื่นตัว สนุกสนาน น่าสนใจ และทำให้เข้าใจเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสุชาติ แสนพิช (2559) ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เกมออนไลน์เพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 80.90/81.67 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจในระดับมาก ( $\bar{x} = 3.87$ ) นอกจากนี้สุชัยภูยา เขื่องกลาง และคณะ (2562) ยังกล่าวอีกว่า การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน โดยใช้เกมมีพีเคเป็นฐาน การศึกษาพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน โดยใช้เกมเป็นฐาน ผู้เรียนมีทักษะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน การเรียนโดยใช้เกมทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง



เรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้แลกเปลี่ยนความคิดและคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน กล้าแสดงออกและยอมรับ ในความคิดเห็นของผู้อื่นมีความมั่นใจการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อระบบการจัดการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น

## 7. ข้อเสนอแนะ

### 7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ผลการพัฒนาครั้งนี้จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT System ร่วมกับเกมการ์ด Chem-Function สามารถพัฒนาแนวคิดทางการเรียนรู้ได้ ครูสามารถนำไปปรับใช้กับการจัดการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา และบริบทของนักเรียนแต่ละพื้นที่

### 7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการทำวิจัยครั้งถัดไป ควรวางแผนและจัดเวลาให้เหมาะสมสำหรับกิจกรรมเกมการ์ด Chem-Function เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

## 8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างสูงจากอาจารย์สุภาพร ดาวลัย อาจารย์ภรทพิทย สุขเพิ่ม อาจารย์อานีชะห์ คือรานิง และอาจารย์ฉัตรกร ชิประวัติชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ที่กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่งในการดำเนินการวิจัยให้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี อีกทั้งคอยให้กำลังใจและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องจนงานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้สอนรายวิชาเคมี ทั้ง 3 ท่านที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องมือให้มีความสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครู โรงเรียนเอกชนขนาดกลางทางภาคใต้ตอนบนที่คอยให้ความช่วยเหลือ แก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา พร้อมทั้งครอบครัวของผู้วิจัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยโดยตลอดการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดีตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

## 9. เอกสารอ้างอิง

- จิราภรณ์ บุตรราช. (2563). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รายวิชาเคมีเข้มข้น เรื่องพอลิเมอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนพิเศษ (TEP) โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (flipped classroom) [รายงานการวิจัย]. <https://bit.ly/3QFoFc9>
- ฉัตรชญา ดิงสะ, อารีรัตน์ ไกกล้า, สุภาพ ตามเมือง, และศักดิ์ศรี สุภาพร. (2561). ผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะผสมผสานกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 1(1), 98-108.
- ธนัญภัทร์ ศรีเนชิวสิน. (2564). การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา. วารสาร มจร บาลีศึกษาศาสตร์และบริหารการศึกษาศาสตร์, 7(3), 42-55.

- นภาศรี สงสัย และทิพรัตน์ ลิทธิวงศ์. (2563). การศึกษาผลการใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียนการสอนรายวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ สื่อนวัตกรรมและการศึกษาเชิงสร้างสรรค์, 3(2), 1-11.
- นรรัชต์ ผืนเขียว. (2563). รูปแบบการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT [ออนไลน์]. true ปลูกปัญญา. <https://bit.ly/3kaVyRI>.
- นุรมา อาลี. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทน ในการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- วรรตต์ อินทสระ. (2563). Game Based Learning The Latest Trend Education 2019 เปลี่ยนห้องเรียนเป็นห้องเล่น [ออนไลน์]. FLIPHTML5. <https://fliphtml5.com/yrrqp/heos>
- วินัส อยู่เข้ม. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวิธีการสอนสตอรี่ไลน์ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
- สุชาติ แสนพิช. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เกมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยบูรพา, 8(2), 1413-1426.
- สุชญญา เอื้องกลาง, ธนดล ภูสีฤทธิ์ และสุทธิพงษ์ หกสุวรรณ. (2562). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยง คณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริง ระดับประถมศึกษา [วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุรีย์พร ธัญญะกิจ. (2563). การเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมพลัง เชิงรุก เพื่อการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 [ผลงานวิชาการ]. ครูพันธุ์ใหม่ดอกท่อม. <https://www.krupunmai.com/6391/>
- Peter T. Bell, Bernat A. Martinez-Ortega and Ashlee Birkenfeld. (2020). Organic Chemistry I Cassino: A Card Game for Learning Functional Group Transformations for First-Semester Students. Journal of Chemical Education, 97(6), 1625-1628.
- Senol Sen. (2021). ChemistDice: A Game for Organic Functional Groups. Journal of Chemical Education, 98(2), 535-539.