ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

THE EFFECT OF USING CONTEXT-BASED LEARNING ACTIVITIES ON GRADE-11 STUDENT LEARNING ACHIEVEMENT IN CHEMISTRY

จินดา พราหมณ์ชู[1], เอกรัตน์ ศรีตัญญู[1], ลัดดา มีศุข[2]
[1]ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การ ศึกษานนทบุรี เขต 2 จำนวน 41 คน หลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ครอบคลุม 7 แนวคิดย่อยในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจคำตอบของนักเรียนแล้วคำนวณหาค่าร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องในแต่ละแนว คิดย่อย ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยทำให้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น โดยก่อนเรียนมีนักเรียนเพียงร้อยละ 30.29 ที่มีแนวคิดถูกต้อง ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 64.72 โดยแนวคิดเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเป็นแนวคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือแนวคิดเรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนครึ่งหนึ่งที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และกลไกของปฏิกิริยาเคมี

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, วิชาเคมี

Abstract

The purpose of this research was to investigate the effect of using context-based learning activities in chemistry, resulting in the hight achievement of forty-one grade 11 students from a school under the office of Nonthaburi Educational Zone 2, in the first semester of the academic year 2009. The data were obtained by a chemistry achievement test. The test included thirty-multiple choice questions that covered seven concepts about rate of the chemical reactions. The percentage of students whose accurate understanding in each concept were analyzed and presented. The results showed that the students had the post-test chemistry learning

achievement higher than the pre-test, which are 64.72% and 30.29%, respectively. The percentage of students scores on the achievement tests ranged from the highest level to the lowest level were the concept of energy, with reaction coordinate, the concept of meaning of rate of reaction, rate law and order of reaction, factors that effect on rate of reaction, respectively. However, half of students still hold misunderstanding in concept of reaction occurrence, measuring rate of reaction and reaction mechanism.

Keywords: Context-based learning, Learning achievement, Chemistry

บทนำ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นสาระหนึ่งที่เป็นพื้นฐานสำคัญที่ทุกคนต้องเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ คือ พัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการศึกษาค้นคว้า การสื่อสาร การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน มีความตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นของการเรียนวิทยาศาสตร์ รวมถึงสามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต [1]

วิชาเคมีเป็นวิชาที่สำคัญแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เนื่อง จากมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวัตถุหรือสสารที่อยู่รอบตัว ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น ผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค เป็นต้น และความรู้ทางด้านเคมียังช่วยให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน [2-4] การจัดการเรียนการสอนจึงควรส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้วิชาเคมีอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในระยะเวลาที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร โดยเมื่อเทียบกับวิชาอื่นๆ วิชาเคมีถูกมองว่าเป็นวิชาที่ยากต่อการเรียนรู้ [5] นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิชาเคมีและไม่ตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นของการเรียนวิชาเคมี [6-8] นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ [9] และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาเคมี โดยเฉพาะในแนวคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานสำคัญในการศึกษาแนวคิดอื่นๆ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเกิดปฏิกิริยาเคมี กลไกของปฏิกิริยาเคมี และปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี [10-11] ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบของเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนยากต่อการทำความเข้าใจเนื้อหาเหล่านั้น เนื้อหาที่มีมากจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจได้หมด ไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาย่อยๆ แต่ละเนื้อหาเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนไปใช้ประโยชน์และแก้ปัญหาในบริบทอื่นๆ นอกเหนือจาก ที่เรียนในห้องเรียนได้ [4,12]

การศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมีและตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นของการเรียนวิชาเคมี และยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีและสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตได้ [13-18] เนื่องจากเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่นำเอา "บริบท" หรือสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่อยู่รอบๆ ตัวนักเรียน ครูผู้สอน และโรงเรียนมาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยการประยุกต์ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีกิจกรรม และทฤษฎีการเรียนรู้จากสถานการณ์ มาเป็นแนวทางในการ

จัดการเรียนรู้ [12] ในกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีการกำหนดบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนหรือบริบทที่นักเรียนสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้นึกถึงและอภิปรายเกี่ยวกับบริบทดังกล่าว นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและคิดหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติงานเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยตนเอง แล้วนำเสนอข้อค้นพบที่ได้และอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง รวมถึงมีการอภิปรายเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทอื่นๆ หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน [12,17]

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นแนวทางให้ครู ผู้สอนจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมี และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design)

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 2 ที่ศึกษาวิชาเคมีในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 8 แผน ที่เน้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการนำสถานการณ์หรือเหตุการณ์มาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ แนวคิด หลักการ และสิ่งต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ (setting focal event) ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนหรือสถานการณ์ที่นักเรียนมีความสนใจ เพื่อให้นักเรียนได้นึกถึงและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวว่าเกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่ อย่างไร และผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร รวมถึงให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาและคิดหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

1.2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน (learning task) ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดในสถานการณ์ดังกล่าว ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนค้นพบความรู้หรือแนวคิดใหม่ๆ

1.3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (learning key concept) ให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดที่สำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบต่างๆ รวมทั้งสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง

1.4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (recontextualise) ครูผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีการประยุกต์ใช้ความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์อื่นๆ หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้นำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านการสอน จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนความเหมาะสมของระยะเวลาและภาษาที่ใช้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความเหมาะสมที่จะ

นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ครอบคลุมแนวคิดต่างๆ ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 แนวคิด ได้แก่ ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยากลไกของปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และกฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา โดยการพัฒนาแบบทดสอบฉบับนี้เริ่มต้นจากการศึกษาเนื้อหาในบทเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แล้วสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร จากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านการสอน จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของข้อคำถามและการสื่อความหมายของข้อคำถาม และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยผ่านการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาแล้ว เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการใช้ภาษาและการสื่อความหมายของข้อคำถามแต่ละข้อ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนจะนำแบบทดสอบไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยก่อนดำเนินการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ประชุมปรึกษาหารือร่วมกับครูผู้ร่วมวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และทำการทดสอบความรู้ก่อนเรียนของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี จากนั้นให้ครูผู้ร่วมวิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 15 คาบ รวมเวลา 6 สัปดาห์ แล้วทำการทดสอบความรู้ของนักเรียนอีกครั้งโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังจากสิ้นสุดการการเรียนการสอน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการตรวจคำตอบจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังการเรียนของนักเรียน จากนั้นคำนวณหาค่าร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องในแต่ละแนวคิดย่อยในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ตารางที่ 1) พบว่าหลังเรียนนักเรียนความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น โดยก่อนเรียนนักเรียนร้อยละ 27.94 มีความเข้าใจถูกต้อง ส่วนหลังเรียนนักเรียนร้อยละ 66.57 มีความเข้าใจถูกต้อง โดยแนวคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องมากที่สุดคือแนวคิดเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา รองลงมาคือเรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีการเกิดปฏิกิริยาเคมี การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและกลไกของปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีก่อนและหลังใช้การใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

เรื่อง	*ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้อง*	
	ก่อนเรียน	**หลังเรียน**
1. ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	12.82	80.49
2. การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	30.34	53.59
3. การเกิดปฏิกิริยาเคมี	35.90	54.88
4. พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา	24.36	85.37
5. กลไกของปฏิกิริยาเคมี	22.22	52.85
6. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	36.83	69.27
7. กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา	33.05	69.51
เฉลี่ย	**27.94**	**66.57**

เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละแนวคิดพบว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวคิดแตกต่างกัน โดยในแนวคิดเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาพบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพียงร้อยละ 24.36 ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 85.37 นักเรียนสามารถระบุประเภทของปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้องว่าเป็นปฏิกิริยาดูดหรือคายพลังงาน และสามารถคำนวณหาพลังงานรวมของปฏิกิริยาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาได้ถูกต้อง

แนวคิดเรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพียงร้อยละ 12.82 ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 80.49 นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยา $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของแก๊สไฮโดรคลอริกในหนึ่งหน่วยเวลา

แนวคิดเรื่องกฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา พบว่าก่อนเรียนนักเรียนร้อยละ 33.05 มีความเข้าใจถูกต้องส่วนหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 69.51 นักเรียนสามารถอธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยพิจารณาจากกฎอัตราที่กำหนดให้ และสามารถอธิบายผลของความเข้มข้นของสารที่เขียนอยู่ในรูปกฎอัตราที่มีต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ เช่น นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าจากกฎอัตรา V = k[A][B] 2 ความเข้มข้นของสาร B มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยามากกว่าความเข้มข้นของสาร A นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถคำนวณหากฎอัตรา ค่าคงที่อัตรา และอันดับของปฏิกิริยาได้ถูกต้อง

แนวคิดเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องร้อยละ 36.83 ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 69.27 นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าอุณหภูมิ ความเข้มของสาร พื้นที่ผิว ตัวเร่ง หรือตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อธิบายว่าปฏิกิริยาที่เกิดในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง สารตั้งต้นมีความเข้มข้นและพื้นที่ผิวมาก จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็ว เช่น นักเรียนอธิบายว่าที่อุณหภูมิ 40 °C สารทำปฏิกิริยาได้รวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 20 °C กรด HCl เข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร ทำปฏิกิริยากับโลหะ Mg ได้รวดเร็วกว่ากรด HCl เข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร อธิบายได้ว่าโลหะ Mg ชิ้นเล็กๆ ทำปฏิกิริยากับกรด HCl ได้รวดเร็วกว่าโลหะ Mg ชิ้นใหญ่ รวมถึงนักเรียน

อธิบายได้ถูกต้องว่าการที่น้ำตาลกลูโคสเผาไหม้ในอากาศที่อุณหภูมิสูง แต่น้ำตาลกลูโคสถูกเผาไหม้ในร่างกายได้เนื่องจากร่างกายมีเอนไซม์ ที่ช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ นอกจากนี้นักเรียนยังอธิบายได้ถูกต้องว่าโลหะ Pt ช่วยเร่งปฏิกิริยา $_2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow {}_2H_2O(l)$ แต่เมื่อสิ้นสุด ปฏิกิริยาปริมาณและคุณภาพของโลหะ Pt ยังเหมือนเดิม หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพแต่คุณสมบัติทางเคมีจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนในเรื่องผลของธรรมชาติของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่านักเรียนบางส่วนยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าปฏิกิริยาใดเกิดช้าที่สุดโดยพิจารณาจากธรรมชาติของสาร รวมถึงนักเรียนอธิบายว่าแก๊ส O_2 กับแก๊ส H_2 ทำปฏิกิริยากันได้เร็วกว่าแก๊ส O_2 กับโลหะ S เนื่องจากพันธะภายในโมเลกุลของแก๊ส O_2 และแก๊ส H_2ไม่แข็งแรง จึงสลายพันธะเก่าและเกิดพันธะใหม่ได้ง่าย

นอกจากนี้ยังพบว่าหลังเรียนมีนักเรียนเพียงครึ่งหนึ่งที่มีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และกลไกของปฏิกิริยาเคมี โดยก่อนเรียนนักเรียนร้อยละ 35.90 มีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องร้อยละ 54.88 นักเรียนอธิบายได้ถูกต้องว่าปฏิกิริยาที่เกิดได้ง่ายที่สุดคือปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถ อธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ นักเรียนอธิบายว่าทิศทางของการชนและพลังงานจลน์ของอนุภาคที่เคลื่อนที่ชนกันเท่านั้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความเร็วของอนุภาคที่เคลื่อนที่ชนกันจะไม่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแต่อย่างใด

แนวคิดเรื่องการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าก่อนเรียนนักเรียนร้อยละ 30.34 มีความเข้าใจถูกต้อง ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 53.59 นักเรียนสามารถอธิบายได้ถูกต้องว่าการวัดการเปลี่ยนแปลงความดันเป็นวิธีที่สะดวกและง่ายที่สุดในการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารในสถานะแก๊ส เช่น $_3H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow {}_2NH_3(g)$ แต่นักเรียนบางส่วนไม่สามารถอธิบายได้ว่าวิธีที่สะดวกและง่ายที่สุดในการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยา $Cl_2(g) + {}_2Br\text{-}(aq) \longrightarrow 2Br_2(g) + 2Cl\text{-}(aq)$ คือ วัดการเปลี่ยนสีที่จางหายไป แนวคิดเรื่องการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่านักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราการเกิด ปฏิกิริยาช่วงใดช่วงหนึ่งได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยได้ ส่วนในแนวคิดเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสมการเคมีกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนอัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีจากสมการเคมีที่กำหนดให้ได้ แต่นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเขียนสมการเคมีจากข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่กำหนดให้ได้

สำหรับแนวคิดเรื่องกลไกของปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นแนวคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหลังเรียนน้อยที่สุด พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องร้อยละ 22.22 ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 52.85 นักเรียนสามารถระบุขั้นตอนที่เกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุดจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาได้ และสามารถอธิบายได้ถูกต้องว่าสารเชิงซ้อนกัมมันต์คือสารใดบ้าง แต่นักเรียนบางส่วนยังตอบไม่ถูกต้องว่าสารมัธยันต์ของปฏิกิริยามีกี่ชนิด

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น โดยก่อนเรียนมีนักเรียนเพียงร้อยละ 27.94 ที่มีความเข้าใจถูกต้อง ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 66.57 โดยแนวคิดเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเป็นแนวคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือเรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา และปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา

การเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนครึ่งหนึ่งที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และกลไกของปฏิกิริยาเคมี

นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่าการนำหลักสูตรต่างๆ ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เช่น หลักสูตร Salters Advanced Chemistry [13-14], Context-Concept Approach [15], Industrial Chemistry [16], Chemie im Kontext [17] และ Chemistry in Context [18] มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการนำบริบทซึ่งเป็นเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ มาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และหลังจากที่นักเรียนเรียนรู้แนวคิดแล้วจึงให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในการอธิบายบริบทอื่นๆ เช่น การนำบริบทเกี่ยวกับ “ผลกระทบของฝนกรดต่อการสึกกร่อนของรูปปั้นหินปูน” มาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้อธิบายบริบทใหม่คือบริบทเกี่ยวกับ “การรับประทานยาลดกรดในกระเพาะอาหาร” นักเรียนจึงได้ทบทวนความรู้ที่มีอยู่ในบริบทต่างๆ เป็นผลให้เกิดการปรับปรุง ขยาย หรือสะสมความรู้จนกลายเป็นความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น เรียกการเรียนรู้ในลักษณะนี้ว่า “Drip feed approach” [19]

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานยังเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่หลากหลายเพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ได้แก่ กิจกรรมการทดลอง กิจกรรมการเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมย และการให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น จึงส่งผลทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่อยู่ในระดับจุลภาค (Micro level) ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ง่ายขึ้น โดยในการทำกิจกรรมการทดลองต่างๆ ได้แก่ การทดลองเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา ปัจจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของสาร ความเข้มข้นของสาร พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่ง และตัวหน่วงปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง ได้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นจริง จึงทำให้นักเรียนเห็นที่มาของแนวคิดและเข้าใจแนวคิดต่างๆ ได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือการทำกิจกรรมการทดลอง [20] เนื่องจากการทดลองเป็นตัวแทนของแนวคิดและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวเชื่อมโยงความรู้ในระดับจุลภาคกับความรู้ในระดับมหภาค (Macro level) เข้าด้วยกัน [21] กล่าวคือการทำกิจกรรมการทดลองทำให้นักเรียนได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การอธิบาย อภิปราย และลงข้อสรุปเป็นความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ [1] นอกจากนี้กิจกรรมในลักษณะการเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมย เช่น กิจกรรมการเปรียบเทียบ “กลไกของปฏิกิริยาเคมี” กับ “วิธีการผลิตกรอบรูป” ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องกลไกของปฏิกิริยาได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าการใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมยในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมได้โดยการเชื่อมโยงหรือเปรียบเทียบกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมและนักเรียนมีความคุ้นเคย [22] อีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานยังเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ ร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้มีโอกาสสะท้อนความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอนและเพื่อนๆ ในชั้นเรียน จึงส่งผลทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยการปรับเปลี่ยนความเข้าใจเดิมให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดที่กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้มีการอภิปรายกลุ่มช่วยทำให้นักเรียนได้ข้อมูลและความคิดเห็นที่

หลากหลาย จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขึ้น [23]

เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือ การใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายมาใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อการเรียนรู้ประเภทภาพเคลื่อนไหวซึ่งเหมาะสำหรับเนื้อหาเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีบางเนื้อหาที่ไม่สามารถให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงได้ เช่น เนื้อหาเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ทฤษฎีการชนและทฤษฎีสารเชิงซ้อนกัมมันต์) เป็นต้น ดังนั้นการให้นักเรียนได้เห็นภาพเคลื่อนไหวเกี่ยวกับเนื้อหาดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าการใช้ภาพเคลื่อนไหวในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีจะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้ เนื่องจากทำให้นักเรียนมองเห็นภาพในระดับโมเลกุลหรืออะตอมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น กล่าวคือ ช่วยทำให้นักเรียนมองเห็นว่าอนุภาคของสารแต่ละชนิดมีโครงสร้างและมีการเคลื่อนที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมี [24]

อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีนักเรียนครึ่งหนึ่งที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และกลไกของปฏิกิริยาเคมี ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการเรียนรู้ในแนวคิดดังกล่าวต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในเรื่องต่างๆ เช่น ในแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในเรื่องคุณสมบัติของแก๊ส แนวคิดเรื่องการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในเรื่องคุณสมบัติเฉพาะของสาร เป็นต้น โดยนักเรียนอาจจะไม่มีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดพื้นฐานดังกล่าว จึงส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่เคยเรียนมาประยุกต์ใช้ในการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ และสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้องอาจเนื่องมากจากนักเรียนสับสนกับคำศัพท์เฉพาะ โดยเฉพาะในแนวคิดเรื่องกลไกของปฏิกิริยาเคมีซึ่งมีคำศัพท์เฉพาะต่างๆ ที่นักเรียนต้องเรียนรู้ เช่น สารมัธยันต์ (Intermediate) สารเชิงซ้อนกัมมันต์ (Activated complex) เป็นต้น

ข้อเสนอแนะและการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1. ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความเข้าใจเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรม โดยเน้นการทดลองที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้กิจกรรมการเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมย เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด และต้องคำนึงถึงความรู้เดิมและความรู้พื้นฐานของนักเรียน รวมถึงต้องเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายและแสดงแนวคิดที่อยู่ในระดับจุลภาคให้เป็นรูปธรรมชัดเจน

2. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ครูผู้สอนควรศึกษาและเลือกบริบทที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา สามารถเข้าใจได้ง่ายและเป็นบริบทที่นักเรียนมีความคุ้นเคย ทั้งนี้เพื่อกระชับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเนื้อหาวิชาเคมีอื่นๆ และศึกษาผลที่มีต่อผลการเรียนรู้ในด้านอื่นๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

4. เนื่องจากบริบทเป็นสิ่งสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดังนั้นควรมีการสำรวจความรู้ความเข้าใจและความสนใจของนักเรียนที่มีต่อบริบทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ต้องการจะสอน ทั้งนี้เพื่อคัดเลือกบริบทที่มีความเหมาะสมไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ดร.เอกรัตน์ ศรีตัญญู อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รศ.ดร.ลัดดา มีศุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และอาจารย์สุธี ควนสุวรรณ ครูผู้ร่วมวิจัย ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ รวมถึงสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

[2] สุนันทา วิบูลย์จันทร์; และคณะ. (2545). เคมี: วิชาแกนทางวิทยาศาสตร์ 1. กรุงเทพมหานคร: เพียร์สันเอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.

[3] Kumbar, M. M. (2003). *Chemistry in a Day of Student's Life.* U.S.A.: iUniverse, Inc.

[4] Sirhan, G. (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview, *Journal of Turkish Science Education,* 4(2), 2-20.

[5] ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย; และคณะ. (2551). *เคมี 1.* กรุงเทพมหานคร: แมคกรอ-ฮิล.

[6] Banya, S. K. (2004). *Study of Factors Affecting Attitudes of Young Female Students Toward Chemistry at the High School Level.* U.S.A.: Universal-Publishers.

[7] Osborne, J. and Collins, S. (2000). *Students' and Parents' Views of the School Science Curriculum.* London: King's College London.

[8] Salta, K. and Tzougraki, C. (2004). Attitudes Toward Chemistry Among 11th Grade Students in High Schools in Greece, *Science Education,* 28(4), 535-547.

[9] สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์กรมหาชน). ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 4 ปีการศึกษา 2550 (มัธยมศึกษาปีที่ 6). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.niets.or.th. 2551.

[10] มนตรี เชื้อพันธ์งาม. (2544). *การวิเคราะห์มโนมติคลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[11] Horton, C. *Student Alternative Conceptions in Chemistry.* [online]. Available: http://www.daisley.net/hellevator/misconceptions/misconceptions.pdf. 2001.

[12] Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education, *International Journal of Science Education,* 28(9), 957-976.

[13] Bennett, J. and Lubben, F. (2006). Context-based Chemistry: The Salters approach, *International Journal of Science Education,* 28(9), 999-1015.

[14] Ramsden, J. M. (1997). How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16?, *International Journal of Science Education,* 19(6), 697-710.

[15] Bulte, A. et al. (2006). A Research to Designing Chemistry Education using Authentic Practices as Contexts, *International Journal of Science Education,* 28(9), 1063-1086.

[16] Hofstein, A. and Kesner, M. (2006). Industrial Chemistry and School Chemistry: Making chemistry studies more relevant, *International Journal of Science Education,* 28(9), 1017-1039.

[17] Parchmann, I. et al. (2006). Chemie im Kontext: A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach, *International Journal of Science Education,* 28(9), 1041-1062.

[18] Schwartz, A. T. (2006). Contextualized Chemistry Education: The American experience, *International Journal of Science Education,* 28(9), 977-998.

[19] Bennett, J. and Holman, J. (2002). Context-based Approaches to the Teaching of Chemistry: What are they and What are their Effects?. In Gilbert, J. K. et al. (eds.). *Chemical Education: Toward Research-based Practice.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 165-184.

[20] Justi, R. (2003). Teaching and learning Chemical Kinetics. In Gilbert, J. K. et al. (eds.). *Chemical Education: Toward Research-based Practice.* Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

[21] Tsaparlis, G. (2009). Learning at the Macro Level: The Role of Practical Work. In Gilbert, J. K. and Treagust, D. (eds.). *Multiple Representations in Chemical Education.* Netherlands: Springer.

[22] Aubusson, P. J. et al. (2006). *Metaphor and Analogy in Science Education.* Netherlands: Springer.

[23] ทิศนา แขมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[24] Lewis, S. (2004). *Using ICT to Enhance Teaching and Learning in Chemistry.* London: Royal Society of Chemistry.