



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การวิจัยและประเมินทางการศึกษา)

ปริญญา

การวิจัยและประเมินทางการศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Development of Assessment Tool for Evaluating Matthayom Suksa 4
Students' Analytical Thinking in Chemistry Using Mind Map

นามผู้วิจัย นางสาววรรณิสา แดงทรัพย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วสันต์ ทองไทย, กศ.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์เอกรัตน์ ทานาค, ประ.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(อาจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Development of Assessment Tool for Evaluating
Matthayom Suksa 4 Students' Analytical Thinking in Chemistry Using Mind Map

โดย

นางสาววรรณิสา แดงทรัพย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การวิจัยและประเมินทางการศึกษา)

พ.ศ. 2556

วรรณิสา แดงทรัพย์ 2556: การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี
จากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรินญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
(การวิจัยและประเมินทางการศึกษา) สาขาวิชาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา ภาควิชาการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันดี ทองไทย, กศ.ด. 146 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะคือ 1) เพื่อศึกษาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด 2) เพื่อกำหนดเกณฑ์สำหรับการแปลความหมายคะแนนที่ได้จากเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด 3) เพื่อจัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 49 คน

วิธีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด แล้วศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิด และวิชาเคมี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ และเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ แล้วกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์ 2) สร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด 3) ตรวจสอบความตรงตามทฤษฎีโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเกณฑ์การให้คะแนน แผนการจัดการเรียนรู้ และเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนที่กำหนด 4) นำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อตรวจสอบความเที่ยง ปรับปรุงเครื่องมือ 5) กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนน 6) สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือ

ผลการวิจัยสรุปว่า 1) เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีความตรงตามทฤษฎีโดยมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.66-1.00 มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในของเครื่องมือเท่ากับ 0.92 เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นปรนัยและความสามารถในการนำไปใช้ 2) เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนจากเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถแปลระดับการคิดวิเคราะห์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของเครื่องมือที่กำหนดไว้ 3) คู่มือการใช้แบบวัดที่จัดทำขึ้นมีความเป็นปรนัย

Wannisa Tangsup 2013: The Development of Assessment Tool for Evaluating Matthayom Suksa 4 Students' Analytical Thinking in Chemistry Using Mind Map. Master of Education (Educational Research and Evaluation), Major Field: Educational Research and Evaluation, Department of Education. Thesis Advisor: Assistant Professor Wasan Thongthai, Ed.D. 146 pages.

The objective of this research is to develop the assessment tool for evaluating matthayom suksa 4 students' analytical thinking in chemistry using mind map. There are three specific objectives, 1) to construct validity, reliability, objectivity and usability, 2) to specify the criterion for the interpretation of this method and 3) to provide the manual for the assessment tool, respectively. The target population is 49 students in matthayom suksa 4/2 Triamudomsuksanomklao school.

The assessment tool for evaluating matthayom suksa 4 students' analytical thinking in chemistry using mind map have been constructed through the following steps; 1) defined the objectives for the development of the assessment tool for evaluating matthayom suksa 4 students' analytical thinking in chemistry using mind map. Then studied concept, theory including documents and researches related in analytical thinking, mind map and chemistry to define factors of the analytical thinking and to construct the assessment tool, 2) constructed tool for evaluating matthayom suksa 4 students' analytical thinking in chemistry using mind map, 3) reviewed the construct validity, reviewed lesson plans and criterion for the interpretation of assessment tool by specialist, 4) verified and improved quality of the assessment tool, 5) defined criterion for the interpretation of this method, 6) constructed the manual of the assessment tool

The results revealed that: 1) the assessment constructed is validity. The item objective congruence index, were in the range of 0.66-1.00. The internal consistent reliability of the assessment tool is 0.92 which are objective and usability, 2) the criterion for interpretation of assessment tool in each factor and overall are accurate with the objectives of the assessment tool, 3) the manual for the assessment tool are objective.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ ทองไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ อาจารย์เอกรัตน์ ทานาค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์อย่างดียิ่งตลอดมา และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ และพันโทหญิง ดร.วรรณรัตน์ ศรีกนก ที่ให้ความกรุณาเป็นประธาน การสอบ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกในการสอบวิทยานิพนธ์ปากเปล่าขั้นสุดท้าย เพื่อให้วิทยานิพนธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อีกทั้งขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาการวิจัยและประเมิน การการศึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ปลูกฝังคุณลักษณะที่ดีให้แก่ผู้วิจัยด้วยความรัก และความปรารถนาดียิ่งตลอดมาไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้การ สนับสนุนมอบทุนการศึกษาและทุนอุดหนุนการค้นคว้าวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา ตลอดจนการศึกษา ของผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ้ายคำตา ว่าที่ ร.ท.ดร.วงษ์สถิตย์ วัฒนเสรี และ อาจารย์จิตรรา พิณโอภาส ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ให้การวิจัย ครั้งนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร ครู และนักเรียน โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ที่ให้ ความร่วมมือและช่วยเหลือผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุเทพ แดงทรัพย์ คุณแม่นงนุช แดงทรัพย์ และพี่ชาย ที่เป็นแรงใจสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในวันนี้ และขออุทิศความดีของวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้แด่คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่งของผู้วิจัย ตลอดจนบูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณ ทุกท่าน

วรรณิสา แดงทรัพย์

มิถุนายน 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
การคิดวิเคราะห์	8
ความรู้เกี่ยวกับแผนที่ความคิด	15
วิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	28
การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39
กรอบแนวคิดในการวิจัย	51
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	52
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	62
ผลการวิจัย	62
ข้อวิจารณ์	73
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	81
สรุปผลการวิจัย	81
ข้อเสนอแนะ	87

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	89
ภาคผนวก	96
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	97
ภาคผนวก ข ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	99
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4	107
ภาคผนวก ง แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี	124
ภาคผนวก จ ผลการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของ กลุ่มตัวอย่างและคะแนนจากแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ	140
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างผลงานแผนที่ความคิดของนักเรียน เรื่องธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี	143
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	146

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิดในงานวิจัยเรื่องการใช้แผนที่ความคิดเพื่อสร้างเสริมทักษะการสรุปความคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	26
2	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิดในงานวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์	27
3	กำหนดการสอน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ	57
4	เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิด	66
5	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คน	68
6	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	69
ตารางผนวกที่		
1	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างประเด็นต่าง ๆ ในเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด	100
2	เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิด	115
3	เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดเรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
4	ผลการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของกลุ่มตัวอย่าง และคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ	141



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด	53
ภาพผนวกที่		
1	ตัวอย่างกิ่งความคิดหลัก กิ่งความคิดรอง และกิ่งความคิดย่อย ในแผนที่ความคิด	117
2	ตัวอย่างแผนที่ความคิดเรื่องธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี	121
3	ตัวอย่างผลงานแผนที่ความคิดของนักเรียน เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี	144
4	ตัวอย่างผลงานแผนที่ความคิดของนักเรียน เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี	145

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์ทุกคนทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้นำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งที่มีอยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและเป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาสมบัติองค์ประกอบ และโครงสร้างของสสารรวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่เกิดขึ้นภายในสสาร ดังนั้นจึงมีเนื้อหาของวิชาเคมีบรรจุสอดแทรก หรือเพิ่มเติมอยู่ในวิทยาศาสตร์ทุกแขนงวิชา อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่ถูกนำไปประยุกต์ในศาสตร์สาขาต่าง ๆ ทางเทคโนโลยี เช่น วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีการแพทย์ เกษศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ เป็นต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื้อหาเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของธาตุตามหมู่และคาบ ปฏิริยาและสมบัติของธาตุและสารประกอบของธาตุต่าง ๆ เป็นหน่วยการเรียนรู้หน่วยหนึ่งที่เป็นเนื้อหาที่มีความยากแก่การเข้าใจ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (นาวัน มัตนาวี, 2546) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อหามีรายละเอียดมาก มีความซับซ้อนและ

มีความเชื่อมโยงในแต่ละเนื้อหา ซึ่งนักเรียนต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ในการทำความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องนี้

การสร้างแผนที่ความคิดเป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์เนื้อหา เชื่อมโยงและจัดระบบความคิด ทำให้สรุปองค์ความรู้ได้ ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีการนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ซึ่งแผนที่ความคิด คิดค้นโดยโทนี บูซาน ที่ได้นำความรู้เรื่องสมองมาปรับใช้กับการเรียนรู้ โดยพัฒนาการจากการจดบันทึกที่เป็นตัวอักษร เป็นบรรทัด ใช้ปากกาสีเดียวมาเป็นการบันทึกด้วย คำ ภาพ สัญลักษณ์ แบบแผ่ออกเป็นรัศมีออกรอบ ๆ ศูนย์กลาง (ขวัญฤดี ผลอนันต์ และ ธัญญา ผลอนันต์, 2550) จากข้อค้นพบในงานวิจัยของ ยุพิน เกตุดี (2549) ได้ให้ความเห็นว่า เทคนิคแผนที่ความคิดเป็นเทคนิคที่ช่วยพัฒนารูปแบบการคิดเชื่อมโยงรายละเอียดและประเด็นสำคัญต่าง ๆ ของข้อมูลที่ได้รับ ทำให้เข้าใจถึงความสำคัญและความสัมพันธ์ของประเด็นต่าง ๆ และรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ ได้ ซึ่งจะช่วยในการพัฒนาให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น สามารถลำดับประเด็นต่าง ๆ ตามความสำคัญได้อย่างเป็นระบบไม่สับสน ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สัมฤทธิ์ บุญนิยม (2548) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีสอนโดยใช้แผนที่ความคิด และวิธีสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่สอนด้วยวิธีสอนโดยใช้แผนที่ความคิด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนด้วยวิธีสอนตามคู่มือครู และยังสอดคล้องกับปรีชา สุขเจริญ (2549) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิด กับนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบ วัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิดสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นแผนที่ความคิดจึงเหมาะในการใช้พัฒนาการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีการวิเคราะห์เชื่อมโยงองค์ประกอบ และพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากแผนที่ความคิดจะใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วแผนที่ความคิดยังเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (ธัญญา ผลอนันต์ และ นพพล จำปา, 2551) ซึ่งการประเมินผลเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

การประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะจะทำให้ผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทราบถึงความรู้ความสามารถและความถนัดของผู้เรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขจุดบกพร่องและพัฒนาตนเองได้เต็มความสามารถ และเพื่อให้สามารถประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ที่แท้จริงของผู้เรียนได้ ครูผู้สอนจะต้องมีการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย มีประสิทธิภาพและมีการประเมินผลอย่างต่อเนื่องเพื่อจะได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคนได้ การประเมินที่ดีต้องการการวางแผนและการออกแบบอย่างระมัดระวัง การวางแผนในการประเมิน เริ่มด้วยการกำหนดลักษณะเฉพาะของโดเมนในการกำหนดมโนทัศน์หลักที่สำคัญและระบุเนื้อหาและทักษะในแต่ละมโนทัศน์กรอบแนวคิดในการประเมินที่จะนำมาใช้บ่งชี้ให้เห็นถึงการแจ่มแจ้งในองค์ประกอบของการวัดทั้งเนื้อหาและระดับทักษะหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งในการวัดและประเมินทางการศึกษานั้น ต้องอาศัยเครื่องมือที่มีคุณภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการตรงตามความต้องการ และมีความน่าเชื่อถือ สามารถนำไปใช้ในการประเมินและตัดสินใจ คุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นยิ่ง (พรทิพย์ ไชยโส, 2545)

จากการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยที่ได้รับมอบหมายให้สอนวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ได้เห็นความสำคัญของการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ มีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และจากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น งานวิจัยของ ยุพิน เกตุดี (2549) และอังคณา เลิศศรี (2550) พบว่า แผนที่ความคิดเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการฝึกวิเคราะห์เนื้อหา จัดระบบความคิด ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการนำแผนที่ความคิดมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนจำนวนมาก แต่ในงานวิจัยจะไม่เน้นถึงเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินแผนที่ความคิด ไม่ได้เน้นการสร้างหรือพัฒนาเครื่องมือ และมีการหาคุณภาพของเครื่องมือด้วยการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น ซึ่งในการประเมินทางการศึกษานั้นต้องอาศัยเครื่องมือที่มีคุณภาพ และมีการออกแบบเพื่อการประเมินที่ดี เพื่อที่จะทำให้ได้พัฒนาการเรียนรู้อของผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับครูในการประเมินการคิดวิเคราะห์ และนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะคือ

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด
2. เพื่อกำหนดเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนที่ได้จากเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด
3. เพื่อจัดทำคู่มือในการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เครื่องมือ เกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน และคู่มือในการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับครูในการตรวจสอบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และครูได้ข้อมูลจากผลการประเมินไปส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนานักเรียนให้มีการคิดวิเคราะห์ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ
2. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 จำนวน 49 คน

3. รูปแบบของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี จากแผนที่ความคิด มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ โดยครูเป็นผู้ประเมินแผนที่ความคิด ที่นักเรียนสร้างขึ้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

4. คุณภาพของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยความตรงตามทฤษฎี ความเที่ยง ความเป็นปรนัย และความสามารถในการนำไปใช้

นิยามศัพท์

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาเคมีออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อหาส่วนสำคัญของหลักการขององค์ประกอบนั้น และหาความสัมพันธ์ ความเกี่ยวพันของเนื้อหา และหาหลักการที่เนื้อหานั้นยึดอาศัย จนเกิดความชัดเจน เพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการคิดวิเคราะห์ มี 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยแสดงออกมาจากการสร้างแผนที่ความคิดในวิชาเคมี

การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ ขององค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาเคมีได้ โดยแสดงออกจากการเขียนคำสำคัญต่างๆ ของเนื้อหาออกมาเป็นกิ่งความคิดต่าง ๆ ในแผนที่ความคิดได้ครอบคลุมเนื้อหา

การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้อง สอดคล้อง หรือขัดแย้งของประเด็นย่อย ๆ ของเนื้อหาในวิชาเคมี โดยแสดงออกจากการเชื่อมโยงกิ่งความคิดต่างๆ ในแผนที่ความคิดได้ถูกต้อง

การคิดวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ของเนื้อหาวิชาเคมี หาหลักสำคัญที่เนื้อหานั้นเชื่อมโยงและยึดอาศัย ซึ่งแสดงออกจากการเขียนคำสำคัญที่เป็นหลักสำคัญในเนื้อหานั้น ๆ และเขียนเป็นกิ่งความคิดหลักและกิ่งความคิดรองได้ถูกต้อง

เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด หมายถึง เครื่องมือหรือวิธีการประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของนักเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด ได้แก่ แบบประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมี และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ ซึ่งประเมินจากผลของการสร้างแผนที่ความคิดของนักเรียนหลังจากที่ได้จัดกระบวนการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

ความตรงของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้อย่างครอบคลุมตามนิยามครบถ้วน ซึ่งตรวจสอบความตรงตามทฤษฎีโดยวิธีเชิงเหตุผล ด้วยการให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิดและด้านการสอนวิชาเคมีจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของนิยามศัพท์ว่ามีความชัดเจนเหมาะสมและครอบคลุมถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการคิดวิเคราะห์หรือไม่ พิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การพิจารณา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50

ความเที่ยงของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ผลของการวัดมีความคงเส้นคงวา ถ้าหากวัดซ้ำจะได้ผลเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง โดยการตรวจสอบความสอดคล้องภายในด้วยการคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงความเป็นเอกพันธ์ของเครื่องมือ ตรวจสอบความสอดคล้องของผลการประเมินแผนที่ความคิดจากครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนที่ใช้เครื่องมือประเมินแผนที่ความคิด และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

ความเป็นปรนัยของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือซึ่งประกอบด้วย มีความถูกต้องทางวิชาการ มีเกณฑ์การให้คะแนนที่แน่นอนไม่ขึ้นอยู่กับการณ์และเวลาของผู้ตรวจ ภาษาที่ใช้ชัดเจน ซึ่งตรวจสอบความเป็นปรนัยจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 คน โดยให้ครูทั้ง 2 คน ศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยทดลองประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นจำนวน 10 แผนที่ความคิด ตรวจให้คะแนน แปลความหมายคะแนน และผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูทั้ง 2 คน หลังจากการทดลองใช้เครื่องมือ

ความสามารถในการนำไปใช้ของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือซึ่งประกอบด้วย การนำไปใช้ได้ง่าย สะดวก ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ใช้เวลาพอเหมาะ ให้คะแนนง่าย สะดวก รวดเร็ว แปลผลง่ายและนำไปใช้ได้สะดวก ซึ่งตรวจสอบความสามารถในการนำไปใช้จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 คน โดยให้ครูทั้ง 2 คนศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยทดลองประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นจำนวน 10 แผนที่ความคิด ตรวจสอบให้คะแนน แปลความหมายคะแนน และผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูทั้ง 2 คน หลังจากการทดลองใช้เครื่องมือ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การคิดวิเคราะห์
2. วิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. แผนที่ความคิด
4. การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การคิดวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้แยกประเด็นการศึกษาเรื่องการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้ ความหมายของการคิดวิเคราะห์ องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ และการประเมินความสามารถของการคิดวิเคราะห์

ความหมายของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549: 24) และสุวิทย์ มูลคำ (2550: 9) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์สอดคล้องกันว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่เกิดขึ้น

ลักขณา สิริวัฒน์ (2549: 69) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่า ประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 54-55) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดและจำแนกแยกแยะข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ขององค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้นๆ สามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏได้อย่างชัดเจน รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุ ส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร อาศัยหลักการใด จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ทำนายหรือคาดการณ์ สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

จากความหมายของการคิดวิเคราะห์ที่กล่าวมานั้น สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของเนื้อหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อหาส่วนสำคัญของหลักการขององค์ประกอบนั้น และหาความสัมพันธ์ ความเกี่ยวพันของเนื้อหา และหาหลักการที่เนื้อหานั้นยึดอาศัย จนเกิดความชัดเจนเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ได้อย่างถูกต้อง

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

การประเมินการคิดวิเคราะห์จำเป็นต้องมีองค์ประกอบในการสร้างเครื่องมือ ซึ่งมีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบในการประเมินการคิดวิเคราะห์ดังนี้

Bloom (1974) เสนอว่า บุคคลมีการเรียนรู้ทั้งทางด้านสติปัญญาหรือความคิดทางด้านจิตใจ และทางด้านการกระทำ ซึ่งการคิดของบุคคลนั้นมีเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากการเรียนรู้ การเข้าใจ และพัฒนาต่อไปถึงขั้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งในระดับการวิเคราะห์ จำแนกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis of Elements) เป็นการแยกส่วนของข้อมูลที่มีอยู่เป็นส่วนย่อย แยกข้อเท็จจริงออกจากสมมติฐาน แยกความเป็นจริงจากข้อความทั่วไป เพื่อพิจารณาว่าส่วนใดเป็นความจริง ส่วนใดเป็นค่านิยม และส่วนใดเป็นความคิดเห็น ดังนั้นการวิเคราะห์เนื้อหาจึงต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ การตระหนักรู้ถึงประเด็นต่าง ๆ ของข้อมูล การจำแนกความจริงออกจากสมมติฐาน การจำแนกความจริงออกจากข้อความเป็นปฏิกิริยา

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ทั้งข้อมูลหลักและข้อมูลย่อย ข้อสรุป สมมติฐาน และหลักฐานต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ต้องอาศัยความสามารถต่าง ๆ ได้แก่ การทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดในข้อความ การระบุเหตุผลที่สนับสนุนการตัดสินใจ การระบุความจริง สมมติฐาน หรือข้อโต้แย้งที่นำมาใช้ในการสนับสนุนข้อความนั้น การตรวจสอบสมมติฐาน การจำแนกความสัมพันธ์ของเหตุและผลออกจากความสัมพันธ์อื่น ๆ การระบุข้อมูลที่ขัดแย้ง และแยกแยะสิ่งที่ตรงกันและไม่ตรงกันกับข้อมูล การสืบหาความผิดปกติของข้อมูลตามหลักตรรกะ การสร้างความสัมพันธ์และแยกรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญออกจากกัน

3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นการวิเคราะห์ระบบหลักการ และระบุความชัดเจนของโครงสร้าง โดยต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์ และมโนทัศน์ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถต่าง ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์รายละเอียดของงาน ความสัมพันธ์ของข้อมูล และความหมายขององค์ประกอบต่าง ๆ การวิเคราะห์รูปแบบในการนำเสนอข้อมูล จุดประสงค์ในการนำเสนอข้อมูล ความเห็นและความรู้สึกของผู้ที่เสนอข้อมูล การวิเคราะห์ถึงมโนทัศน์ของผู้เสนอข้อมูล ความสามารถในการระบุส่วนที่เป็นการโฆษณาชวนเชื่อและการระบุส่วนที่เป็นอคติของผู้นำเสนอข้อมูล

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549: 26-30) ได้สรุปองค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรง คือตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรง แต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏ อันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ โดยเกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจที่แต่ละบุคคลสร้างขึ้นในการตีความนั้น ย่อมแตกต่างกันไปตามความรู้ ประสบการณ์ และค่านิยมของแต่ละบุคคล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่วิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง มีทั้งหมดหมู่ จัดลำดับความสำคัญอย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม นักคิดวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสาม ดังนี้ คือ ต้องเป็นคนที่ช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินแล้ว เหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัยเมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยไป แต่หยุดพิจารณา ขบคิดไตร่ตรอง และต้องเป็นคนที่ช่างถามชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบๆ ข้าง เกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้ เรื่องนั้น เชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้มีใครเกี่ยวข้องบ้าง เกี่ยวข้องกันอย่างไร เมื่อเกิดเรื่องนี้จะส่งผลกระทบอย่างไรบ้าง สิ่งนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีแนวทางแก้ปัญหาอะไรบ้าง

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 22) ได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวใด ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ว่าสิ่งนั้นประกอบกันอยู่เช่นไร แต่ละอันคืออะไร มีความเกี่ยวพันกันอย่างไร อันใดสำคัญมากน้อย ซึ่งพฤติกรรมนี้สามารถแยกออกเป็น 3 ข้อย่อยคือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เรียกได้ว่าเป็นการแยกแยะหาหัวใจของเรื่อง

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

จากการศึกษาองค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้องค์ประกอบตามแนวคิดของ Bloom เพราะ Bloom เป็นต้นแบบในการกำหนดพฤติกรรมของการคิดวิเคราะห์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

การประเมินการคิดวิเคราะห์

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543) กล่าวถึงการประเมินการคิดวิเคราะห์ว่าเป็น การศึกษาหาระดับความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหา ต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายอะไร แต่ละส่วนย่อยๆ ที่สำคัญเกี่ยวกันอย่างไร และ เกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด โดยสรุปว่าการประเมินการคิดวิเคราะห์ จะต้องประเมิน ทั้ง 3 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการค้นหามูลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของ เรื่องราว ผลคุณลักษณะเด่นของเรื่องราวในแง่มุม ตัวอย่างคำถาม เช่น ข้อความนี้กล่าวถึงสิ่งสำคัญ ใด ที่กล่าวเช่นนั้นเพื่อให้เกิดอะไร เหตุใดจึงกล่าวเช่นนั้น เป็นต้น
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร ตัวอย่าง คำถาม เช่น เหตุใดแสงจึงเร็วกว่าเสียง สองสิ่งใดเกี่ยวข้องกันมากที่สุด เพราะเหตุใดจึงโค้งตาม แนวโค้งของโลก เป็นต้น
3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึดหลักการ ใด มีเทคนิค หรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด เป็นต้น

สุวิทย์ มูลคำ (2550: 21-24) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดโดยใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลัก เป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างละเอียด จากเหตุไปสู่ผล ตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ใน เชิงเหตุและผลความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง สรุปการประเมิน การคิดวิเคราะห์ได้ว่าจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของ สิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ข้าว ข้อความหรือ เหตุการณ์ เป็นต้น

ตัวอย่างคำถามการวิเคราะห์ส่วนประกอบ

- ส่วนประกอบของพืช มีอะไร
- อะไรเป็นสาเหตุสำคัญของการระบาดของไข้หวัดนกในประเทศไทย
- องค์ประกอบสำคัญของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์มีอะไร
- สาระสำคัญของการปฏิรูปการเรียนรู้คืออะไร

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างคำถามการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์

- การเกิดภัยธรรมชาติ มีส่วนสัมพันธ์กับระบบนิเวศอย่างไรบ้าง
- การที่ครอบครัวมีปัญหา ส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนอย่างไรบ้าง
- การพัฒนาประเทศกับการศึกษา มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่านและรูปแบบของภาษาที่ใช้ เป็นต้น

ตัวอย่าง คำถามการวิเคราะห์หลักการ

- หลักการสำคัญของศาสนาพุทธ ได้แก่อะไร
- ความมุ่งหมายของการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

ประกอบด้วยอะไรบ้าง

กั้วล เทียนกันท์เทศน์ (2540: 34-35) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า ความสามารถด้านการวิเคราะห์เป็นความสามารถที่มองเห็นหลักการองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรอง สาระสำคัญและรายละเอียดปลีกย่อย นับเป็นความสามารถสูงกว่าความเข้าใจ การมองเห็นความแตกต่างระหว่างกฎ ทฤษฎี และกระบวนการต่าง ๆ จัดเป็นความสามารถทางด้านการคิดวิเคราะห์

ทิสนา แหมมณี และคณะ (2544: 25) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องประเมินทั้ง 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์หลักการคือความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูล การวิเคราะห์เนื้อหา คือ ความสามารถในการแยกข้อมูล เนื้อเรื่องตามหลักเกณฑ์ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ

จากหลักการประเมินการคิดวิเคราะห์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินการคิดวิเคราะห์ ได้ว่า การประเมินการคิดวิเคราะห์จะต้องประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

จากการศึกษาเรื่องการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของเนื้อหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อหาส่วนสำคัญของหลักการขององค์ประกอบนั้น และหาความสัมพันธ์ ความเกี่ยวพันของเนื้อหา และหาหลักการที่เนื้อหานั้นยึดอาศัย จนเกิดความชัดเจนเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการคิดวิเคราะห์ มี 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยการวิเคราะห์ความสำคัญเป็นความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ หาองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาต่าง ๆ ได้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความเกี่ยวข้อง สอดคล้อง หรือขัดแย้งของประเด็นย่อย ๆ ของเนื้อหานั้น และการวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ หาหลักสำคัญที่เนื้อหานั้นเชื่อมโยงและยึดอาศัย

ความรู้เกี่ยวกับแผนที่ความคิด

ผู้วิจัยได้แยกประเด็นการศึกษาเรื่องแผนที่ความคิดไว้ดังนี้ ความหมายของแผนที่ความคิด แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับแผนที่ความคิด หลักการของแผนที่ความคิด และประโยชน์ของแผนที่ความคิด

ความหมายของแผนที่ความคิด

Buzan and Buzan (2003: 55) ได้ให้ความหมายของแผนที่ความคิดไว้ว่า แผนที่ความคิด เป็นการสะท้อนภาพของการคิดเป็นรัศมี ซึ่งเป็นลักษณะการทำงานตามธรรมชาติของสมองมนุษย์ และเป็นเทคนิคการสะท้อนภาพที่ทรงพลังนำไปสู่กุญแจที่ใช้ไขประตูไปสู่การใช้ศักยภาพสมองอย่างเต็มที่ แผนที่ความคิดสามารถนำไปใช้ได้กับทุกภาคส่วนของชีวิตเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ และการคิดที่ชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การยกสมรรถนะของมนุษย์ให้สูงขึ้น

ทิสนา แคมมณี (2553: 389) ให้ความหมายแผนที่ความคิดว่า เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระ หรือความคิดต่าง ๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้ เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ

ไสว พักขาว (2544: 161) ให้ความหมายแผนที่ความคิดว่า เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่ใช้ในการช่วยผู้เรียนในการเชื่อมโยงสารสนเทศต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องให้เห็นเป็นรูปธรรมในลักษณะแผนภาพ

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2544: 20) ให้ความหมายของแผนที่ความคิดว่าเป็นกระบวนการจัดระบบการจำและการจัดกระทำข้อมูล เป็นการบูรณาการภาพ สี คำศัพท์ และการเชื่อมโยง

จากความหมายแผนที่ความคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า แผนที่ความคิดเป็นผังแสดงความคิดโดยการทำงานของสมอง โดยมีการใช้ภาพ เส้น คำ สี การเชื่อมโยงความคิดหรือสาระนั้นๆ

แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับแผนที่ความคิด

คำว่า แผนที่ความคิด ได้บัญญัติขึ้นเมื่อปี พ.ศ.2517 โดย โทนี บูซานได้อธิบายว่าในสมองมนุษย์มีเซลล์สมองหรือนิวรอน (Neuron) อยู่ประมาณหนึ่งล้านล้านเซลล์ แต่ละเซลล์ประกอบด้วยวงจรไฟฟ้าเคมีอันซับซ้อนอยู่เป็นจำนวนมากซึ่งมีระบบประมวลผลข้อมูลและระบบส่งถ่ายข้อมูลที่มีสมรรถภาพสูง เซลล์สมองแต่ละเซลล์มีรูปร่างคล้ายขมิ้นหรือปลาหมึกยักษ์ซึ่งมีส่วนลำตัวอยู่ตรงกลางและมีหนวดเป็นลิบๆ ร้อยๆ หรือนับพันๆ เส้น เมื่อขยายดูจะพบว่า หนวดแต่ละเส้นมีลักษณะเหมือนกิ่งไม้ งอกเป็นรัศมีออกจากแก่นแกนหรือศูนย์กลางเซลล์หรือนิวเคลียส กิ่งก้านของเซลล์สมองเหล่านี้เรียกว่าเดนไดรต์ (Dendrite) แต่จะมีเส้นหนึ่งที่มีขนาดและยาวเป็นพิเศษเรียกว่าแอกซอน (Axon) อันเป็นเส้นทางหลักในการส่งถ่ายข้อมูลจากเซลล์ๆ นั้นออกไป แต่ละเส้นมีความยาวได้ตั้งแต่หนึ่งมิลลิเมตรไปจนถึงหนึ่งเมตรครึ่ง และโดยรอบตลอดความยาวนั้นจะมีปุ่มรูปร่างคล้ายเห็ดยื่นออกมาซึ่งเรียกว่าหนามเดนไดรต์ (Dendritic Spines) หรือปุ่มไซแนป (Synaptic Buttons) ซึ่งภายในจะบรรจุสารเคมีและเป็นตัวนำพาข้อมูลในกระบวนการคิดของมนุษย์ แต่ละปุ่มไซแนปจะต่อเชื่อมกับปุ่มไซแนปของเซลล์สมองอีกเซลล์หนึ่ง เมื่อมีแรงกระตุ้นไฟฟ้าเคลื่อนผ่านเซลล์สมอง สารเคมีจะถูกส่งผ่านช่องว่างซึ่งเป็นชั้นบางๆ มีของเหลวบรรจุอยู่ระหว่างปุ่มไซแนปทั้งสอง ช่องว่างนี้เรียกว่า ช่องว่างระหว่างไซแนป (Synaptic Gap) สารเคมีจะถูกส่งไปยังส่วนที่เป็นผิวรับ แล้วสร้างแรงกระตุ้นซึ่งจะผ่านเซลล์สมองตัวรับสัญญาณตามที่ถูกส่งการไปยังเซลล์สมองตัวที่ต่อเชื่อมกัน เซลล์สมองเซลล์หนึ่ง ๆ อาจรับสัญญาณกระตุ้นจากจุดเชื่อมต่อเหล่านี้เป็นร้อยๆ หรือพันๆ ครั้งในทุกวินาที แต่ละเซลล์จะมีการคำนวณอย่างทันทีทันใดทุกเศษส่วนล้านของวินาทีประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมาทั้งหมดเพื่อจัดการส่งต่อไปยังเส้นทางที่ถูกต้องต่อไป ในขณะที่ความคิดหรือความจำเคลื่อนผ่านจากเซลล์สมองเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง เส้นทางสำหรับสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าชีวเคมีจะถูกสร้างขึ้น แต่ละเส้นทางนี้เรียกว่า รอยทางความจำ (Memory Trace) การฝึกประสบการณ์ทำงานอย่างละเอียดและต่อเนื่องนี้เองที่ทำให้เกิดแบบรูปต่าง ๆ ซึ่งก็คือ แผนที่แห่งความคิด ที่ได้รับการเติบโตอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงถึงโครงสร้างและกระบวนการทำงานภายในตัวมนุษย์ และแผนที่ความคิดเปรียบเสมือนกระจกที่สะท้อนให้เห็นถึงการคิดรอบทิศทางของคนๆ นั้นและทำให้บุคคลนั้นสามารถเข้าใจถึงระบบการคิดของตนเองได้

(Buzan and Buzan, 2003)

หลักการของแผนที่ความคิด

โทนี บูซานได้สรุปหลักการของแผนที่ความคิดไว้ดังนี้ (ธัญญา ผลอนันต์ และ นพดล จำปา, 2551)

1. ลักษณะสำคัญของ Mind Map

ลักษณะสำคัญของ Mind Map หรือแผนที่ความคิด มี 4 ประการ คือ

- 1.1 หัวข้อคิด (หรือเรื่องที่สนใจ) จะเป็นภาพอยู่ตรงกลาง - แก่นแกน
- 1.2 ประเด็นหลักของเรื่องจะพุ่งออกมาจากศูนย์กลางเป็นเส้นรัศมี - กิ่งแก้ว
- 1.3 บนเส้นแขนงกิ่งแก้วจะมีภาพกุญแจ หรือ คำกุญแจ ประเด็นที่มีความสำคัญน้อยกว่า (ประเด็นรองๆ) จะอยู่บนเส้นแขนงกิ่งก้อยที่ต่อเชื่อมกับเส้นเส้นแขนงกิ่งที่มีระดับที่สูงกว่า
- 1.4 เส้นแขนงกิ่งเหล่านี้มีลักษณะเป็นโครงสร้างซึ่งมีจุดต่อเชื่อมออกไปเรื่อย ๆ

ไสว พักขาว (2542: 162) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของแผนที่ความคิดดังนี้

1. ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาหรืองานต่างๆ
2. มีการจัดระบบ (Organization)
3. มีการเชื่อมโยง (Association)
4. มีการจัดกลุ่ม (Clustering)
5. ช่วยให้จดจำได้ดี โดยผ่านการมองเห็น (Visual Memery)
6. ส่งเสริมความเข้าใจในสิ่งที่เรียน (Outstandingness)
7. ส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม (Concious Involement)

2. กฎเกณฑ์ในการเขียน Mind Map

การสร้างแผนที่ความคิด มีกฎเกณฑ์กำหนดลักษณะพื้นฐาน ดังนี้ (ธัญญา ผลอนันต์ และ นพดล จำปา, 2551)

- 2.1 ด้านเทคนิค แผนที่ความคิดเป็นเครื่องมือที่อาศัยเทคนิคที่ช่วยทำให้ประสิทธิภาพทางการคิดเพิ่มขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะพื้นฐานที่ต้องมีในแผนที่ความคิด โดยแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะดังนี้

2.1.1 ใช้การเน้นความสำคัญ การเน้นความสำคัญเป็นองค์ประกอบสำคัญในการยกระดับความจำและการสร้างสรรค์ให้ดีขึ้น เทคนิคทุกอย่างที่ใช้ในการเน้นความสำคัญนี้สามารถนำไปใช้ได้กับการสร้างความเชื่อมโยง

ก. แก่นแกนเป็นภาพเสมอ ภาพเป็นจุดโฟกัสของสายตาและสมอง ภาพจะกระตุ้นให้เกิดความเชื่อมโยงขึ้นเป็นจำนวนมาก และจะช่วยการจดจำให้ผลดี และรูปภาพเป็นจุดดึงดูดความสนใจในหลายระดับ ภาพจะสร้างความพึงพอใจและความสนใจของผู้ทำ หากจำเป็นต้องใช้คำ (นึกภาพไม่ออก) เป็นแก่นแกนของ Mind Map ทำให้คำนั้นเป็นภาพโดยการใส่ มิตีสัน และสิ่งดึงดูดความสนใจลงไปทีละคำ

ข. ใช้ภาพตลอดเวลาในการเขียน Mind Map

ค. ภาพแก่นแกนใช้สีอย่างน้อยสามสีเสมอ เพราะสีจะช่วยกระตุ้นความจำและความคิดสร้างสรรค์

ง. ใช้มิติในภาพ และ รอบๆ คำต่าง ๆ เพราะมิติจะทำให้สิ่งนั้นเด่นขึ้นมา

จ. ใช้ขนาดตัวพิมพ์ เส้น และรูปภาพให้มีความหลากหลายลดหลั่น เพราะความหลากหลายลดหลั่นของขนาดเป็นวิธีที่บ่งชี้ความสำคัญของรายการของแต่ละลำดับชั้น

ฉ. ใช้พื้นที่ว่างอย่างมีระเบียบ ซึ่งจะเพิ่มความชัดเจนของภาพมากขึ้น

ช. ใช้พื้นที่อย่างเหมาะสม

2.1.2 ใช้ความเชื่อมโยง ความเชื่อมโยงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาความจำและการสร้างสรรค์ เป็นเครื่องมือประสานรวมที่สมองของเราใช้สร้างความรู้สึที่ชัดเจนกับการรับรู้ทางกายภาพ ความเชื่อมโยงเป็นกุญแจสำคัญในการจดจำและสร้างความเข้าใจของมนุษย์ และการเชื่อมโยงสามารถนำมาใช้ในการขยายความสำคัญได้

ก. ใช้ลูกศรเมื่อต้องการต่อเชื่อมทั้งภายในกิ่งและข้ามแขนงกิ่งก้าน

ข. ใช้สี เพราะสีคือเครื่องมือในการเพิ่มสมรรถนะการจดจำและการสร้างสรรค์

ค. ใช้รหัส (เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่รู้อยู่คนเดียวในกลุ่มเล็กๆ)

2.1.3 ชัดเจน ความคลุมเคลือย่อมปิดบังอำพรางการรับรู้

ก. ใช้คำกุญแจ (ประเด็น) เพียงคำเดียว บนเส้นแต่ละเส้น

ข. ใช้คำมูล (คำที่มีหนึ่งหรือหลายพยางค์ แต่มีความหมายอย่างน้อยหนึ่งความหมายในตัวเอง

ค. เขียนคำคุณเจไว้บนเส้น

ง. ให้ความยาวของเส้นเท่า ๆ กับความยาวของคำ

จ. เชื่อมปลายเส้นกิ่งใหม่ต่อกับเส้นกิ่งเดิมเสมอ

ฉ. ให้เส้นกิ่งที่อยู่ใกล้ “แก่นแกน” มีความหนามากกว่าเส้นกิ่งที่ห่างออกไป

ช. วางแผ่นกระดาษตามแนวนอนเสมอ เพราะแนวนอนจะช่วยให้รู้สึกมี

อิสระและมีพื้นที่สำหรับวาด Mind Map มากกว่าวางกระดาษแนวตั้ง

ซ. เขียนตัวหนังสือให้อยู่ในแนวตั้งมากที่สุด (เอียงได้เล็กน้อย แต่อย่าให้ตึงจากกลับหัว)

2.1.4 สร้างแบบรูปของตนเองในขณะที่ยังคงรักษากฎเกณฑ์ของแผนที่ความคิดด้วยการสร้างแผนที่ความคิดเป็นการแสดงถึงลักษณะความคิดที่เป็นส่วนตัวของผู้สร้างแผนที่ความคิดซึ่งจะทำให้จดจำข้อมูลในแผนที่ความคิดได้ง่ายขึ้น แต่ต้องรักษากฎเกณฑ์พื้นฐานของแผนที่ความคิดไว้ให้ครบถ้วน

ก. ใช้ลำดับชั้น (ตรี>โท>เอก, เล็ก > กลาง > ใหญ่)

ข. ใช้ลำดับตัวเลข (1> 2 > 3 > 4)

สำลี รักสุทธี (2546: 45) กล่าวถึงหลักการทำแผนที่ความคิด ดังนี้

1. เริ่มด้วยภาพสีตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ ภาพ ๆ เดียวมีค่ากว่าพันคำ ชำยังช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และเพิ่มความจำมากขึ้นด้วย

2. ใช้ภาพให้มากที่สุดในพื้นที่ความคิดของคุณ ตรงไหนที่ใช้ภาพได้ให้ใช้ก่อน คำสำคัญ (Key Word) หรือรหัส เป็นการช่วยการทำงานของสมองดึงดูดสายตาและช่วยจำ

3. ควรเขียนคำสำคัญบรรจงตัวใหญ่ ๆ ถ้าเป็นภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ เพื่อที่ว่าย้อนกลับมาอ่านใหม่จะให้ภาพที่ชัดเจน สะดุดตาอ่านง่ายและก่อผลกระทบต่อความคิดมากกว่าการใช้เวลาเพิ่มอีกเล็กน้อยในการเขียนตัวให้ใหญ่ อ่านง่ายชัดเจน จะช่วยให้เราสามารถประหยัดเวลาได้ เมื่อย้อนกลับมาอ่านใหม่อีกครั้ง

4. เขียนคำสำคัญเหนือเส้นและแต่ละเส้นต้องเชื่อมโยงกับเส้นอื่น ๆ เพื่อให้แผนที่ความคิดมีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ

5. คำสำคัญ ควรจะมีลักษณะเป็น “หน่วย” โดยคำสำคัญ 1 คำต่อเส้น 1 เส้น เพราะจะช่วยให้แต่ละคำเชื่อมโยงกับคำอื่นได้อย่างอิสระเปิดทางให้แผนที่ความคิดคล่องตัวและยืดหยุ่นมากขึ้น

6. ระบายสีให้ทั่วแผนที่ความคิด เพราะสีช่วยยกระดับความจำ เพลินตา กระตุ้นสมองซีกขวา

7. เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ๆ ควรปล่อยให้ห้วคิดมีอิสระมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ประโยชน์ของแผนที่ความคิด

1. ประโยชน์ของแผนที่ความคิดต่อนักเรียน ขวัญฤดี พลอนันต์ และ รัชญา พลอนันต์ (2550) ได้สรุปประโยชน์ของแผนที่ความคิดว่ามีความสำคัญต่อนักเรียน ดังนี้

แผนที่ความคิดช่วยส่งเสริมให้

1. วิเคราะห์และเชื่อมโยง
2. เป็นนักคิดที่มีคุณภาพ
3. เรียนรู้อย่างมีความหมาย
4. คิดอย่างยืดหยุ่นได้
5. สื่อสารกับผู้อื่นได้ดีขึ้น
6. รับผิดชอบและเป็นฝ่ายรุกต่อการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น
7. ดีความและดีกรอบองค์ความรู้ที่ได้รับมาอย่างเป็นรูปธรรม
8. ขยายความ มองออกไปนอกห้องเรียน
9. จัดการกับปัญหาหรือแก้สถานการณ์ได้อย่างเป็นระบบแต่แฝงไปด้วยความยืดหยุ่น
10. เข้าใจและมีทักษะที่เป็นบวกต่อข้อมูลและข้อโต้แย้ง
11. ตัดสินใจอย่างผู้ที่มีรอบด้าน
12. เห็นความคิดของตนเอง และพร้อมที่จะแสดงความคิดเห็นเมื่อต้องการหรือจำเป็น
13. เป็นกระบวนการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง

2. ประโยชน์ของแผนที่ความคิดต่อครู โทนี บูซานได้เสนอว่าแผนที่ความคิดสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนดังนี้ (ธัญญา พลอนันต์ และ นพดล จำปา, 2551)

2.1 ใช้เตรียมการสอน ซึ่งจะช่วยให้ครูเห็นภาพรวมของเรื่องราวที่ใช้ในการเรียนการสอน และสามารถเก็บไว้ปรับปรุง เพิ่มเติมในปีการศึกษาต่อ ๆ ไปด้วย

2.2 วางแผนรายปี ช่วยให้ครูเห็นแผนการสอนทั้งปี แบ่งเป็นเทอม แบ่งเป็นบทเรียนที่จะสอนแต่ละคาบ

2.3 วางแผนรายภาค ขยายมาจากแผนที่ความคิดรายปี ใช้บ่งบอกแผนการสอนที่ละเอียดกว่าในเทอมนั้น ๆ จะสอนหัวเรื่องอะไร

2.4 วางแผนรายวัน สามารถนำมอลงรายละเอียด ทบทวนบทเรียนเดิม หัวเรื่อง เนื้อหา ตัวอย่าง แบบฝึกหัด คำถาม การบ้าน ที่จะสอนนักเรียนตั้งแต่ต้นจนจบ

2.5 การสอน ครูอาจใช้กระดานดำ วาดแผนที่ความคิดระหว่างการสอน เป็นการช่วยให้นักเรียนเห็นโครงสร้างของเนื้อหา จำง่าย และเข้าใจความสัมพันธ์ทั้งหมดของเนื้อหา หรืออาจทำสำเนาโครงร่างของแผนที่ความคิดวิชาที่สอนแล้วให้นักเรียนแต่งเติมระหว่างที่ครูสอน หรือให้นักเรียนกลับไปแต่งเติมด้วยตนเองที่บ้าน

2.6 การสอบ ใช้สำหรับการสอบที่มีจุดประสงค์ของการสอบที่ไม่ใช้วัดความสามารถในการเขียนหรือจำ ซึ่งการใช้วิธีการสอบด้วยแผนที่ความคิดจะทำให้ครูเห็นได้ว่านักเรียนเก็บเกี่ยวความรู้ได้มากน้อยเพียงใด และเห็นจุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งจะสามารถช่วยให้นักครูปรับแก่นักเรียนได้ตรงประเด็นแต่ละคน คำถามแบบปรนัยจะไม่สามารถบ่งบอกได้ชัดเจนเท่าแผนที่ความคิด

2.7 โครงการ/โครงงาน อาจใช้แผนที่ความคิดในการเขียนโครงการ/โครงงานต่าง ๆ ในกิจกรรมทั้งในและนอกหลักสูตร ใช้ประกอบนิทรรศการ วางแผนกีฬา เป็นต้น

สมศักดิ์ สันธุระเวช (2544: 23 - 24) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนที่ความคิดดังนี้

1. แผนที่ความคิดใช้ได้ตั้งแต่เด็กมีอายุ 5 ขวบขึ้นไป
2. เป็นการปลูกฝังนิสัย และเป็นวิธีที่สมองได้รับการจัดระบบเชื่อมโยง เป็นการพัฒนาสมองทั้งด้านซ้ายและด้านขวา
3. ในการสร้างแผนที่ความคิด ผู้เรียนจะสร้างภาพในความคิดและเชื่อมโยงเป็นความคิดรวบยอด
4. ผู้สอนนำแผนที่ความคิด ไปฝึกทักษะการคิดและการฝึกคิดอย่างสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน
5. แผนที่ความคิดช่วยจัดบันทึกข้อมูลจำนวนมากไว้ในเนื้อที่เล็กๆ แต่สามารถแสดงความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของความคิดรวบยอดกับความคิดอื่นๆ
6. แผนที่ความคิดเป็นทักษะการศึกษา (Study Skill) ที่ผู้เรียนนำไปใช้ในการคิดการทำงาน การดำรงชีวิต และสามารถนำไปประยุกต์ใช้อย่างต่อเนื่องกับเทคนิคอื่นได้อย่างดี
7. แผนที่ความคิดช่วยให้คิดอย่างกว้างไกล
8. แผนที่ความคิด ทำให้ผู้เรียนมองเห็นความคิดหลักได้ชัดเจน มองเห็นความสำคัญของแต่ละความคิด
9. ธรรมชาติของโครงสร้างแผนที่ความคิดช่วยให้เพิ่มเติมข้อมูลใหม่ๆ ได้ง่ายขึ้น โดยข้อมูลไม่กระจัดกระจาย
10. แผนที่ความคิด ช่วยทำให้สมองพร้อมที่จะเกาะเกี่ยวคำหรือความคิดใหม่ได้ทันที
11. แผนที่ความคิดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องต่างๆ ได้ดี เช่น การวางแผน การนำเสนอ การเขียนรายงาน การสรุป เป็นต้น

ไสว พักขาว (2542: 162) ได้สรุปประโยชน์ของแผนที่ความคิด ไว้ดังนี้

1. ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาหรืองานต่างๆ
2. ใช้ในการระดมพลังสมอง
3. ใช้ในการสรุปหรือสร้างองค์ความรู้
4. ช่วยจัดระบบความคิดทำให้จำได้ดี
5. ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
6. ใช้ในการจดโน้ต ทำโน้ตสำหรับนำเสนอ

ซึ่ง โทนี บูซานได้สรุปข้อดีของการใช้ Mind Map ในการเรียนการสอน ดังนี้
(ธัญญา ผลอนันต์ และ นพดล จำปา, 2551)

1. ช่วยให้นักเรียนสนใจบทเรียน ส่งผลให้รับรู้ได้มากขึ้น และให้ความร่วมมือในการเรียนการสอนมากขึ้นตามไปด้วย
2. ทั้งครูและนักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้เป็นธรรมชาติ สร้างสรรค์และสนุกสนาน
3. ครูจะรู้สึกว่าการเรียนการสอนในแต่ละปีไม่ซ้ำซาก การเตรียมการสอนยืดหยุ่นและปรับปรุงได้ง่ายและสะดวกกว่าเดิม
4. แผนที่ความคิด จะจดบันทึกแต่ประเด็นสำคัญ ๆ นักเรียนจึงรับรู้และเรียนรู้ได้ดีขึ้น ผลคือทำสอบได้ดีกว่าเดิม
5. แผนที่ความคิดจะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือความคิดอย่างชัดเจน นักเรียนจึงเข้าใจเนื้อหาสาระได้ดีซึ่งกว่าเดิม
6. กระดาษสำหรับจดงานลดลง เพราะปกติหนึ่งบท หนึ่งแผนที่ความคิด
7. แผนที่ความคิด สามารถใช้กับนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนรู้ได้อย่างดี โดยเฉพาะนักเรียนที่มีปัญหาในเรื่องการสะกดคำ การแต่งประโยค พูดไม่คล่อง สามารถนำเสนอความคิดความรู้ได้อย่างไม่ล่าปากนัก

การให้คะแนนแผนที่ความคิด

การประเมินศักยภาพของผู้เรียนโดยให้ลงมือปฏิบัตินั้น ไม่มีคำเฉลยหรือคำตอบถูกต้องที่แน่ชัดลงไปเหมือนแบบทดสอบเลือกตอบ การประเมินผลงานแต่ละชิ้นของผู้เรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติจึงมีความจำเป็นที่จะต้องประเมินคุณภาพของงานอย่างเป็นปรนัย ซึ่งมันเป็นการยากที่จะทำได้ และได้ค้นพบการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนหรือ Rubric ขึ้นมาเพื่อกำหนดแนวทางในการตัดสินอย่างยุติธรรม และปราศจากความลำเอียง Rubric จะต้องมีความชัดเจนในเกณฑ์การให้คะแนนอย่างพอเพียงถึงขนาดที่ผู้ประเมิน 2 คนสามารถใช้ Rubric เดียวกันประเมินชิ้นงานของผู้เรียนชิ้นเดียวกันแล้วให้คะแนนได้ตรงกัน ระดับของความสอดคล้องในการให้คะแนนของผู้ประเมิน 2 คนที่ประเมินอย่างเป็นอิสระจากกันจะเรียกว่า ความเชื่อมั่น (Reliability) ของการประเมิน (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2544)

การกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนที่แสดงคุณภาพของการปฏิบัติหรือการแสดงออกของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินการปฏิบัติของผู้เรียนได้ ระบบการให้คะแนน (Scoring Systems หรือ Rubrics) เป็นสิ่งที่ครูจะต้องสร้างขึ้นเพื่อแสดงถึงระดับผลความสำเร็จที่ผู้เรียนแสดงออกประกอบด้วย สเกล (Scale) และบัญชีรายการคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียนในแต่ละสเกล

แนวทางการให้คะแนนแผนที่ความคิด

เกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ประเมินผลการเรียน เพื่ออธิบายผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยเกณฑ์การให้คะแนนมีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. Holistic Rubrics เป็นเกณฑ์การให้คะแนนผลงานที่ไม่ได้แยกองค์ประกอบการให้คะแนน ประเมินในภาพรวมของผลงานนั้น
2. Analytic Rubrics เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่แยกองค์ประกอบของผลงาน แล้วนำแต่ละองค์ประกอบของคุณลักษณะมารวมกันเป็นคะแนนรวม
3. Annotated Holistic Rubrics ผู้ประเมินจะประเมินแบบ Holistic Rubrics ก่อนแล้วจึงประเมินแยกส่วนในบางคุณลักษณะที่เด่น ๆ เพื่อใช้เป็นผลสะท้อนในบางคุณลักษณะของผู้เรียน

โดยการให้คะแนนแบบ Holistic Rubrics ใช้ได้ง่ายและใช้เพียงไม่กี่ครั้งต่อผู้เรียน 1 คน จะเป็นการประเมินในภาพรวมของทุกคุณลักษณะในการปฏิบัติงาน ส่วนการให้คะแนนแบบ Analytic Rubrics จะใช้บ่อยครั้งโดยจะประเมินแยกในแต่ละคุณลักษณะของงาน ซึ่งการประเมินแบบนี้จะมีประโยชน์เมื่อสนใจจะวินิจฉัยหรือช่วยเหลือผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจในแต่ละส่วนหรือแต่ละคุณลักษณะของการปฏิบัติงานนั้น ๆ หรือไม่ ซึ่งจะมีส่วนให้ครูได้ช่วยเสริมสร้างหรือพัฒนาการเรียนรู้ในแต่ละคุณลักษณะของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ส่วนแบบ Annotated Rubrics จะรวมข้อจำกัดของ Holistic และ Analytic ไว้ด้วยกัน เริ่มด้วยการประเมินในภาพรวมของการปฏิบัติงานด้วย Holistic แล้วผู้ประเมินเลือกประเมินอีกเพียงบางคุณลักษณะของงานแบบ Analytic ซึ่งการประเมินเพียงบางคุณลักษณะนี้จะไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงคะแนนที่ประเมินแบบ Holistic ประโยชน์ก็คือจะมีความรวดเร็วในการประเมินและเป็นการให้ผู้ประเมินได้เลือกประเมินเฉพาะบางคุณลักษณะที่โดดเด่นเพียงไม่กี่องค์ประกอบเพื่อเป็นผลสะท้อน (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน แต่ไม่มีประโยชน์ในการวินิจฉัยผู้เรียนว่าบกพร่องในคุณลักษณะใด เพราะหลาย ๆ คุณลักษณะไม่ได้ถูกประเมิน (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2544)

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ดีต้องคำนึงถึงงานที่ให้ทำ และมีความสอดคล้องระหว่างคะแนนกับจุดมุ่งหมายการประเมิน ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกรูปแบบของการให้คะแนน แบบ Analytic Rubrics เพื่อจะได้สารสนเทศในการวินิจฉัยมากขึ้นจากส่วนต่าง ๆ ของระบบการ

ให้คะแนน และเชื่อว่านักเรียนจะสามารถปฏิบัติได้ดีขึ้น และปรับปรุงงานของนักเรียนจาก
สารสนเทศที่ได้รับจากรูปแบบการให้คะแนนนี้

ตัวอย่างการให้คะแนนแผนที่ความคิด

Buzan and Buzan (2003) ได้ให้ตัวอย่างหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนคำตอบวิชาต่าง ๆ ที่
เป็น Mind Map

1) เนื้อหา:	
กิ่งแก้ว (ขอบเขตความรู้ในทฤษฎี/แนวคิด)	5 คะแนน
กิ่งก้อย (รายละเอียดในแต่ละประเด็น)	5 คะแนน
2) ความคิดของตนเอง	4 คะแนน
3) การใช้ Mind Map:	
สี	2 คะแนน
ภาพ/สัญลักษณ์	2 คะแนน
ลูกศร การโยงข้อมูล ความคิด	2 คะแนน
รวม	20 คะแนน

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิดในงานวิจัยเรื่อง การใช้แผนที่ความคิดเพื่อสร้างเสริมทักษะการสรุปความคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

อังคณา เลิศศรี (2550) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิดในงานวิจัยเรื่อง การใช้แผนที่ความคิดเพื่อสร้างเสริมทักษะการสรุปความคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ				การให้น้ำหนัก
	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	ใช้ภาพสัญลักษณ์หรือเขียนคำข้อความได้สอดคล้องกับความคิดหลักได้ถูกต้องครบถ้วน	ใช้ภาพสัญลักษณ์หรือเขียนคำข้อความได้สอดคล้องกับความคิดหลักได้ถูกต้องไม่ครบถ้วน	ใช้ภาพสัญลักษณ์หรือเขียนคำข้อความได้สอดคล้องกับความคิดหลักได้ถูกต้องบางส่วน	ใช้ภาพสัญลักษณ์หรือเขียนคำข้อความไม่สอดคล้องกับความคิดหลัก	2
2. รูปแบบการเขียน	เขียนความคิดหลักไว้ตรงกลางแล้วแตกออกมาเป็นความคิดรองได้	เขียนความคิดหลักไว้ตรงกลางแล้วแตกสาขาออกมาเป็นความคิดรองได้ถูกต้องส่วนมาก	เขียนความคิดหลักไว้ตรงกลางแล้วแตกสาขาออกมาเป็นความคิดรองได้ถูกต้องบางส่วน	เขียนความคิดหลักไว้ตรงกลางแตกสาขาออกมาเป็นความคิดรองไม่ชัดเจน	2
3. การใช้สีแสดงการวิเคราะห์เชื่อมโยงความคิด	ใช้สีแสดงการวิเคราะห์เชื่อมโยงความคิดของตนเองได้โดยใช้ตั้งแต่ 3 สีขึ้นไป ใช้สีเดียวกันในสาขาเดียวกัน	ใช้สีแสดงการวิเคราะห์เชื่อมโยงความคิดของตนเองได้โดยใช้สี 2 สีขึ้นไป	ใช้สีแสดงการวิเคราะห์เชื่อมโยงความคิดของตนเองเป็นบางส่วน	ไม่ใช้สีแสดงการวิเคราะห์เชื่อมโยงความคิดของตนเอง	3
4. ความคิดสร้างสรรค์	มีรูปแบบใหม่ไม่ซ้ำใครให้รายละเอียดเชื่อมโยงความคิดจากเนื้อหาได้ครบถ้วนถูกต้อง	มีรูปแบบใหม่ให้รายละเอียดเชื่อมโยงความคิดจากเนื้อหาได้ครบถ้วนเป็นส่วนมาก	รูปแบบธรรมดาให้รายละเอียดเชื่อมโยงเนื้อหาได้ครบถ้วนบางส่วน	รูปแบบธรรมดาให้รายละเอียดเชื่อมโยงเนื้อหาได้น้อยมาก	3

ที่มา: อังคณา เลิศศรี (2550)

จากตารางที่ 1 มีการให้คะแนนดังนี้ ความถูกต้องของเนื้อหา 8 คะแนน รูปแบบการเขียน 8 คะแนน การใช้สีแสดงการวิเคราะห์เชื่อมโยงความคิด 12 คะแนน และ ความคิดสร้างสรรค์ 12 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการให้คะแนนแผนที่ความคิดของนักเรียนเพื่อประเมินทักษะการสรุปความคิดรวบยอดหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิดในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรม

การเรียนรู้ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์

ประเพณีศรี ไกรอนุพงษ์ (2549) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิดในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังนี้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					ค่าน้ำหนักคะแนน
	มากที่สุด(5)	มาก(4)	ปานกลาง(3)	น้อย(2)	น้อยที่สุด(1)	
1. กิ่งความคิดหลัก	เชื่อมโยงกับชื่อเรื่อง 8-10 กิ่ง	เชื่อมโยงกับชื่อเรื่อง 6-7 กิ่ง	เชื่อมโยงกับชื่อเรื่อง 4-5 กิ่ง	เชื่อมโยงกับชื่อเรื่อง 3-4 กิ่ง	เชื่อมโยงกับชื่อเรื่อง 1-2 กิ่ง	15
2. กิ่งความคิดรองหลัก 21 กิ่งความคิดรองขึ้นไป	เชื่อมโยงกับกิ่งความคิดหลัก 21 กิ่งความคิดรองขึ้นไป	เชื่อมโยงกับกิ่งความคิดหลัก 16-20 กิ่งความคิดรองขึ้นไป	เชื่อมโยงกับกิ่งความคิดหลัก 11-15 กิ่งความคิดรองขึ้นไป	เชื่อมโยงกับกิ่งความคิดหลัก 6-10 กิ่งความคิดรองขึ้นไป	เชื่อมโยงกับกิ่งความคิดหลัก 1-5 กิ่งความคิดรองขึ้นไป	15
3. สัมพันธ์สอดคล้องทุกคำที่กำหนดให้	สอดคล้องทุกคำ	ไม่สอดคล้อง ร้อยละ 1-10	ไม่สอดคล้อง ร้อยละ 11-14	ไม่สอดคล้อง ร้อยละ 15-20	ไม่สอดคล้อง มากกว่าร้อยละ 21 ขึ้นไป	5
4. ถูกต้องตามกฎของแผนที่ความคิด	ครบทุกองค์ประกอบ	ขาด 1-2 ประเด็น	ขาด 3 ประเด็น	ขาด 4 ประเด็น	ขาด 5 ประเด็น	15

ที่มา: ประเพณีศรี ไกรอนุพงษ์ (2549)

จากตารางที่ 2 มีการให้คะแนนดังนี้ ถึงความคิดหลัก 15 คะแนน ถึงความคิดรอง 15 คะแนน ความสัมพันธ์สอดคล้องกับคำที่กำหนดให้ 5 คะแนน และถูกต้องตามกฎของแผนที่ความคิด 15 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการให้คะแนนแผนที่ความคิดของนักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเรื่องแผนที่ความคิด สามารถสรุปได้ว่า แผนที่ความคิดเป็นผังแสดงความคิด โดยการทำงานของสมอง โดยมีการใช้ภาพ เส้น คำ สี การเชื่อมโยงความคิดหรือสาระนั้น ๆ โดยหลักการของแผนที่ความคิดจะมีหัวข้อเรื่องอยู่ตรงกลาง มีประเด็นหลักของเรื่องต่อจากศูนย์กลาง มีประเด็นรองเชื่อมต่อกับประเด็นหลักออกไปเรื่อย ๆ ซึ่งแผนที่ความคิดมีประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และผู้สร้างแผนที่ความคิด ช่วยส่งเสริมให้มีการวิเคราะห์เชื่อมโยง เป็นนักคิดที่มีคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินแผนที่ความคิดต้องคำนึงถึงคุณภาพของเครื่องมือเป็นสำคัญ โดยการให้คะแนนแผนที่ความคิด จะมีหลักเกณฑ์ในการให้คือ เนื้อหา วิธีการใช้แผนที่ความคิด สี ภาพ การเชื่อมโยงความคิด

วิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละระดับชั้นให้ต่อเนื่องเชื่อมโยงตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องจัดหลักสูตรแกนกลางที่มีการเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระในแต่ละระดับชั้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วย

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ รวมถึงมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการจัดการ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ประเทศไทยได้พัฒนาการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยการจัดทำสาระและมาตรฐานการศึกษา ปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ และวิธีการวัดผลประเมินผล มีการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จากเดิมที่ให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาสาระและใช้การวัดผลประเมินผลจากการทดสอบด้วยข้อสอบ เป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนในการคิดและลงมือ และปรับเปลี่ยนแนวทางการวัดผลประเมินผลที่มีการวางแผนการประเมินควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนรู้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) จึงได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

- 1.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
- 1.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 1.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เทคโนโลยี

1.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

1.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

1.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

1.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2. แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนมีบทบาทวางแผนการเรียนรู้ เลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติ ทั้งนี้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความสมบูรณ์ทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใช้แนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 ที่ระบุให้สถานศึกษาดำเนินการดังนี้

2.1 จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.2 ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

2.3 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

2.4 จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนรวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.5 ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการต่างๆ

2.6 จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครองและบุคคลในชุมชน เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เป็นเนื้อหาที่อยู่ในสาระที่ 3 ซึ่งมีสาระเนื้อหา ดังนี้

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการ และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สาระที่ 3 คือ สารและสมบัติของสารในวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เนื้อหาสาระอยู่ที่สาระที่ 3 ดังนี้

มาตรฐาน ว 3.1

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างอะตอม ชนิด และจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ วิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ ในอะตอม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุ และการเกิดปฏิกิริยา

2. สำรวจ ตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติสารประกอบ และเลขอะตอมของธาตุ อธิบายการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุและทำนาย แนวโน้มของสมบัติของธาตุในตารางธาตุ

3. สํารวจตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลวและสถานะกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

มาตรฐาน ว 3.2

1. สํารวจตรวจสอบ อภิปราย และเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวันรวมทั้งสารที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่จะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2. สํารวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การนำความรู้เกี่ยวกับการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการและผลิตภัณฑ์จากการแยกแก๊สธรรมชาติ การกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบรวมถึงอันตราย หรือมลภาวะที่อาจเกิดขึ้นจากสารในผลิตภัณฑ์ทั้งก่อน หรือหลังการนำไปใช้ประโยชน์

4. สังเกต สํารวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูลอภิปรายอธิบายการเกิด และสมบัติของพอลิเมอร์ การนำพอลิเมอร์ไปใช้ได้อย่างเหมาะสม

5. สืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายองค์ประกอบ สมบัติ ประโยชน์ และปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต ไขมันและกรดไขมัน โปรตีนและกรดอะมิโน

คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี 1

แผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้าได้มีคำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ของวิชาเคมี 1 แผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ดังนี้ (งานวิชาการ, 2551)

ศึกษาวิเคราะห์ สมบัติของก๊าซ ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ สมบัติของของเหลว สมบัติของของแข็ง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับก๊าซ ของเหลว และของแข็ง สมบัติทางกายภาพของโลหะ อโลหะสมบัติทางเคมีของสารประกอบคลอไรด์ และออกไซด์ของธาตุ จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความเป็นโลหะ อโลหะ ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุในตารางธาตุ สมบัติของสารประกอบของธาตุในคาบที่ 2 – 3 ปฏิกิริยาของธาตุและสารประกอบ ของธาตุหมู่ 1 และหมู่ 2 สมบัติของสารประกอบของธาตุทรานซิชัน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีทักษะในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

ผลการเรียนรู้

1. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับมวลอะตอม ขนาดโมเลกุล มวลโมเลกุล โมล
2. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของก๊าซ ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ สมบัติของของเหลว สมบัติของของแข็ง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับก๊าซของเหลว และของแข็ง
3. สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ และอธิบาย แนวโน้มของสมบัติต่าง ๆ ของธาตุและสารประกอบของธาตุตามหมู่และตามธาตุ

เนื้อหาการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชา เคมี 1 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ แผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า

การวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกเนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งมีเนื้อหาดังนี้

1. สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ
2. ปฏิกิริยาของธาตุและสารประกอบของธาตุตามหมู่

3. ตำแหน่งของธาตุไฮโดรเจนในตารางธาตุ
4. ธาตุแตรนซิชั่น
5. ธาตุกึ่งโลหะ
6. ธาตุกัมมันตรังสี

จากการศึกษาเรื่องวิชาเคมี สรุปได้ว่าวิชาเคมีเป็นหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียน พัฒนาความคิด โดยการคิดวิเคราะห์เป็นหนึ่งในกระบวนการคิดที่สำคัญ งานวิจัยนี้ได้เลือกเนื้อหา เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งอยู่ในสาระที่ 3 ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจาก เรื่องดังกล่าวมีเนื้อหาที่มีองค์ประกอบ ประเด็นต่าง ๆ ที่มีความเชื่อมโยงรายละเอียดและประเด็น ต่าง ๆ ต่อเนื่องกัน

การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินทางการศึกษา

เครื่องมือที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลนั้นหากต้องการให้เป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพแล้ว ผู้สร้างและพัฒนาเครื่องมือต้องพึงพิถีพิถันตั้งแต่ขั้นตอนการสร้าง เพราะหากเครื่องมือมีคุณภาพไม่ดี ตั้งแต่แรกแล้ว ถึงแม้ว่าจะใช้ค่าสถิติที่ดีสักเพียงไรก็ไม่ได้ทำให้เครื่องมือมีคุณภาพดีขึ้น พรทิพย์ ไชยโส (2545: 44) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการวัดและการประเมินผลการศึกษา ดังนี้

1. ขั้นวางแผนและกำหนดกรอบแนวคิดในการวัดและการประเมินผล ประกอบด้วย
 - การกำหนดความมุ่งหมายของการประเมิน
 - การกำหนดขอบเขตของการประเมินว่าต้องการข้อมูลใดบ้าง จะได้ข้อมูลมาจากแหล่งใด และจะใช้เครื่องมือใดในการประเมิน
 - การกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจในการแปลความหมายผลการประเมิน
2. การดำเนินการสร้างเครื่องมือที่จะนำไปใช้รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ ทดลองใช้ เครื่องมือจะมีคุณภาพ

3. การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวข้อง

4. ตีความหมายจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้

5. สรุปและรายงานผลการประเมิน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินทางการศึกษา สามารถสรุปขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมิน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ผู้ประเมินจะต้องกำหนดก่อนว่าจะนำผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นไปทำอะไร เช่น วัดเพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. กำหนดสิ่งที่ต้องการวัด ผู้สร้างเครื่องมือต้องระบุวัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องมือว่าต้องการข้อมูลอะไรบ้าง มีขอบเขตกว้างเพียงไร อยู่ในสเกลการวัดระดับใด สิ่งที่ต้องการจะไปเก็บข้อมูลหรือสิ่งที่ต้องการวัดว่าคืออะไร อาจพิจารณาจากหลักสูตร ประมวลการสอน

3. นิยามสิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ให้ชัดเจน เมื่อกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดได้แล้ว จะต้องให้ความหมายหรือนิยามสิ่งนั้นให้ชัดเจนว่าคืออะไร โดยบ่งชี้สิ่งที่ต้องการวัดให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถสังเกตและวัดได้ หากนิยามให้รายละเอียดสิ่งที่จะวัดได้มากและชัดเจนเพียงไรแล้วก็จะทำให้สร้างเครื่องมือได้ตรงและครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด

4. ออกแบบสถานการณ์และเงื่อนไขในการประเมิน โดยผู้ประเมินต้องวางแผนระบุสถานการณ์เพื่อเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ออกมา

5. เลือกชนิดของเครื่องมือ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดก็มีลักษณะและจุดเด่นแตกต่างกันออกไป ดังนั้น จึงต้องมีการเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เพราะหากเลือกใช้เครื่องมือที่ไม่เหมาะสมแล้วก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนหรือไม่ตรงกับความต้องการได้

6. การสร้างเครื่องมือ เมื่อเลือกเครื่องมือได้แล้ว ก็สร้างเครื่องมือดังกล่าวตามวิธีการและขั้นตอนของเครื่องมือชนิดนั้นๆ เพราะเครื่องมือแต่ละชนิดมีรูปแบบและวิธีการสร้างที่แตกต่างกัน

7. การทดลองใช้เครื่องมือ เมื่อได้ร่างเครื่องมือวัดแล้วผู้สร้างเครื่องมือต้องนำร่างเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะไปเก็บข้อมูลจริงก็เพื่อจะได้เทียบเคียงได้ว่าเมื่อนำเครื่องมือไปใช้ในสภาพจริงแล้วจะเกิดปัญหาใดบ้างและเป็นการยืนยันว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณภาพดีจริง

8. การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ เป็นการจัดการกระทำกับข้อมูลที่ได้มาจากการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น โดยใช้สถิติที่แตกต่างกันไปตามธรรมชาติของข้อมูล เครื่องมือต่างชนิดกันก็จะใช้ค่าสถิติที่แตกต่างกันไป

9. การปรับปรุงเครื่องมือ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการที่จะนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจที่จะเลือกใช้เครื่องมือหรือปรับปรุงเครื่องมือดังกล่าวเป็นบางส่วนที่ยังบกพร่อง หรือมีคุณภาพไม่ดี

10. การจัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือ เพื่อให้การใช้เครื่องมือเป็นไปอย่างถูกต้องจึงควรมีคู่มือที่ระบุอย่างชัดเจนเกี่ยวกับขอบเขตของการวัด ลักษณะของเครื่องมือวิธีการใช้เครื่องมือและวิธีการให้คะแนน วิธีการแปลผลคะแนน

คุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินทางการศึกษา

ในการวัดผลและประเมินทางการศึกษานั้น ต้องอาศัยเครื่องมือที่มีคุณภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลถูกต้องตรงตามความต้องการ และมีความน่าเชื่อถือ สามารถนำไปใช้ในการประเมินและตัดสินใจ คุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมิน ผู้สร้างจะต้องสร้างและพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพที่ดี ได้เครื่องมือที่ดีจะต้องมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้ (วสันต์ ทองไทย, 2554: 74-76; บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2542: 17 – 20; พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548: 138-139)

ความตรง (Validity) เครื่องมือที่มีคุณภาพต้องสามารถวัดหรือรวบรวมข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการอย่างครอบคลุม ครบถ้วน ตรงเนื้อหาที่ต้องการวัด และวัดได้

ถูกต้องตรงตามความเป็นจริง การวัดที่ได้ผลที่ตรงถูกต้อง จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่มีความตรงสูง ในเรื่องของความตรงนี้พิจารณาถึงสิ่งที่ต้องการหรือวัดตรงจุดมุ่งหมายได้ครบถ้วนมาก เครื่องมือวัดนั้นก็จะมีความตรงสูง ในทางตรงข้ามถ้าเครื่องมือวัดใด วัดในสิ่งที่ต้องการหรือวัดตรงจุดมุ่งหมายได้ไม่ครบถ้วน หรือได้น้อยเครื่องมือวัดนั้นก็มีความตรงต่ำ

ความเที่ยง (Reliability) การที่จะวัดอะไรก็ตามจะต้องคำนึงถึงเครื่องมือและผลของการวัดว่ามีความคงเส้นคงวาเพียงใด ถ้าหากวัดซ้ำอีกจะได้ผลเหมือนเดิมหรือไม่ เครื่องมือวัดที่ดีต้องมีความเที่ยงสูง ใช้วัดกี่ครั้ง ๆ ก็ได้ผลใกล้เคียงกัน ผลที่ได้มีความคงที่ (Stability) มีความสอดคล้อง (Consistency) มีความถูกต้อง (Accuracy) และมีความเชื่อถือได้ (Dependability)

อำนาจจำแนก (Discrimination Power) เครื่องมือรวบรวมข้อมูลจะต้องมีสมบัติที่สามารถจำแนก แยกแยะสิ่งที่มีลักษณะต่างกันออกจากกันได้ เครื่องมือที่มีอำนาจจำแนกสามารถบอกได้ว่าใครเป็นอย่างไรตามลักษณะที่วัด และเป็นไปตามสภาพความเป็นจริง

ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่ดีจะต้องมีความเป็นปรนัยสูง กล่าวคือ จะต้องมีความเป็นปรนัย 3 ประเด็น ได้แก่

1. ความถูกต้องทางวิชาการ คือ ผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นเห็นว่าถูกต้องตามหลักวิชา ทั้งข้อคำถาม คำตอบ ไม่มีข้อโต้แย้งทางหลักวิชาการทุกคนเห็นว่าถูกต้อง
2. การให้คะแนน ต้องมีความชัดเจนในการให้คะแนน การตรวจให้คะแนนให้ตรงกันไม่ว่าผู้ออกข้อสอบเป็นคนตรวจ หรือใครเป็นคนตรวจก็ตาม
3. ภาษาที่ใช้จะต้องชัดเจน อ่านเข้าใจตรงกันทุกครั้ง ทุกคน ไม่ว่าจะให้ใครอ่าน หรืออ่านเวลาใดก็ตามจะต้องเข้าใจความหมายได้ตรงกันเสมอ

ความสามารถในการนำไปใช้ (Usability) การประเมินที่ดีจะต้องสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ที่ต้องการได้ดี คือ

1. นำไปใช้ได้ง่าย สะดวกไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถปฏิบัติได้โดยง่ายทั้งผู้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และผู้ให้ข้อมูล
2. ใช้เวลาพอเหมาะ ไม่สั้นหรือนานเกินไป เหมาะสมกับผู้ตอบ
3. ให้คะแนนง่าย สะดวก รวดเร็ว และยุติธรรม
4. คำนึงค่ากับเวลา แรงงาน และงบประมาณที่เสียไป
5. แปลผลง่าย และนำผลไปใช้ได้สะดวก

ในงานวิจัยครั้งนี้ มีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในด้านความตรง ความเที่ยง ความเป็นปรนัย และความสามารถในการนำไปใช้ โดยไม่ได้ตรวจสอบคุณภาพในด้านอำนาจจำแนก เพราะจุดประสงค์ในการประเมินครั้งนี้ต้องการนำเครื่องมือไปใช้ในชั้นเรียน เป็นการประเมินเพื่อตัดสินว่านักเรียนมีการคิดวิเคราะห์มากน้อยเพียงใด ไม่ได้ต้องการเปรียบเทียบกับนักเรียนอื่น

การสร้างคู่มือการใช้เครื่องมือ

การสร้างคู่มือการใช้เครื่องมือ เป็นการเขียนคำชี้แจงแนะนำให้ผู้ใช้งานเครื่องมือมีความเข้าใจ สามารถใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง โดยอุทุมพร จามรมาน (2532: 69) ได้ระบุถึงองค์ประกอบของคู่มือการใช้เครื่องมือ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับเครื่องมือ
2. กรอบการสร้าง ตารางโครงสร้าง
3. เครื่องมือวัดหรือแบบวัด
4. การสรุปด้านคุณภาพ
5. วิธีการใช้และการแปลผล

ในงานวิจัยของระวีวรรณ ยี่สุนแก้ว (2553) ที่ได้พัฒนาแบบประเมินสมรรถนะที่จำเป็นของพยาบาลแผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉิน โรงพยาบาลศูนย์อุบัติเหตุ ระดับ 1-2 ได้ระบุองค์ประกอบของคู่มือดังนี้

1. คำชี้แจง
2. วิธีการใช้แบบประเมิน
3. การตรวจให้คะแนนและการแปลผลคะแนน
4. ตัวอย่างการใช้แบบประเมิน

การจัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้ผู้ใช้งานเครื่องมือมีความเข้าใจในการใช้เครื่องมือ คู่มือจึงประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของเครื่องมือ องค์ประกอบของเครื่องมือ ประโยชน์จากการใช้เครื่องมือ การพัฒนาเครื่องมือ คุณภาพของเครื่องมือ วิธีการใช้เครื่องมือ การตรวจให้คะแนนและการแปลผลคะแนนของเครื่องมือ และตัวอย่างการใช้เครื่องมือ

ดังนั้นการสร้างและพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้สร้างต้องคำนึงถึงคุณภาพของเครื่องมือเป็นสิ่งสำคัญ เพราะเครื่องมือที่มีคุณภาพย่อมที่จะให้ข้อมูลที่ถูกต้อง ตรงกับสิ่งที่ต้องการ สามารถนำไปใช้ได้จริง และการที่จะได้เครื่องมือที่มีคุณภาพนั้นต้องเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการสร้าง หากเครื่องมือมีคุณภาพไม่ดีตั้งแต่ต้น ถึงจะอย่างไรเครื่องมือก็ไม่สามารถมีคุณภาพดีขึ้นได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ความคิด

ยุพิน เกตุดี (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ และเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคุรุประชาสรรค์ โดยสุ่มมา 2 ห้อง จำนวน 60 คน ซึ่งสุ่มแบบง่ายออกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน โดยวิธีการจับฉลาก นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิดในขั้นตอนสรุปความรู้ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิด แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ในแผนการจัดการเรียนรู้ ขึ้นนำเข้าสู่บทเรียน จะใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิดให้นักเรียนสรุปความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการเตรียมตัวและทบทวนความรู้เดิมประกอบกับการใช้สื่อ เชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องที่จะเรียน และให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนมาจนถึงขั้นอภิปรายและสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มจะอภิปรายประเด็นต่างๆและนำเสนอผลของกิจกรรม โดยใช้แผนที่ความคิด และให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนกลุ่มทดลอง มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาล้างการทดลองดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ในงานวิจัยนี้ไม่มีการประเมินแผนที่ความคิด นำแผนที่ความคิดในการจัดการเรียนการสอน ขึ้นการนำเข้าสู่บทเรียน และขึ้นอภิปรายและสรุป

อุณเรือน หนูจันทร์ (2551) ได้ทำการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสรุปความคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคผังความคิด กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย แบบแผนการวิจัยเป็นแบบหนึ่งกลุ่ม สอบก่อนและสอบหลังการทดสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีสอนแบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคผังความคิด จำนวน 10 แผน แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ฉบับก่อนและหลังเรียน ฉบับละ 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปความคิดรวบยอด ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนฉบับละ 30 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคผังความคิดมีทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสรุปความคิดรวบยอดหลังสอนหลังสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์คือ แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือกแบบคู่ขนานจำนวน 2 ฉบับ สำหรับก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ ตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยกับข้อคำถามโดยกำหนดเกณฑ์พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ไม่ต่ำกว่า 0.5 ปรากฏว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1.00 หากค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากโดยนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง กำหนดค่าอำนาจจำแนกไว้ตั้งแต่ 0.2-1.0 และค่าความยากตั้งแต่ 0.2-0.8 ปรากฏว่าฉบับก่อนเรียนมีค่าความยากตั้งแต่ 0.29-0.77 ค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.24-0.80 ฉบับหลังเรียนมีค่าความยาก 0.21-0.65 และค่าอำนาจจำแนก 0.22-0.78 และหาความเที่ยง โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน เกณฑ์ ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.6 ปรากฏว่าฉบับก่อนเรียนมีค่าความเที่ยง 0.85 และฉบับหลังเรียนมีค่าความเที่ยง 0.83 และในการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนการสอนได้มีการประเมินแผนที่ความคิด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ความถูกต้อง 5 คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ 3 คะแนน ความสวยงาม 2 คะแนน รวมเป็น 10 คะแนน มีระดับคุณภาพดังนี้ 7-10 คะแนน ได้ระดับคุณภาพดี 5-6 คะแนน ได้ระดับคุณภาพพอใช้ 0-4 คะแนน ได้ระดับคุณภาพปรับปรุง นักเรียนที่ได้ระดับคุณภาพ พอใช้ ดี ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน ซึ่งการประเมินแผนที่ความคิดอยู่ในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและการประเมินผลด้านภาษาไทยจำนวน 3 คน

ธีรธรรมา ทันใจชน (2552) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเขียนแผนภาพความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL Plus โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL Plus และความสามารถในการเขียนแผนภาพความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL Plus และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL Plus กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL Plus จำนวน 8 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ใช้ทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบคำตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คลอบคลุม ความสามารถในการวิเคราะห์ความสำคัญ โดยการจำแนกรายละเอียดของเนื้อหาสรุปใจความสำคัญ ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยระบุความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ในเรื่องนั้นๆ และความสามารถในการวิเคราะห์หลักการ โดยสามารถระบุจุดมุ่งหมายของผู้เขียนจากเรื่องที่อ่าน ได้ถูกต้อง มีเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของคะแนนดังนี้ ร้อยละ 90-100 ระดับความสามารถสูงมาก ร้อยละ 70-89 ระดับความสามารถสูง ร้อยละ 51-69 ระดับความสามารถปานกลาง ร้อยละ 51-69 ระดับความสามารถปานกลาง ร้อยละ 0-50 ระดับความสามารถต่ำ โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดังนี้ ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรสถานศึกษา ศึกษาทฤษฎี วิธีการสร้างแบบทดสอบปรนัย วิเคราะห์เนื้อหา และเนื้อเรื่อง สร้างแบบทดสอบจำนวน 1 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ เพื่อคัดมาเป็นเครื่องมือ 20 ข้อ นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และด้านวัดและประเมินผล ใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำผลมาวิเคราะห์รายข้อ ดังนี้ ค่าความยากใช้เกณฑ์ 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกใช้เกณฑ์ตั้งแต่ 0.2 ค่าความเที่ยง ใช้วิธีการคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ใช้เกณฑ์ตั้งแต่ 0.7 ซึ่งได้ค่าความเที่ยง 0.84 แบบประเมินความสามารถในการเขียนแผนภาพความคิด จำนวน 8 แผน ซึ่งเป็นแบบประเมินที่กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละแผนภาพความคิดคะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยใช้หลักเกณฑ์ของรูบริกส์ แบ่งเป็นคะแนนความถูกต้องของเนื้อหา 4 คะแนน การจัดระบบในการนำเสนอ 3 คะแนน และความมีระเบียบในการทำงาน 3 คะแนน โดยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา ดังนี้ ศึกษาวิธีการเขียนแผนที่ความคิด วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบและสร้างแบบประเมิน ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องใช้เกณฑ์ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้เท่ากับ 1.00 นำแบบประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำผลมาวิเคราะห์ความเหมาะสมของเนื้อหา

และแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL Plus จำนวน 1 ฉบับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบ Dependent และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL Plus แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกรายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในระดับสูง ด้านสรุปใจความสำคัญ และระบุจุดมุ่งหมายของผู้เขียนอยู่ในระดับสูง และด้านระบุความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือ ปรากฏการณ์อยู่ในระดับปานกลาง ความสามารถในการเขียนแผนภาพความคิดหลังได้รับการ จัดการเรียนรู้ภาพรวมรวมอยู่ในระดับสูง นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL Plus โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ได้แก่ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ด้าน การจัดการเรียนรู้ และด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ตามลำดับ

อังคณา เลิศศรี (2550) ได้ศึกษาผลการใช้แผนที่ความคิดเพื่อเสริมสร้างทักษะการสรุป ความคิดรวบยอด เรื่องสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน วัดคอนขี้ อำเภอมะเอน จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 17 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เทคนิคแผนที่ความคิดรูปแบบโทนี บูชาน จำนวน 5 แผน และแบบประเมินทักษะการสรุปความคิดรวบยอด ซึ่งมีวิธีการสร้างดังนี้ 1) ศึกษา ทฤษฎีจากตำราและเอกสาร ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบประเมินความคิด รวบยอด 2) ศึกษาหลักการเขียนแผนที่ความคิด จากหนังสือทางการศึกษาเพื่อเป็นแนวคิดในการ สร้างแบบประเมิน 3) กำหนดกรอบและออกแบบประเมิน 4) สร้างแบบประเมินตามกรอบที่ กำหนดไว้ 5) นำแบบประเมินที่สร้างให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง 6) นำแบบ ประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คนตรวจสอบความถูกต้องและความตรงด้านเนื้อหา 7) ทดลองใช้แบบ ประเมินกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง 8) จัดทำแบบประเมิน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ 4 คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก 3 คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพดี 2 คะแนน หมายถึง ระดับ คุณภาพพอใช้ 1 คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพควรปรับปรุง โดยในแต่ละระดับคุณภาพคะแนน ได้กำหนดน้ำหนักไว้ดังนี้ การตั้งชื่อเรื่อง น้ำหนัก 2 การจำแนกแยกแยะข้อมูล น้ำหนัก 2 การจัด หมวดหมู่ น้ำหนัก 3 การแสดงความสัมพันธ์ข้อมูล น้ำหนัก 3 และมีเกณฑ์การแปลผลค่าร้อยละซึ่ง ปรับมาจากเกณฑ์การประเมินสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การ มหาชน) ดังนี้ ร้อยละ 80-100 หมายถึง มีทักษะการสรุปความคิดรวบยอดในระดับดีมาก ร้อยละ 65-79 หมายถึง มีทักษะการสรุปความคิดรวบยอดในระดับดี ร้อยละ 50-64 หมายถึง

มีทักษะการสรุปความคิดรวบยอดในระดับพอใช้ ต่ำกว่าร้อยละ 50 หมายถึง มีทักษะการสรุปความคิดรวบยอดในระดับควรปรับปรุง ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยโดยหาค่าร้อยละและค่าเฉลี่ยร้อยละ ซึ่งผลการศึกษพบว่านักเรียนมีทักษะการเขียนสรุปความคิดรวบยอด โดยรวมอยู่ในระดับดี ในเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติในระดับดีมาก เรื่องความหมายของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ประโยชน์ของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ปัญหาและผลกระทบจากปัญหาสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ในระดับดี และ เรื่องประเภทของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติในระดับพอใช้

ประเพ็ญศรี ไกรอนุพงษ์ (2549) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6) โดยใช้แผนที่ความคิด เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6) โดยใช้แผนที่ความคิด และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6) โดยใช้แผนที่ความคิด ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ร้อยละ 75 ขึ้นไป และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนดังกล่าวถึงร้อยละ 70 ซึ่งดำเนินการศึกษาโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้จำแนกตามลักษณะการใช้ดังนี้ เครื่องมือในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ โดยใช้แผนที่ความคิด ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบบันทึกพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินผลงาน แบบสัมภาษณ์ และแบบประเมินการเขียนเชิงสร้างสรรค์ท้ายวงจร เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินผลงานดังนี้ ศึกษามาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คู่มือวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ วิเคราะห์จุดประสงค์ในแต่ละแผนการเรียนรู้ และชิ้นงาน สร้างแบบประเมินตามจุดประสงค์ในแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้ Rubric Score นำแบบประเมินผลงานเสนอผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องเนื้อหา การใช้ภาษา ความเหมาะสมในการนำไปใช้ นำแบบประเมินไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

Dhindsa, Kasim, and Anderson (2010) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนวิธีการใช้แผนที่ความคิด และการสอนแบบดั้งเดิม ในด้านคุณภาพของโครงสร้างความรู้และการรับรู้ของนักเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน 6 ห้องเรียน จำนวน 140 คน ที่มีช่วงอายุ 13-15 ปี จากโรงเรียนทั่วไปในประเทศบรูไน กลุ่มที่ 1 จำนวน 3 ห้องเรียน (เพศชาย 40 คน และเพศหญิง 30 คน) ได้รับการ

สอนแบบดั้งเดิม และกลุ่มที่ 2 จำนวน 3 ห้องเรียน (เพศชาย 41 คน และเพศหญิง 29 คน) ได้รับการสอนด้วยวิธีการใช้แผนที่ความคิด ซึ่งมีการฝึกวิธีการใช้แผนที่ความคิดก่อนเรียน เนื้อหาที่ใช้คือเรื่องสนามแม่เหล็ก จำนวน 4 สัปดาห์ หลังจากการสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มจะต้องอธิบายความเข้าใจของตนเองในเรื่องอำนาจแม่เหล็กจากบทเรียน และเขียนวิเคราะห์สรุปความรู้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่าโครงสร้างทางความคิดของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนที่ความคิดจะมีการจัดระเบียบ เชื่อมโยงความคิดมากและมีองค์ความรู้มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบดั้งเดิม ดังนั้นครูควรพิจารณาใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยแผนที่ความคิดเพื่อช่วยนักเรียนในการเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนมาก

Farrand, Hussain, and Hennessy (2002) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้เทคนิคการเรียนด้วยแผนที่ความคิดเพื่อพัฒนาการเรียกคืนความจำจากการเขียนข้อความ โดยแบ่งกลุ่มที่ศึกษาเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกใช้เทคนิคการเรียนโดยการเรียนด้วยตนเอง กลุ่มที่สองใช้เทคนิคการเรียนด้วยแผนที่ความคิด เมื่อเรียนได้ 30 นาที จะถูกทดสอบด้วยข้อความเดิมที่เคยอ่าน และวัดซ้ำหลังจากฝึก 1 อาทิตย์ต่อมา ผลการวิจัยพบว่าทั้งสองวิธีได้พัฒนาการเรียกคืนความจำได้ทันทีเมื่อเทียบกับพื้นฐาน แต่กลุ่มที่เรียนด้วยแผนที่ความคิดมีความคงทนหลังจากเรียนหนึ่งสัปดาห์ โดยในหนึ่งสัปดาห์ได้เพิ่ม 10% (มากกว่าระดับพื้นฐาน) โดยมากกว่าวิธีเรียนด้วยตนเอง สรุป การเรียนด้วยแผนที่ความคิดเป็นเทคนิคการเรียนที่มีประสิทธิภาพ

Evrekli, Balim, and Inel (2009a) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ในเรื่องแผนที่ความคิด เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามปลายเปิดจำนวน 6 ข้อ เกี่ยวกับการใช้แผนที่ความคิดในการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มที่ศึกษาคือครูวิทยาศาสตร์จำนวน 25 คน เพศชาย 9 คน เพศหญิง 16 คน โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากการตอบ ผลการวิจัยพบว่าแผนที่ความคิด สามารถนำมาใช้ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพและใช้ในการตัดสินใจตัดสินใจก่อนเรียนของนักเรียนและช่วยให้ทราบข้อบกพร่องหรือความเข้าใจผิดของเนื้อหาความรู้ และสะดวกในการเรียกคืนความจำและแนวคิดและเชื่อมโยงความรู้ และแผนที่ความคิดทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจที่จะเรียนรู้ แต่บางเนื้อหาในวิทยาศาสตร์อาจไม่เหมาะกับการใช้วิธีแผนที่ความคิด

Fun and Maskat (2010) ได้ศึกษาแผนที่ความคิดที่ครูเป็นศูนย์กลางและนักเรียนเป็นศูนย์กลางในชั้นเรียนและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีที่แตกต่างทั้งสองวิธี จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาบัญชีของนักเรียนจากแบบทดสอบ กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนจำนวน 50 คน โดย

แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือนักเรียนที่มีความรู้ในเนื้อหาบัญชีจำนวน 29 คน กลุ่มที่ 2 คือนักเรียนที่ไม่มีความรู้ในเนื้อหาบัญชี จำนวน 21 คน ทั้งสองกลุ่มถูกสอนโดยวิธีการเรียนด้วยแผนที่ความคิดโดยครูเป็นศูนย์กลางและนักเรียนเป็นศูนย์กลางเป็นเวลา 3 เดือน โดยเรียนด้วยวิธีแผนที่ความคิดโดยครูเป็นศูนย์กลางก่อน โดยครูจะสอนการใช้แผนที่ความคิด และให้แผ่นกระดาษแผนที่ความคิดที่ไม่สมบูรณ์ แล้วให้นักเรียนเติมให้สมบูรณ์ หลังจากเรียนจบเนื้อหา นักเรียนจะได้รับการทดสอบด้วยแบบสอบ และเรียนด้วยวิธีแผนที่ความคิดโดยนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนจะได้รับกระดาษเปล่าเมื่อเรียนจบในแต่ละหัวข้อ นักเรียนจะต้องทำแผนที่ความคิดสรุปความรู้ด้วยตนเอง ครูจะให้ข้อมูลย้อนกลับและแสดงแผนที่ความคิดที่ดีที่สุด หลังจากเรียนเนื้อหาจบจะได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแผนที่ความคิดโดยครูเป็นศูนย์กลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของลดลง และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแผนที่ความคิดโดยนักเรียนเป็นศูนย์กลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

Evrekli, Inel, and Balim (2009b) ได้ศึกษาคุณภาพของระบบการให้คะแนนของแผนที่ความคิด โดยศึกษาจากแผนที่ความคิดที่สร้างจากอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ในประเทศตุรกี ใช้หลักการของผังมโนทัศน์และแผนที่ความคิดในการพัฒนาระบบการให้คะแนน ระบบการให้คะแนนของแผนที่ความคิดประกอบด้วย กิ่งหลัก 2 คะแนนต่อกิ่ง กิ่งย่อยที่สอง 4 คะแนนต่อกิ่ง กิ่งย่อยที่สาม 6 คะแนนต่อกิ่ง กิ่งย่อยที่สี่ 8 คะแนนต่อกิ่ง การเชื่อมโยง 10 คะแนน ตัวอย่าง 1 คะแนน ความสัมพันธ์ 3 คะแนน รูปภาพ 3 คะแนน องค์ประกอบที่ไม่ถูกต้อง 0 คะแนน โดยประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญการให้คะแนนสองคนและประเมินซ้ำในหนึ่งอาทิตย์ต่อมา ความเที่ยงของระบบการให้คะแนนตรวจสอบด้วยวิธี inter- and intra-rater reliability, intra-cluster correlation analysis และ variance analysis

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำแผนที่ความคิดมาใช้ในการเรียนการสอนส่วนใหญ่ พบว่า การที่ได้้นำความรู้มาสรุปและสร้างเป็นแผนที่ความคิดทำให้นักเรียนได้เกิดความรู้ที่เชื่อมโยง เกิดการวิเคราะห์ สามารถนำความรู้มาสรุปเป็นแผนที่ความคิดและนำเสนอในชั้นการประเมินผลได้ แผนที่ความคิดสามารถนำมาใช้กับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ฝึกการเชื่อมโยงเนื้อหาสรุปความรู้ที่ได้เรียน ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงโดยมีการให้คะแนนแผนที่ความคิดในรูปแบบ Rubric ในประเด็นเนื้อหา ความเชื่อมโยง การใช้ภาพ/สี การใช้ความคิดของตนเอง มีขั้นตอนการสร้างแบบประเมินแผนที่ความคิด คือ ศึกษาวิธีการสร้างแผนที่ความคิด ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ สร้างแบบประเมิน นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ

ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ตรวจสอบความเที่ยงโดยประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญการให้คะแนนสองคนและประเมินซ้ำในหนึ่งอาทิตย์ต่อมา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ระวีวรรณ ยี่สุนแก้ว (2553) ได้พัฒนาแบบประเมินสมรรถนะที่จำเป็นของพยาบาล แผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉิน โรงพยาบาลศูนย์อุบัติเหตุ ระดับ 1-2 มีขั้นตอนการสร้างแบบประเมินดังนี้ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อร่างกรอบสมรรถนะ แล้วจึงกำหนดนิยามของสมรรถนะ กำหนดรายละเอียดของพฤติกรรมหรือตัวชี้วัดพฤติกรรม ที่สามารถสังเกตเห็น แสดงถึงทักษะความรู้ ความสามารถในการดูแลผู้ป่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉิน สร้างแบบประเมินสมรรถนะ โดยแต่ละสมรรถนะจะมีการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ โดยคำนึงถึงหลักการสร้างความให้ชัดเจนในการสื่อความหมายกะทัดรัด แล้วรวบรวมเป็นชุดแบบสอบถามโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคส์ แบ่งพฤติกรรมสมรรถนะออกเป็น 3 ระดับ ให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องครอบคลุมเนื้อหา และภาษา ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินโดยนำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาในเรื่องความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) พิจารณาเรื่องการปรับปรุงภาษา พฤติกรรมให้กระชับ ชัดเจน ตรงประเด็น คัดเลือกตัวชี้วัดโดยการคำนวณหาค่า IOC ที่มีค่ามากกว่า .50 ขึ้นไป นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขมาทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาความเที่ยงของเครื่องมือ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค แล้วจึงนำมาหาค่าความเที่ยงทั้งฉบับ แบบประเมินของผู้ประเมินและของตนเองมีความเที่ยงเท่ากับ .951 และ .937 และพิจารณาค่าความเที่ยงรายด้าน โดยเลือกให้มีค่าความเที่ยง .70 ขึ้นไป หาค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน โดยวิเคราะห์หาความสอดคล้องของการประเมินระหว่างหัวหน้า และระดับปฏิบัติการและพยาบาลประเมินตนเอง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .413 ถึง .949 นำแบบประเมินสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นไปใช้สร้างเกณฑ์ปกติและแปลผลของคะแนนจากการใช้แบบประเมิน เขียนคู่มือการใช้แบบประเมิน คู่มือประกอบด้วย คำชี้แจง วิธีการใช้แบบประเมิน การตรวจให้คะแนนและการแปลผลคะแนนของแบบประเมิน ตัวอย่างการใช้แบบประเมินสมรรถนะ นำคู่มือการใช้และแบบประเมินไปให้ผู้ประเมิน 2 กลุ่มคือ หัวหน้าหรือรองหัวหน้าพยาบาลประเมินสมรรถนะจำนวน 3 คน และพยาบาลจำนวน 3 คน แล้วทำการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างเกี่ยวกับการใช้แบบประเมินและคู่มือการใช้

แบบประเมินสมรรถนะในด้านความเป็นป็นปรนัย ความมีประสิทธิภาพ ความยุติธรรม และความสะดวกในการนำไปใช้

ฉัตรลดา พุทธรักษา (2551) ได้พัฒนาเครื่องมือประเมินเป้าหมายใฝ่สัมฤทธิ์ของครูในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือประเมินเป้าหมายใฝ่สัมฤทธิ์ของครู เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและรูปแบบของเครื่องมือ จากนั้นสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ สร้างข้อคำถามในเครื่องมือประเมินประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบเครื่องมือประเมิน ตอนที่ 2 การกำหนดข้อคำถามและรูปแบบเพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินซึ่งเป็นแบบมาตรฐานค่า 5 ระดับ นำเครื่องมือไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไข ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมิน โดยนำเครื่องมือไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบความครอบคลุมของประเด็นการประเมินและเกณฑ์ที่กำหนด ความเหมาะสมของภาษา และความตรงของเนื้อหา นำผลการพิจารณาคำนวณดัชนีความสอดคล้อง พบว่ามีค่าตั้งแต่ 0.60 -1.00 แปลแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เทคนิค Back-Translation เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์กับเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทดลองใช้เครื่องมือกับครูจำนวน 56 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยง ด้วยวิธีตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยได้ค่าความเที่ยงของเครื่องมือ .87 ขึ้นไป

นิสาร์ตน์ ทองศักดิ์ (2553) ได้พัฒนาแบบตรวจสอบรายการประเมินหลักสำหรับประเมินตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของครูระดับประถมศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้ แบบบันทึกพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูมีลักษณะเป็นแบบรายการ โดยศึกษาวิธีการสร้างแบบบันทึกจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้หลักการและรูปแบบการสร้าง กำหนดข้อรายการและตัวบ่งชี้ตามกรอบแนวคิดการวิจัย ตรวจสอบความเหมาะสม ชัดเจน และความถูกต้องของภาษาของข้อคำถาม แล้วจัดพิมพ์ นำเครื่องมือเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ปรับปรุงเครื่องมือฉบับร่างตามข้อเสนอแนะแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 ท่านเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือ นำไปทดลองใช้กับครูจำนวน 9 คนเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือ

รังสิมาภรณ์ หนูน้อย (2554) ได้พัฒนาแบบวัดคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับนักศึกษาวิทยาลัยชุมชน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือ ศึกษา

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สํารวจความคิดเห็นเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ ของนักศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นสถานการณ์คำถามสร้างข้อคำถามตามกรอบความคิดของนิยามเชิงปฏิบัติการ ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ พิจารณาปรับปรุง คัดเลือกข้อความ จัดแบบวัดเข้าฉบับ เขียนคำชี้แจงในการสอบ ตัวอย่างการทำแบบวัด นำเครื่องมือไปทดลองใช้ เพื่อสังเกตพฤติกรรมการอ่านคำชี้แจง ข้อความที่เหมาะสม ภาษาที่ใช้ นำเครื่องมือไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพรายข้อ ด้านอำนาจจำแนก เขียนคู่มือการใช้ นำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 3 เพื่อวิเคราะห์ความตรงตามโครงสร้างโดยการวิเคราะห์ห้อยค์ประกอบ และหาความเที่ยง นำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 4 เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ และเขียนคู่มือการใช้เครื่องมือฉบับสมบูรณ์

จุฬารณย์ ทองสินุช (2555) ได้พัฒนาเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริงวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพิบูลอุปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 2 เพื่อศึกษาผลของการใช้เครื่องมือการประเมินตามสภาพจริงที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองควบคุมไปกับการวัดและประเมินผล นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณ ได้แก่ การหาค่าความถี่ ร้อยละและเชิงคุณภาพในการวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาดังนี้ 1) วิเคราะห์ตัวชี้วัด 2) สร้างและพัฒนาเครื่องมือประเมินตามสภาพจริงโดยออกแบบเครื่องมือประเมิน ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 3) นำเครื่องมือไปใช้ในการประเมินตามสภาพจริงโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสอดคล้องกับการประเมิน 4) นำผลการใช้เครื่องมือประเมินตามสภาพจริงมาพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูและพัฒนาเครื่องมือประเมินตามสภาพจริง ผลการวิจัยพบว่า เครื่องมือประเมินตามสภาพจริงที่สร้างมีคุณภาพในด้านความตรง ความเที่ยง สามารถบอกความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ มีความเป็นปรนัยโดยใช้ภาษาชัดเจน กำหนดระยะเวลา เกณฑ์การประเมิน การแปลความหมายชัดเจนและมีความสามารถในการนำไปใช้ และผลที่ได้จากเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริงที่พัฒนาในการวิจัยครั้งนี้สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ทั้งในด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ สรุปขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือเพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ดังนี้

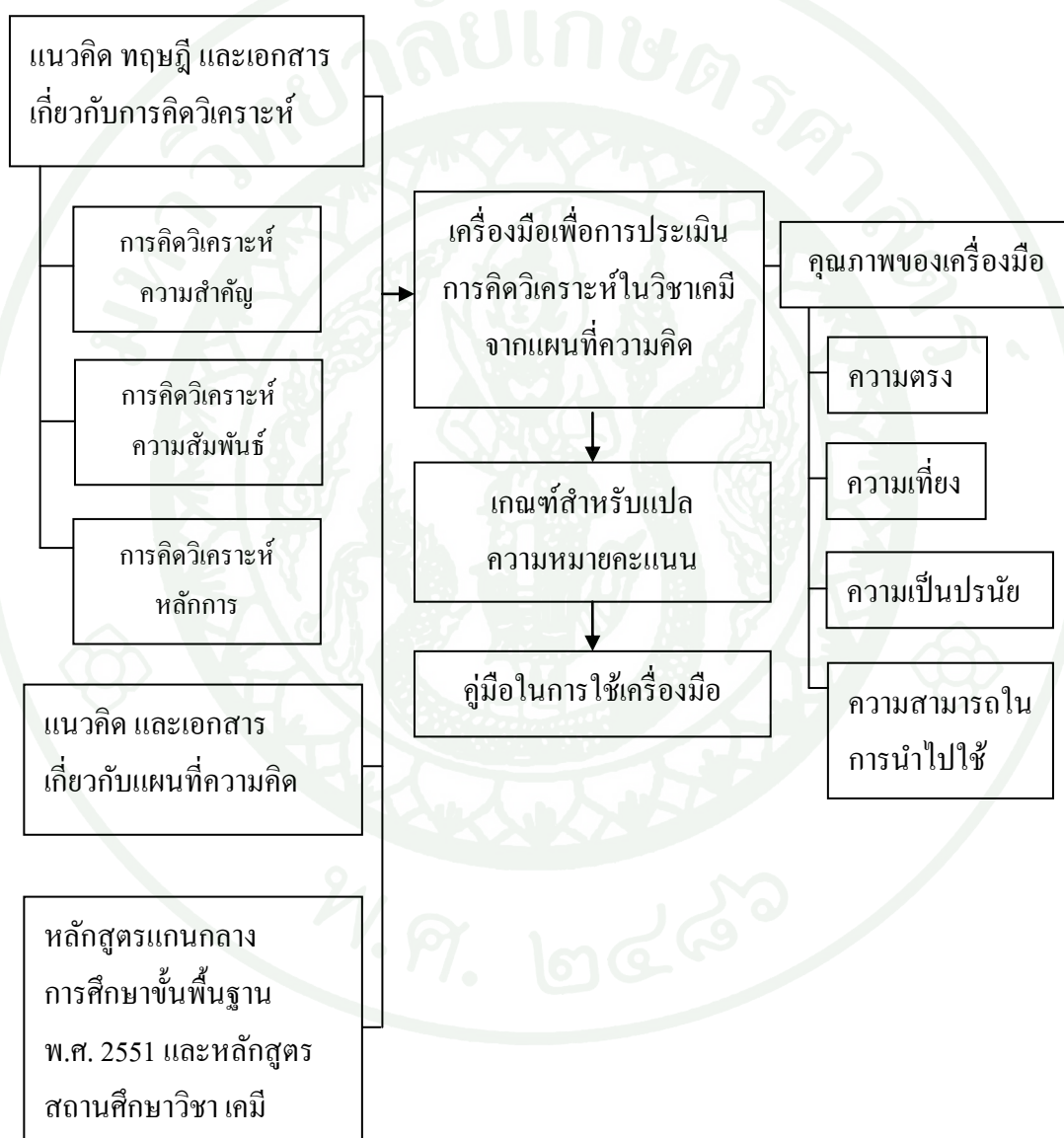
1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมิน 2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4) สร้างเครื่องมือเพื่อการประเมิน 5) ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในด้านความตรงจากผู้เชี่ยวชาญ 6) นำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในด้านความตรงและความเที่ยง 7) สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือ 8) นำคู่มือและเครื่องมือประเมินไปตรวจสอบคุณภาพในด้านความเป็นปรนัย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อหาความสำคัญของหลักการขององค์ประกอบนั้น และหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบนั้น ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อาศัยหลักการใด ซึ่งการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยการวิเคราะห์ความสำคัญเป็นความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ หาองค์ประกอบที่สำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ ได้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นความสามารถในการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อกันเกี่ยวพันกันอย่างไร และการวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์โดยอาศัยหลักการใด ซึ่งมีความสอดคล้องกับวิชาเคมี ที่เน้นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด โดยการคิดวิเคราะห์เป็นหนึ่งในกระบวนการคิดที่สำคัญในวิชาเคมี เนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งอยู่ในสาระที่ 3 ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นเนื้อหาในวิชาเคมีที่มีองค์ประกอบ ประเด็นต่าง ๆ ที่มีความเชื่อมโยงรายละเอียดและประเด็นต่าง ๆ ต่อเนื่องกัน ซึ่งแผนที่ความคิดเป็นเครื่องมือที่แสดงความคิดโดยการทำงานของสมอง โดยมีการใช้ภาพ เส้น คำ ลี การเชื่อมโยงความคิดหรือสาระนั้น ๆ โดยหลักการของแผนที่ความคิดจะมีหัวข้อเรื่องอยู่ตรงกลาง มีประเด็นหลักของเรื่องต่อจากศูนย์กลาง มีประเด็นรองเชื่อมต่อจากประเด็นหลักออกไปเรื่อย ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการคิดวิเคราะห์ นั่นคือผู้ที่สร้างแผนที่ความคิดต้องมีการวิเคราะห์ความสำคัญ สามารถหาประเด็นสำคัญในเรื่องที่ศึกษาได้แล้วนำมาเขียนเป็นคำเชื่อมต่อไปในแต่ละประเด็นหลัก มีการวิเคราะห์ความเชื่อมโยง สามารถเชื่อมโยงคำต่างๆ ตามความสัมพันธ์ มีการวิเคราะห์หลักการ สามารถบอกได้ว่าในเนื้อหานั้นๆมีหลักการที่สำคัญคือเรื่องใด เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินแผนที่ความคิดต้องคำนึงถึงคุณภาพของเครื่องมือเป็นสำคัญโดยการให้คะแนนแผนที่ความคิด จะมีหลักเกณฑ์ในการให้คือ คำสำคัญ การเชื่อมโยงความคิด คำที่เป็นหลักสำคัญ และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการนำแผนที่ความคิดมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า การที่ได้นำความรู้มาสรุปและสร้างเป็นแผนที่ความคิดทำให้นักเรียนได้เกิดความรู้ที่เชื่อมโยง เกิดการวิเคราะห์ สามารถนำความรู้มาสรุปเป็นแผนที่ความคิดและนำเสนอในชั้น

การประเมินผลได้ ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น โดยมีการให้คะแนนแผนที่ความคิดในรูปแบบ Rubric มีขั้นตอนการสร้างแบบประเมินแผนที่ความคิด คือ ศึกษาวิธีการสร้างแผนที่ความคิด ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ สร้างแบบประเมิน นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง นำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายตรวจสอบความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน และตรวจสอบความเที่ยงด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพัทธ์ของคะแนนที่ประเมินด้วยครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 2 คน สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือและสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนเพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัย และความสามารถในการนำไปใช้

ดังนั้นผู้วิจัย จึงสนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด เพื่อที่จะได้แนวทางในการสร้างเครื่องมือสำหรับประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดที่มีคุณภาพ ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลไปพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการคิดวิเคราะห์ยิ่งขึ้นไป

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3

วิธีการวิจัย

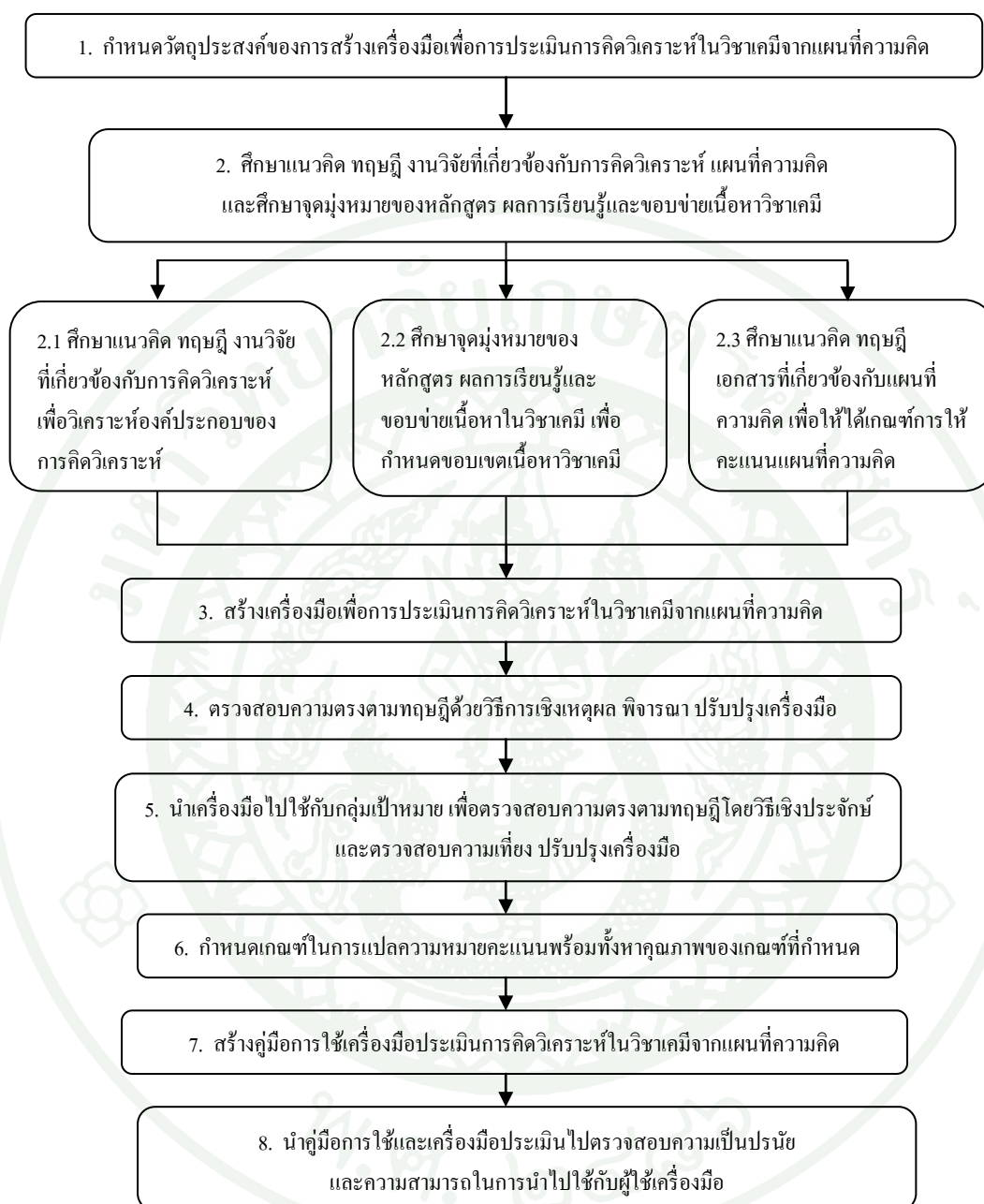
การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. พัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด
2. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในประเด็นของความตรงตามทฤษฎี และความเที่ยง
3. กำหนดเกณฑ์สำหรับการแปลความหมายคะแนนจากเครื่องมือและหาคุณภาพของเกณฑ์ที่กำหนด
4. จัดทำคู่มือเพื่อประกอบการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์

การพัฒนาเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินงานและสรุปขั้นตอนของการดำเนินงาน ดังปรากฏในภาพที่ 1 ดังนี้

วิธีการดำเนินการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

ขั้นตอนที่ 1

กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด เพื่อพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด และศึกษาคุณภาพของเครื่องมือ เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับครูในการนำไปใช้ประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีและสร้างแผนที่ความคิดว่ามีความคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ครูในการใช้ตรวจสอบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และได้ข้อมูลจากผลการวัดไปส่งเสริมสนับสนุน และพัฒนานักเรียนให้มีการคิดวิเคราะห์ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2

ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิด และศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้และขอบข่ายเนื้อหาวิชาเคมี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ และเป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาเคมี และเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ โดยกำหนดองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการคิดวิเคราะห์หลักการ

2.1.1 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาเคมีออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อหาส่วนสำคัญของหลักการขององค์ประกอบนั้น และหาความสัมพันธ์ ความเกี่ยวพันของเนื้อหา และหาหลักการที่เนื้อหานั้นยึดอาศัย จนเกิดความชัดเจนเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการคิดวิเคราะห์มี 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยแสดงออกมาจากการสร้างแผนที่ความคิดในวิชาเคมี

การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ หองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาเคมีได้ โดยแสดงออกจากการเขียนคำสำคัญต่างๆ ของเนื้อหาออกมาเป็นกิ่งความคิดต่าง ๆ ในแผนที่ความคิดได้ครอบคลุมเนื้อหา

การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้อง สอดคล้อง หรือขัดแย้งของประเด็นย่อย ๆ ของเนื้อหาในวิชาเคมี โดยแสดงออกจากการเชื่อมโยงกิ่งความคิดต่างๆ ในแผนที่ความคิดได้ถูกต้อง

การคิดวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ของเนื้อหาวิชาเคมี หาหลักสำคัญที่เนื้อหานั้นเชื่อมโยงและยึดอาศัย ซึ่งแสดงออกจากการเขียนคำสำคัญที่เป็นหลักสำคัญในเนื้อหานั้น ๆ และเขียนเป็นกิ่งความคิดหลักและกิ่งความคิดรองได้ถูกต้อง

2.2 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้และขอบข่ายเนื้อหาในวิชาเคมี เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาเคมี ในการวิจัยครั้งนี้ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้คือ สมบัติของธาตุและสารประกอบ

2.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ความคิด เพื่อให้ได้เกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิด ได้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์

ขั้นตอนที่ 3

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามนิยามปฏิบัติการของแต่ละองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด โดยมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบรูบริคส์ ซึ่งประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้น ประเมินตามองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ที่ได้ศึกษา คือ

3 องค์ประกอบ ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ การคิดวิเคราะห์เชื่อมโยง และการคิดวิเคราะห์หลักการ มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีการสร้างและพัฒนาแบบประเมินการคิดวิเคราะห์จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้หลักการ และรูปแบบการสร้างแบบประเมินการคิดวิเคราะห์

1.2 สร้างแบบประเมินการคิดวิเคราะห์ โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินให้สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการประเมิน สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 นำแบบประเมินการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ปรับปรุงตามคำแนะนำ โดยปรับการให้คะแนนให้เป็นช่วงคะแนน เช่น ระดับคุณภาพปานกลาง มีกึ่งความคิดหลักที่สัมพันธ์กับหัวข้อถูกต้องร้อยละ 60 เป็นถูกต้องร้อยละ 60-69 และเพิ่มรายละเอียดของการให้คะแนน เช่น ถูกต้องร้อยละ 70-79 เป็นถูกต้องร้อยละ 70-79 ของกึ่งความคิดหลักทั้งหมด

2. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้คู่กับใบงานของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาเอง มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

2.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้และขอบข่ายเนื้อหาวิทยาศาสตร์จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษารายละเอียดของจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากแนวการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดกรอบเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

ตารางที่ 3 กำหนดการสอน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

แผนที่	เนื้อหา	จำนวน(คาบ)
1	สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบและตามหมู่	4
2	ตำแหน่งของธาตุไฮโดรเจนและธาตุแตรนซิชั่น	4
3	ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี	4
รวม		12

2.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ (แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป) สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล

2.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเวลาที่ใช้สอน รวม 12 คาบ สอนสัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- มาตรฐานการเรียนรู้
- สาระสำคัญ
- สาระการเรียนรู้
- ชิ้นงาน/ภาระงาน ที่แสดงผลการเรียนรู้
- สมรรถนะ
- การประเมิน
- กิจกรรมการเรียนรู้
- สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้
- สรุปผลการจัดการเรียนรู้

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และปรับแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะ โดยมีการปรับปรุงด้านภาษา กิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกัน เหมาะสมกับผู้เรียน ปรับบางกิจกรรมที่ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัด ปรับเป็นครูตั้งคำถามแล้วให้ผู้เรียนตอบ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น

ขั้นตอนที่ 4

ตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยวิธีเชิงเหตุผล ด้วยการให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิดและด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของนิยามศัพท์ที่มีความชัดเจนเหมาะสมและครอบคลุมถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการคิดวิเคราะห์หรือไม่ พิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน เกณฑ์สำหรับแปลความหมายของคะแนน และพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ความถูกต้อง การใช้ภาษา ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การพิจารณา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 แสดงว่า นิยามศัพท์ เกณฑ์การให้คะแนน แผนการจัดการเรียนรู้ และเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน มีความตรงในสิ่งที่ต้องการวัด พบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 0.66-1.00 (ดังแสดงในภาคผนวก ข) แล้วจึงนำเอาข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่องต่อไป

1. การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ได้ปรับปรุงด้านภาษา กิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกัน เหมาะสมกับผู้เรียน ปรับบางกิจกรรมที่ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัด ปรับเป็นครูตั้งคำถามแล้วให้ผู้เรียนตอบ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น และกิจกรรมที่ให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ควรให้ตัวอย่างในการสร้างแผนที่ความคิด เช่น ครูสร้างให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างประมาณร้อยละ 50 และให้ตัวอย่างน้อยลงในการสร้างแผนที่ความคิดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดด้วยตนเองในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

2. การปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิด โดยปรับเกณฑ์ในแต่ละระดับ ให้มีความเฉพาะในแต่ละเนื้อหาที่นักเรียนต้องสร้างแผนที่ความคิดที่ประเมิน เช่น เดิม ระดับดีมาก หมายถึง มีคำสำคัญในแผนที่ความคิดครอบคลุมเนื้อหาหรือร้อยละ 80-100 ของคำสำคัญทั้งหมด ควรปรับดังนี้ ระดับดีมาก หมายถึง มีคำสำคัญในแผนที่ความคิดครอบคลุมเนื้อหา 20 คำขึ้นไป

นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจ ขอคำแนะนำ แก้ไขปรับปรุง โดยอาจารย์ที่ปรึกษามีความเห็นสอดคล้องให้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 5

นำเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 จำนวน 49 คน โดยผู้วิจัยทำการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เมื่อจบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะสร้างแผนที่ความคิดตามหัวข้อเรื่องในแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ ผู้วิจัยจะบันทึกผลหลังการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผน หากพบว่ามีกิจกรรมที่ไม่เหมาะสมต่อการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน การสร้างแผนที่ความคิด หรือการประเมินแผนที่ความคิด ผู้วิจัยจะปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปทันที และนำผลการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดของผู้เรียนมาตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแอลฟาตามวิธีของครอนบาค เมื่อได้เครื่องมือประเมินที่มีคุณภาพตามเกณฑ์แล้ว นำเครื่องมือไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 1 คน ประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นจำนวน 49 แผนที่ความคิดและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากครู 2 คน (ผู้วิจัยและครูเคมี 1 คน) ตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือ และผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนมาหาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบของนักเรียนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันเพื่อตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือ

ขั้นตอนที่ 6

หลังจากศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน พร้อมทั้งหาคุณภาพของเกณฑ์ที่กำหนด โดยการนำเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แนะนำให้เพิ่มตัวอย่างกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ในแต่ละระดับของเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน ปรับปรุงตามคำแนะนำ และได้ตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์ที่กำหนดด้วยการให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมีความเห็นว่าเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนมีความเหมาะสม ซึ่งเกณฑ์การแปลความหมายคะแนน มีรายละเอียดดังนี้

เกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนการคิดวิเคราะห์ จะนำคะแนนรวมของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มารวมกัน โดยเทียบเป็นเกณฑ์ได้ 4 ระดับ ดังนี้

ดีเยี่ยม ตั้งแต่ 12 คะแนนขึ้นไป หรือตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนรวมขึ้นไป แสดงว่านักเรียนมีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพดีเลิศ ควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะ เป็นต้น

ดี ตั้งแต่ 10 -11 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 65-79 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ควรได้รับการพัฒนาให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น และหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ผ่าน ตั้งแต่ 8 -9 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 50-64 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่มิชอบพ่องบางประการ ควรได้รับการพัฒนาให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น และหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ไม่ผ่าน น้อยกว่า 8 คะแนน หรือน้อยกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่น้อย ควรได้รับการฝึกฝน ทบทวน และหาแนวทางหรือจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 7

สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด เพื่อให้ผู้ใช้เครื่องมือประเมินมีความเข้าใจตรงกันในการนำเครื่องมือไปใช้ โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของคู่มือ พบว่า ควรอธิบายรายละเอียดวิธีการใช้เครื่องมือให้เพิ่มมากขึ้น เช่น เพิ่มตัวอย่างการเขียนแผนที่ความคิด กิ่งหลัก กิ่งรอง และกิ่งย่อยวิธีการนำคะแนนใส่ในแบบประเมิน

โดยคู่มือการใช้เครื่องมือประเมินประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

1. จุดมุ่งหมายของเครื่องมือ
2. องค์ประกอบของเครื่องมือ
3. ประโยชน์จากการใช้เครื่องมือ
4. การพัฒนาเครื่องมือ
5. คุณภาพของเครื่องมือ
6. วิธีการใช้เครื่องมือ
7. การตรวจให้คะแนนและการแปลผลคะแนนของเครื่องมือ
8. ตัวอย่างการใช้เครื่องมือ

ขั้นตอนที่ 8

นำคู่มือการใช้เครื่องมือประเมินและเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมีที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ใช่แบบประเมิน คือ ครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 2 คน โดยให้ครูทั้ง 2 คน ศึกษาคู่มือการใช้เครื่องมือและทดลองใช้เครื่องมือตามคู่มือในการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดของนักเรียน ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และคู่มือการใช้เครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมีในด้านความเป็นปรนัย และความสามารถในการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการวิจัยกับกลุ่มเป้าหมายในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 49 คน ซึ่งผลการวิจัยและข้อวิจารณ์มีดังนี้

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ผลการตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยวิธีเชิงเหตุผล

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิด และศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้และขอบข่ายเนื้อหาวิชาเคมี ทำให้ผู้วิจัยกำหนดองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการคิดวิเคราะห์หลักการ และขอบเขตเนื้อหาวิชาเคมีที่เลือกใช้งานวิจัยครั้งนี้คือ สมบัติของธาตุและสารประกอบ และได้แนวทางการประเมินแผนที่ความคิดโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ และได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด ซึ่งเครื่องมือประกอบด้วยแบบประเมินการคิดวิเคราะห์ มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ จากนั้นได้นำเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยใช้วิธีเชิงเหตุผล ด้วยการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิด และด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 คนโดยใช้เกณฑ์การพิจารณา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า หรือ

เท่ากับ 0.50 พบว่ามีดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.66-1.00 (ดังแสดงในภาคผนวก ข) และปรากฏผลการพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ผลการพิจารณานิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนมีความเห็นตรงกันว่า การนิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องมีความชัดเจน เหมาะสม และครอบคลุม แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และสามารถนำไปสู่การสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้เหมาะสม

2) ผลการพิจารณาเกณฑ์การให้คะแนนของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่ามีเหมาะสม แต่ควรปรับภาษาในส่วนการให้คะแนนจากเดิมเป็นร้อยละ ควรปรับให้เป็นจำนวนตัวเลขสำหรับการประเมินแผนที่ความคิดที่ทราบจำนวน กิ่งความคิดที่แน่นอน เช่น กำหนดกิ่งความคิดทั้งหมดจำนวน 41 กิ่งคือร้อยละ 100 จึงควรปรับการให้คะแนนจาก “มีกิ่งความคิดหลัก, ความคิดรองครอบคลุมเนื้อหาร้อยละ 80-100 ของกิ่งความคิดทั้งหมด” ปรับเป็น “มีกิ่งความคิดหลัก, ความคิดรองครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 33-41 กิ่งของกิ่งความคิดทั้งหมด 41 กิ่ง”

3) ผลการพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 3 แผน คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบและตามหมู่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ตำแหน่งของธาตุไฮโดรเจนในตารางธาตุและธาตุแทรนซิชัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุแทรนซิชัน ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันว่ามีเหมาะสม แต่ควรปรับในส่วนกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยควรเพิ่มกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เพิ่ม เช่น การเพิ่มคำถามในระดับการคิดวิเคราะห์ และควรปรับการให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ จากเดิม ให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดหลังจากจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดเอง ปรับเป็นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ครูเขียนแผนที่ความคิดให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างร้อยละ 50 ของแผนที่ความคิดทั้งหมด และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ครูเขียนแผนที่ความคิดให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างร้อยละ 25 ของแผนที่ความคิดทั้งหมด และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดด้วยตนเอง

ปรับปรุงเครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 49 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ผลปรากฏดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบและตามหมู่ นักเรียนสามารถทำกิจกรรมและตอบคำถามตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้ครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และในตอนสรุปความรู้ ครูผู้สอนได้สร้างแผนที่ความคิดให้นักเรียนดูบนกระดานเป็นตัวอย่างร้อยละ 50 ของแผนที่ความคิดทั้งหมด และให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดต่อยอดตนเองลงบนกระดาษขนาด A4 ซึ่งพบว่ามึนักเรียนจำนวน 9 คน ไม่ได้สร้างแผนที่ความคิดได้ถูกต้องตามหลักการเขียนแผนที่ความคิด โดยใช้สีแสดงการเชื่อมโยงไม่ถูกต้องมีการล้อมกรอบคำแทนการเขียนคำบกึง และเขียนเป็นประโยคแทนคำ ซึ่งทำให้นักเรียนไม่ได้แสดงการคิดวิเคราะห์ที่ชัดเจน เพราะคำสำคัญจะอยู่รวมกันประโยค ไม่แสดงการเชื่อมโยงในแต่ละคำสำคัญ ดังนั้นครูผู้สอนจึงแนะนำวิธีการเขียนแผนที่ความคิดที่ถูกต้องแก่นักเรียนเป็นรายบุคคล และยกตัวอย่างแผนที่ความคิดของเพื่อนนักเรียนที่ทำได้ถูกต้อง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ตำแหน่งของธาตุไฮโดรเจนและธาตุแทรนซิชัน นักเรียนสามารถทำกิจกรรมและตอบคำถามตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้ครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการสร้างแผนที่ความคิด พบว่า มีนักเรียนจำนวน 4 คน ไม่ได้สร้างแผนที่ความคิดได้ถูกต้องตามหลักการเขียนแผนที่ความคิด จากการสอบถามสาเหตุที่นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดได้ไม่ถูกต้องตามหลักการเขียน เพราะว่ามีครูในรายวิชาอื่นมอบหมายงานและให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์ ทำให้นักเรียนสับสนและเข้าใจวิธีการสร้างแผนที่ความคิดคลาดเคลื่อน ครูจึงย้าวิธีการเขียนแผนที่ความคิด และมีนักเรียนบางส่วนเขียนคำยาวๆ ลงบนกิ่งความคิด ครูจึงแนะนำให้ นักเรียนแตกกิ่งความคิดเพิ่มและจัดกลุ่มให้เหมาะสม และมีนักเรียนบางส่วนแยกแผนที่ความคิดออกเป็น 2 แผ่นโดยแยกตามชื่อเรื่อง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี นักเรียนสามารถทำกิจกรรมและตอบคำถามตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้ครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการสร้างแผนที่ความคิด นักเรียนสามารถสร้างแผนที่ความคิดได้ด้วยตนเอง ถูกต้องตามหลักการเขียนแผนที่ความคิด

ผู้วิจัยเลือกแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ชาติกรุงโลหะและกัมมันตรังสี เพราะนักเรียนเป็นผู้สร้างแผนที่ความคิดด้วยตนเองทั้งหมด และนำเครื่องมือไปใช้ประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียน พบว่า ในการตรวจให้คะแนน ควรปรับเกณฑ์การให้คะแนนจากเดิม คือคำว่า “ถึงความคิด” เป็น “คำสำคัญ” และควรกำหนดคำสำคัญในเนื้อหาที่จะประเมินก่อนโดยศึกษาจากเอกสาร หนังสือเรียน และคู่มือครู เพื่อหาคำสำคัญในเนื้อหา นั้น ๆ และเวลาตรวจคำสำคัญต่าง ๆ ในการให้คะแนนนั้น หากนักเรียนเขียนรูปภาพ สัญลักษณ์ หรือคำที่มีความหมายเดียวกับคำสำคัญที่กำหนดถือว่า รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ หรือคำนั้น เป็น คำสำคัญที่ถูกต้อง เพราะนักเรียนมีอิสระด้านความคิด และสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการ สร้างแผนที่ความคิดได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับเกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการคิดวิเคราะห์จาก แผนที่ความคิดของนักเรียน ในแต่ละองค์ประกอบดังนี้

1) การวิเคราะห์ความสำคัญ

จากเกณฑ์เดิม คือ “มีถึงความคิดหลักที่สัมพันธ์กับหัวข้อถูกต้อง” ปรับเป็น “มีคำสำคัญใน เนื้อหานั้น ๆ ถูกต้อง” เพราะถ้านักเรียนสามารถหาคำสำคัญในเนื้อหานั้น ๆ ได้ แสดงว่านักเรียนมี การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ สามารถหาองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาต่าง ๆ ได้

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสม

3) การวิเคราะห์หลักการ

ปรับจากเดิม “เขียนความคิดหลักไว้ตรงกลางแยกออกเป็นถึงความคิดรอง” ปรับเป็น “มีคำ สำคัญที่เป็นหลักสำคัญในเนื้อเรื่องนั้นๆและเขียนเป็นถึงความคิดหลักและความคิดรอง ได้ถูกต้อง” เพราะหากนักเรียนสามารถค้นหาได้ว่าประเด็นย่อยต่าง ๆ ในเนื้อหาที่นักเรียนเขียนออกมาเป็นคำ สำคัญนั้น อาศัยหลักการใด ซึ่งก็คือคำสำคัญที่เป็นหลักสำคัญ แสดงว่านักเรียนมีการวิเคราะห์ หลักการ

ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนน นำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้เกณฑ์การให้ คะแนนดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิด

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.การวิเคราะห์ ความสำคัญ	มีคำสำคัญในกิ่ง ความคิดหลัก,ความคิด รอง และความคิดย่อย ได้ครอบคลุมเนื้อหา ถูกต้องร้อยละ 80-100 ของคำสำคัญทั้งหมด	มีคำสำคัญในกิ่ง ความคิดหลัก,ความคิด รอง และความคิดย่อย ได้ครอบคลุมเนื้อหา ถูกต้องร้อยละ 70-79 ของคำสำคัญทั้งหมด	มีคำสำคัญในกิ่ง ความคิดหลัก,ความคิด รอง และความคิดย่อย ได้ครอบคลุมเนื้อหา ถูกต้องร้อยละ 60-69 ของคำสำคัญทั้งหมด	มีคำสำคัญในกิ่ง ความคิดหลัก,ความคิด รอง และความคิดย่อย ได้ครอบคลุมเนื้อหา ถูกต้องร้อยละ 50-59 ของคำสำคัญทั้งหมด	มีคำสำคัญในกิ่ง ความคิดหลัก, ความคิดรอง และ ความคิดย่อย ได้ ถูกต้องน้อยกว่า ร้อยละ 50 ของคำ สำคัญทั้งหมด
2. การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับกิ่ง ความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิด หลักกับกิ่งความคิดรอง ได้ร้อยละ 80-100 ของ การเชื่อมโยงทั้งหมด	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับกิ่ง ความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิด หลักกับกิ่งความคิด รองได้ร้อยละ 70-79 ของการเชื่อมโยง ทั้งหมด	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับกิ่ง ความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิด หลักกับกิ่งความคิดรอง ได้ร้อยละ 60-69 ของ การเชื่อมโยงทั้งหมด	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับกิ่ง ความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิด หลักกับกิ่งความคิดรอง ได้ร้อยละ 50-59 ของ การเชื่อมโยงทั้งหมด	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับ กิ่งความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิด หลักกับกิ่งความคิด รองได้น้อยกว่า ร้อยละ 50 ของการ เชื่อมโยงทั้งหมด

ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
3. การวิเคราะห์ หลักการ	มีคำสำคัญที่เป็นหลัก สำคัญในเรื่องนั้นๆ และเขียนเป็นกึ่ง ความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้อง ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป	มีคำสำคัญที่เป็นหลัก สำคัญในเรื่องนั้นๆ และเขียนเป็นกึ่ง ความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70-79	มีคำสำคัญที่เป็นหลัก สำคัญในเรื่องนั้นๆ และเขียนเป็นกึ่ง ความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้อง ร้อยละ 60-69	มีคำสำคัญที่เป็นหลัก สำคัญในเรื่องนั้นๆ และเขียนเป็นกึ่ง ความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้อง ร้อยละ 50-59	มีคำสำคัญที่เป็นหลัก สำคัญในเรื่องนั้นๆ และเขียนเป็นกึ่ง ความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้อง น้อยกว่าร้อยละ 50

1.2 ผลการตรวจสอบด้านความเที่ยง

จากการนำเครื่องมือไปใช้ประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 49 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในด้วยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแอลฟาตามวิธีของครอนบาค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .92

และได้ให้ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความเที่ยง ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนที่ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คน ประเมินแผนที่ความคิดในแต่ละองค์ประกอบและคะแนนรวมตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คน

องค์ประกอบ	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
การวิเคราะห์ความสำคัญ	.86**
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	.86**
การวิเคราะห์หลักการ	.84**
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คะแนนรวม	.88**

**p < .01 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01)

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการประเมินแผนที่ความคิดโดยครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนมีค่าเท่ากับ .88 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเที่ยง เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทุกองค์ประกอบก็มีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูงและมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน องค์ประกอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากที่สุด คือ องค์ประกอบการวิเคราะห์ความสำคัญและความสัมพันธ์ มีค่าเป็น .86 และองค์ประกอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อยที่สุดคือ องค์ประกอบหลักการ มีค่าเป็น .84

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนมาหาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

(ดังปรากฏในภาคผนวก จ) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คะแนนมีค่า .86 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อพิจารณาว่าคะแนนในแต่ละองค์ประกอบที่ได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้น มีความคงเส้นคงวา มีผลคะแนนใกล้เคียงกันหรือไม่ อย่างไร ปรากฏผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของเครื่องมือ
เพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4

องค์ประกอบ	การวิเคราะห์ ความสำคัญ	การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	การวิเคราะห์ หลักการ	คะแนน รวม
การวิเคราะห์ความสำคัญ	1.00			
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1.00**	1.00		
การวิเคราะห์หลักการ	.70**	.70**	1.00	

**p < .01 (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01)

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ มีค่าอยู่ระหว่าง .70-1.00 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (มีความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในระดับสูง) แสดงว่า เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเที่ยง เพราะมีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละองค์ประกอบในระดับสูง นั่นคือ คะแนนที่ได้จากการวัดจากเครื่องมือมีความใกล้เคียงกัน

1.3 ผลการตรวจสอบด้านความเป็นปรนัย

ผู้วิจัยนำเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 ท่าน ศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือ พบว่าครูผู้สอนวิชาเคมีทั้ง 2 ท่าน สามารถใช้เครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนได้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือให้ครูผู้สอนวิชาเคมีทั้ง 2 ท่านทดลองตรวจให้คะแนนและแปลความหมายคะแนนจากการประเมิน

แผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้น เนื่องจากครูแต่ละท่านมีภาระงานที่จะต้องทำต่อ ไม่สามารถที่จะประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนได้ทั้งห้อง ผู้วิจัยจึงให้ครูแต่ละท่านทดลองประเมินแผนที่ความคิด โดยครู 1 ท่านประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียน 10 คน ผลปรากฏว่า ครูทั้ง 2 ท่านสามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด

1.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความสามารถในการนำไปใช้

ผู้วิจัยนำเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 ท่าน ศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 ท่านเพื่อต้องการทราบว่าผลจากการประเมินที่ได้ครูจะสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ อย่างไร ครูผู้สอนวิชาเคมีบอกว่าผลที่ได้จะเป็นข้อมูลที่ดีที่ครูจะสามารถตรวจสอบนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีว่านักเรียนมีการคิดวิเคราะห์หมากน้อยเพียงใด และให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการประเมินว่าในการประเมินแผนที่ความคิดแผ่นแรกจะใช้เวลานานเพราะต้องทำความเข้าใจ แต่เมื่อตรวจแผนที่ความคิดของนักเรียนคนต่อมาจะใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนน้อยลง และการกำหนดค่าสำคัญในเนื้อหาทำให้ขั้นตอนการตรวจให้คะแนนมีความสะดวกมากขึ้น

2. ผลการกำหนดเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนที่ได้จากเครื่องมือ

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์สำหรับแปลความหมายของเครื่องมือ ดังนี้

เกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนการคิดวิเคราะห์ จะนำคะแนนรวมของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มารวมกัน โดยเทียบเป็นเกณฑ์ได้ 4 ระดับ ดังนี้

ดีเยี่ยม ตั้งแต่ 12 คะแนนขึ้นไป หรือตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนรวมขึ้นไป แสดงว่านักเรียนมีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพดีเลิศ ควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะ เป็นต้น

ดี ตั้งแต่ 11 -12 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 60-79 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ควรได้รับการพัฒนาให้

เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น และหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิด
ขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ผ่าน ตั้งแต่ 8 -10 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 50-59 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมี
ผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่มีข้อบกพร่องบางประการ ควร
ได้รับการพัฒนาให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น และหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิด
ความสามารถในการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ไม่ผ่าน น้อยกว่า 8 คะแนน หรือน้อยกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียน
มีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่น้อย ควรได้รับการฝึกฝน ทบทวน และหา
แนวทางหรือจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เช่น การทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

จากการกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนน ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์ที่
กำหนดด้วยการให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านช่วยพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การแปล
ความหมายคะแนน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า เกณฑ์การแปล
ความหมายคะแนนที่ผู้วิจัยกำหนดนั้นมีการแปลความหมายคะแนนที่เหมาะสม

3. ผลการใช้คู่มือและคุณภาพของกลุ่ม

หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 49 คน ผู้วิจัยได้นำคู่มือการใช้เครื่องมือประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไป
ตรวจสอบคุณภาพของกลุ่มในด้านความเป็นปรนัย โดยทำการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน
2 ท่านได้ข้อมูลดังนี้ ครูผู้สอนวิชาเคมีทั้ง 2 ท่านสามารถศึกษารายละเอียดในคู่มือ แล้วเกิดความ
เข้าใจตรงกัน สามารถตอบถึงวิธีการใช้เครื่องมือตามคู่มือได้ถูกต้อง ภาษาที่ใช้ในคู่มือมีความ
เหมาะสม ดังนั้นคู่มือในการใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยทำขึ้นมีความเป็นปรนัย ซึ่งในคู่มือมีรายละเอียด
ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของเครื่องมือ โดยเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์นี้พัฒนาขึ้นเพื่อ
เป็นเครื่องมือสำหรับครูในการนำไปใช้ประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีและสร้างแผนที่ความคิด ว่ามีความคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ครูในการใช้ตรวจสอบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และได้ข้อมูลจากผลการวัดไปส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนานักเรียนให้มีการคิดวิเคราะห์ต่อไป

2. องค์ประกอบของเครื่องมือ โดยเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้น มีองค์ประกอบ ดังนี้ คำชี้แจง แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีดส์ ประเมินการคิดวิเคราะห์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การวิเคราะห์ ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

3. ประโยชน์จากการใช้เครื่องมือ เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนวิชาเคมีได้เครื่องมือสำหรับครูในการตรวจสอบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และได้ข้อมูลจากผลการประเมินไปส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนานักเรียนให้มีการคิดวิเคราะห์ต่อไป

4. การพัฒนาเครื่องมือ ซึ่งอธิบายวิธีการพัฒนาเครื่องมือ การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน และกำหนดเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน

5. คุณภาพของเครื่องมือ โดยมีรายละเอียดผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามทฤษฎีเชิงเหตุผล ความตรงตามทฤษฎีเชิงประจักษ์ ความเที่ยง

6. วิธีการใช้เครื่องมือ ซึ่งอธิบายวิธีขั้นตอนในการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์

7. การตรวจให้คะแนนและการแปลผลคะแนนของเครื่องมือ ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์การให้คะแนน เกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์

8. ตัวอย่างการใช้เครื่องมือ

ข้อวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน และจัดทำคู่มือในการใช้เครื่องมือ สรุปผลการวิจัยได้ว่า ได้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด มีเกณฑ์การให้คะแนนในรูปแบบรูปริคส์ ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในด้านความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยวิธีเชิงเหตุผลจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเที่ยงด้วยการหาความสอดคล้องภายในของการวัด วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากครูจำนวน 2 คน หาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบของนักเรียนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ และได้กำหนดเกณฑ์สำหรับการแปลความหมายคะแนนของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยขอเสนอข้อวิจารณ์เกี่ยวกับผลการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1. ความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยวิธีเชิงเหตุผล

จากการตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยวิธีเชิงเหตุผลด้วยการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาเคมี 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) เกี่ยวกับนิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนมีความเห็นตรงกันว่า การนิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องมีความชัดเจน เหมาะสม และครอบคลุม แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และสามารถนำไปสู่การสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้เหมาะสม

จากการตรวจสอบเกณฑ์การให้คะแนนของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมี

ความคิดเห็นสอดคล้องกันว่ามีความเหมาะสม แต่ควรปรับภาษาในส่วนการให้คะแนนเป็นร้อยละ ควรปรับให้เป็นจำนวนตัวเลขที่แน่นอน แสดงว่าเกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสมดีแล้ว

ในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 3 แผน คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบและตามหมู่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ตำแหน่งของธาตุไฮโดรเจนในตารางธาตุและธาตุแทรนซิชัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุแทรนซิชัน ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันว่ามีความเหมาะสม แต่ควรปรับในส่วนกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยควรเพิ่มกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เพิ่ม โดยผู้วิจัยได้เพิ่มเติมคำถามตามเทคนิคในการคิดเชิงวิเคราะห์ 5W 1H ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ (สุณี ธนโกเศศ, 2554) และควรปรับการให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ จากเดิม ให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดหลังจากจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดเอง ปรับเป็น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ครูเขียนแผนที่ความคิดให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างร้อยละ 50 ของแผนที่ความคิดทั้งหมด และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ครูเขียนแผนที่ความคิดให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างร้อยละ 25 ของแผนที่ความคิดทั้งหมด และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดด้วยตนเอง

จะเห็นได้ว่าจากการตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยวิธีเชิงเหตุผล จากการอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินว่านิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องมีความชัดเจน ครอบคลุมการคิดวิเคราะห์ เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสม และแผนจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนั้นส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ทำให้แผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นแสดงถึงการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และแบบประเมินที่พัฒนานั้นก็สามารถใช้ตรวจสอบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนได้ จึงสรุปได้ว่าเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยการวิเคราะห์เชิงเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ พรทิพย์ ไชยโส (2545) ที่กล่าวถึงความตรงตามทฤษฎีว่าเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถแสดงได้ว่าวัดคุณลักษณะที่ต้องการและได้นิยามตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของคุณลักษณะดังกล่าว นั้น มีขอบเขตของเรื่องที่วัดสอดคล้องกับทฤษฎีที่อธิบายคุณลักษณะนั้น

2. ความเที่ยง

จากการนำเครื่องมือไปจากการนำเครื่องมือไปใช้ประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 49 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการให้คะแนนของแต่ละองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ กล่าวคือ ถ้าแต่ละองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ มีความสัมพันธ์กันสูงแล้ว เครื่องมือนั้นก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงจากการคำนวณสูงด้วย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในด้วยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแอลฟาตามวิธีของครอนบาค เนื่องจากการตรวจสอบด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับเครื่องมือที่มีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) นั่นคือ เครื่องมือนั้นมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันหรือเรื่องราวเดียวกัน ซึ่งวิธีการตรวจสอบนี้สามารถใช้ได้กับเครื่องมือที่มีการให้คะแนนเป็น ซึ่งเมื่อพิจารณาเครื่องมือวัดและประเมินเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ที่มีผู้สร้างแล้วนั้น มีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง .63 - .93 โดยเครื่องมือของกฤษณ์ ดินเสมอ (2549) เป็นแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์จำนวน 46 ข้อ มีค่าความเที่ยง เท่ากับ .76 แบบประเมินความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ของเดือนใจ สิทธิศาสตร์ (2550) ประกอบด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติการอ่านออกเสียง การเขียน จำนวน 3 ฉบับ มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.67 ถึง 0.92 และแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.74 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของศิริณภา นามมณี (2551) มีจำนวน 45 ข้อ มีค่าความเที่ยง 0.93 และเครื่องมือของอนันดา สันจิตวิณัย (2551) เป็นแบบวัดความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนสื่อความ แบ่งเป็น 2 ตอนคือ ข้อปรนัยจำนวน 18 ข้อ และข้ออัตนัยจำนวน 4 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.63 จากการตรวจสอบแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนานั้น มีค่าความเที่ยงที่สูงเมื่อเทียบกับเครื่องมือที่ผู้วิจัยท่านอื่นได้สร้างไว้แล้ว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าความเที่ยงเป็น .92 อยู่ในระดับสูงสามารถนำไปใช้ได้

และผู้วิจัยได้ให้ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความเที่ยง ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนที่ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนประเมินแผนที่ความคิดในแต่ละองค์ประกอบและคะแนนเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบและคะแนนรวมของครู 2 คน กล่าวคือ ถ้าครูแต่ละคนให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์และคะแนนรวมทุกองค์ประกอบ มีความสัมพันธ์กันสูงแล้ว เครื่องมือนั้นก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงจากการคำนวณสูงด้วย โดยตรวจสอบความเที่ยง

ตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน จากการพิจารณา พบว่า แต่ละองค์ประกอบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .84-.86 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คะแนนรวมมีค่า .88 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับค่อนข้างสูงและมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน) แสดงว่า เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดมีความเที่ยง นั่นคือ เครื่องมือนี้มีผลการประเมินที่ใกล้เคียงกัน ไม่ว่าผู้ประเมินจะเปลี่ยนไปจะสามารถประเมินได้สอดคล้องกัน ซึ่งสอดคล้องกับ นัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2544) ที่กล่าวถึงความเที่ยงของการประเมินว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคส์เดียวกันประเมินชิ้นงานของผู้ถูกประเมินชิ้นเดียวกันแล้วให้คะแนนได้ตรงกัน ระดับความสอดคล้องในการให้คะแนนของผู้ประเมิน 2 คนที่ประเมินอย่างอิสระจากกัน จะเรียกว่าความเที่ยง (Reliability) ของการประเมิน

และผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนมาหาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คะแนนมีค่า .86 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง แสดงว่า เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีสามารถวัดได้คะแนนสอดคล้องกับคะแนนของนักเรียนที่ทดสอบโดยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์สูงจะมีคุณลักษณะที่ผู้วิจัยสังเกตได้จากพฤติกรรมในห้องเรียนคือ เป็นคนช่างสงสัย ชอบถาม เมื่อมีข้อสงสัยในเนื้อหาในบทเรียนจะพยายามคิดไตร่ตรองหาคำตอบในสิ่งที่สงสัย ถามเพื่อนและครูผู้สอน โดยถ้านักเรียนมีการคิดวิเคราะห์สูง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็จะสูง ถ้านักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ต่ำ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็จะต่ำ (สุจิตรา วักดีเพชร, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับ พรทิพย์ ไชยโส (2545) ที่กล่าวถึงความเที่ยงว่า ถ้าคะแนนที่วัดได้คือสิ่งที่แสดงความสามารถที่แท้จริงที่บุคคลนั้นครอบครองแล้ว เครื่องมือนั้นก็จะมีคุณสมบัติของความเที่ยง (Reliability)

และผู้วิจัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อพิจารณาว่าคะแนนในแต่ละองค์ประกอบที่ได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความคงเส้นคงวา มีผลคะแนนใกล้เคียงกันหรือไม่ อย่างไร จากการพิจารณาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในแต่ละองค์ประกอบมีค่าอยู่ระหว่าง .70 – 1.00 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า เครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเที่ยง เพราะมีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละองค์ประกอบในระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับพรทิพย์ ไชยโส (2545) ที่กล่าวว่า ความเที่ยงคือความสอดคล้องกันของการวัด นั่นคือ คะแนนที่ได้จากการวัดจากเครื่องมือมีความใกล้เคียงกัน และจาก

การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในองค์ประกอบการวิเคราะห์ความสำคัญ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และระหว่างองค์ประกอบการวิเคราะห์ความสำคัญ องค์ประกอบการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.00 แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในระดับสูงมาก แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในองค์ประกอบการวิเคราะห์หลักการ กับคะแนนในองค์ประกอบด้านอื่นๆ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง .70 อาจมีสาเหตุจากการคิดวิเคราะห์ เกิดจากกระบวนการวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ ตามลำดับ วิเคราะห์จากส่วนย่อยสู่ส่วนใหญ่ และเชื่อมความสัมพันธ์ของประเด็นต่าง ๆ เข้าด้วยกันจนสามารถสรุปเป็นหลักการได้ สอดคล้องกับทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Bloom (1971 อ้างใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553) แสดงว่านักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ความสำคัญ หาคำสำคัญ ในเนื้อหาวิชาเคมีได้ เชื่อมความสัมพันธ์ของคำสำคัญโดยการแสดงออกจากการเชื่อมโยงคำสำคัญ ในแผนที่ความคิดได้ถูกต้อง แต่ยังค้นหาหลักการที่เนื้อหาอันยึดเป็นหลักสำคัญได้น้อย จึงทำให้คะแนนในส่วนการคิดวิเคราะห์หลักการได้น้อย ทำให้คะแนนสหสัมพันธ์กับองค์ประกอบอื่น และคะแนนรวมทุกองค์ประกอบได้น้อย

3. ความเป็นปรนัย

ผู้วิจัยนำเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 ท่าน ศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือ พบว่าครูผู้สอนวิชาเคมีทั้ง 2 ท่าน สามารถใช้เครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนได้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือให้ครูผู้สอนวิชาเคมีทั้ง 2 ท่านทดลองตรวจให้คะแนนและแปลความหมายคะแนนจากการประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้น เนื่องจากครูแต่ละท่านมีภาระงานที่จะต้องทำต่อ ไม่สามารถที่จะประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนได้ทั้งห้อง ผู้วิจัยจึงให้ครูแต่ละท่านทดลองประเมินแผนที่ความคิด โดยครู 1 ท่านประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียน 10 คน ผลปรากฏว่าครูทั้ง 2 ท่านสามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับ วสันต์ ทองไทย (2553) ที่กล่าวถึงคุณภาพเครื่องมือด้านความเป็นปรนัย ว่าเป็นเครื่องมือที่มีความถูกต้องทางวิชาการ มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่แน่นอนไม่ขึ้นอยู่กับอารมณ์ และเวลาของผู้ตรวจ ภาษาที่ใช้จะต้องชัดเจน

4. ความสามารถในการนำไปใช้

ผู้วิจัยนำเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 ท่าน ศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 ท่านเพื่อต้องการทราบว่าผลจากการประเมินที่ได้ครูจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างไร ครูผู้สอนวิชาเคมีบอกว่าผลที่ได้จะเป็นข้อมูลที่ดีที่ครูจะสามารถตรวจสอบนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีว่านักเรียนมีการคิดวิเคราะห์มากน้อยเพียงใด และให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการประเมินว่าในการประเมินแผนที่ความคิดแผ่นแรกจะใช้เวลานานเพราะต้องทำความเข้าใจ แต่เมื่อตรวจแผนที่ความคิดของนักเรียนคนต่อมาจะใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนน้อยลง และการกำหนดคำสำคัญในเนื้อหาทำให้ขั้นตอนการตรวจให้คะแนนมีความสะดวกมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ วสันต์ ทองไทย (2553) ที่กล่าวถึงคุณภาพของเครื่องมือด้านความสามารถในการนำไปใช้ว่า เครื่องมือรวบรวมข้อมูลที่ดีนั้นต้องสามารถนำไปใช้ได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว แปลผลง่ายและนำไปใช้สะดวก

5. เกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนของเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจำนวน 3 ท่านตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์ที่กำหนด พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนที่ผู้วิจัยกำหนดนั้นมีความเหมาะสม และสามารถบอกได้ถึงระดับการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับ กระทรวงศึกษาธิการ (2553) ในการสรุปผลการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน กำหนดเกณฑ์การตัดสินเป็น 4 ระดับ ดังนี้ ดีเยี่ยม หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีคุณภาพดีเลิศอยู่เสมอ ดี หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ผ่าน หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ แต่ยังมีข้อบกพร่องบางประการ และไม่ผ่าน หมายถึง ไม่มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน หรือถ้ามีผลงาน ผลงานนั้นยังมีข้อบกพร่องที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขหลายประการ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพสามารถแปลระดับการคิดวิเคราะห์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของเครื่องมือที่ได้กำหนดไว้

โดยเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น จะนำคะแนนรวมของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มารวมกัน โดยเทียบเป็นเกณฑ์ได้ 4 ระดับ ดังนี้

ดีเยี่ยม ตั้งแต่ 12 คะแนนขึ้นไป หรือตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพดีเลิศ ควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะ เป็นต้น

ดี ตั้งแต่ 11 -12 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 60-79 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ควรได้รับการพัฒนาให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น และหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ผ่าน ตั้งแต่ 8 -10 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 50-59 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่มิชอบพ่องบางประการ ควรได้รับการพัฒนาให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น และหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ไม่ผ่าน น้อยกว่า 8 คะแนน หรือน้อยกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่น้อย ควรได้รับการฝึกฝน ทบทวน และหาแนวทางหรือจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

7. คู่มือในการใช้เครื่องมือ

จากการที่ผู้วิจัยได้นำคู่มือการใช้เครื่องมือประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 คน พบว่าครูผู้สอนวิชาเคมีทั้ง 2 คนสามารถศึกษารายละเอียดในคู่มือแล้วเกิดความเข้าใจตรงกัน สามารถตอบถึงวิธีการใช้เครื่องมือตามคู่มือได้ถูกต้อง ภาษาที่ใช้ในคู่มือมีความเหมาะสม จะเห็นได้ว่าคู่มือการใช้เครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเป็นปรนัย โดยสอดคล้องกับ ชวลิต ชุกก่าแพง (ม.ป.ป.) ที่กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) และเกณฑ์การประเมินคุณภาพของงาน จำเป็นต้องมีการสร้างคู่มือเพื่อยึดเป็น

กฎเกณฑ์ในการให้คะแนนซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องกระทำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้การให้คะแนนมีความเป็น
ปรนัยมากที่สุด



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะคือ

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด
2. เพื่อกำหนดเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนที่ได้จากเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด
3. เพื่อจัดทำคู่มือในการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ
2. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 2 จำนวน 49 คน

3. รูปแบบของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี จากแผนที่ความคิด โดยครูเป็นผู้ประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นในการจัดการเรียน การสอนวิชาเคมี เนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

4. คุณภาพของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยความตรงตามทฤษฎี ความเที่ยง ความเป็นปรนัย และความสามารถในการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

มีลำดับขั้นตอนการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ด้วยวิชาเคมี จากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

1. การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี จากแผนที่ความคิด แล้วศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิด และศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้และขอบข่ายเนื้อหาวิชาเคมี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ขอบเขตเนื้อหาวิชาเคมี และเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ จากนั้นสร้างเครื่องมือตามกรอบแนวคิดที่กำหนด โดยเครื่องมือประกอบด้วย แบบประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมี โดยมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบรูบริกส์ และแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ และมีขั้นสรุปเนื้อหาโดยให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดจากนั้นนำแบบวัดไปตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยวิธี เชิงเหตุผล โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิด และด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน และปรับปรุงเครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. การศึกษาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้าจำนวน 49 คน ซึ่งทำให้ได้แผนที่ความคิดจำนวน

49 แผนที่ความคิด เพื่อนำมาตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแอลฟาตามวิธีของครอนบาค เมื่อได้เครื่องมือประเมินที่มีคุณภาพตามเกณฑ์แล้ว นำเครื่องมือไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 1 คนประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นจำนวน 49 แผนที่ความคิดและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากครู 2 คน (ผู้วิจัยและครูเคมี 1 คน) ตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือ และผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนมาหาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบของนักเรียนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันเพื่อตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือ และนำเครื่องมือไปสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนเพื่อตรวจสอบคุณภาพในด้านความเป็นปรนัย และความสามารถในการนำไปใช้

3. กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

3.1 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนน

3.2 ตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความเหมาะสม

4. สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.1 สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์

4.2 นำคู่มือไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 คน ทำความเข้าใจและประเมินแล้วสอบถามความคิดเห็นในการใช้คู่มือและการใช้เครื่องมือ เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัย และความสามารถในการนำไปใช้

ผลการวิจัย

เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นเป็นเครื่องมือสำหรับนำไปใช้ประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับครูที่จะนำผลการประเมินไปส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนานักเรียนให้มีการคิดวิเคราะห์ต่อไป โดยกำหนดองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ออกเป็น 3 องค์ประกอบคือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ รูปแบบของเครื่องมือมีลักษณะเป็นแบบประเมินการคิดวิเคราะห์ โดยครูเป็นผู้ประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

คุณภาพของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

1. ความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) จากการตรวจสอบเชิงเหตุผลโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลจากการตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) ของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาเคมี 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน เป็นผู้พิจารณา อาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจ พบว่า การนิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องมีความชัดเจน เหมาะสม และครอบคลุม แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และสามารถนำไปสู่การสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้การให้คะแนนของเครื่องมือมีความเหมาะสม แผนการจัดการเรียนรู้มีกระบวนการและกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ จึงสรุปได้ว่าเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยการวิเคราะห์เชิงเหตุผล

2. ความเที่ยง

ผลจากการนำเครื่องมือไปจากการนำเครื่องมือไปใช้ประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 49 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการให้คะแนนของแต่ละ

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน ด้วยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแอลฟาตามวิธีของครอนบาค มีค่าความเที่ยงเป็น .92 และได้ให้ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความเที่ยง ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนที่ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนประเมินแผนที่ความคิดในแต่ละองค์ประกอบและคะแนนรวมตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า แต่ละองค์ประกอบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .84-.86 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คะแนนรวมมีค่า .88 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเมื่อพิจารณาเครื่องมือวัดและประเมินเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ที่มีผู้สร้างแล้วนั้น มีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง .63 - .93 จากการตรวจสอบแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนานั้น มีค่าความเที่ยงที่สูงเมื่อเทียบกับเครื่องมือที่ผู้วิจัยท่านอื่นได้สร้างไว้แล้ว และผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนมาหาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คะแนนมีค่า .86 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง แสดงว่าเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีสามารถวัดได้คะแนนสอดคล้องกับคะแนนของนักเรียนที่ทดสอบโดยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ มีค่าอยู่ระหว่าง .70-1.00 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (มีความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในระดับสูง) แสดงว่าเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเที่ยง เพราะมีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละองค์ประกอบในระดับสูง นั่นคือ คะแนนที่ได้จากการวัดจากเครื่องมือมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเที่ยงอยู่ในระดับสูงสามารถนำไปใช้ได้

3. ความเป็นปรนัย

ผลจากการที่ผู้วิจัยนำเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 2 ท่านศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือ พบว่า ครูผู้สอนวิชาเคมีทั้ง 2 ท่าน สามารถใช้เครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนได้ถูกต้อง สามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด

4. ความสามารถในการนำไปใช้

ผลจากการที่ผู้วิจัยนำเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 ท่านศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 ท่านเพื่อต้องการทราบว่าผลจากการประเมินที่ได้ครูจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างไร ครูผู้สอนวิชาเคมีบอกว่าผลที่ได้จะเป็นข้อมูลที่ดีที่ครูจะสามารถตรวจสอบนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีว่านักเรียนมีการคิดวิเคราะห์มากขึ้นเพียงใด และให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการประเมินว่าในการประเมินแผนที่ความคิดแผ่นแรกจะใช้เวลาานเพราะต้องทำความเข้าใจ แต่เมื่อตรวจแผนที่ความคิดของนักเรียนคนต่อมาจะใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนน้อยลง และการกำหนดคำสำคัญในเนื้อหาทำให้ขั้นตอนการตรวจให้คะแนนมีความสะดวกมากขึ้น

5. เกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน

ผลจากการที่ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจำนวน 3 ท่านตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์ที่กำหนดพบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าเกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนที่ผู้วิจัยกำหนดนั้นมีความเหมาะสม และสามารถบอกได้ถึงระดับการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน จะเห็นได้ว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดนั้นสามารถแปลระดับการคิดวิเคราะห์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของเครื่องมือที่ได้กำหนดไว้

6. คู่มือการใช้แบบวัด

จากการที่ผู้วิจัยได้นำคู่มือการใช้เครื่องมือประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 คน พบว่าครูผู้สอนวิชาเคมีทั้ง 2 คนสามารถศึกษารายละเอียดในคู่มือแล้วเกิดความเข้าใจตรงกัน สามารถตอบถึงวิธีการใช้เครื่องมือตามคู่มือได้ถูกต้อง ภาษาที่ใช้ในคู่มือมีความเหมาะสม จะเห็นได้ว่าคู่มือการใช้เครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยพัฒนามีความเป็นป็นประโยชน์ ซึ่งในคู่มือมีรายละเอียด ดังนี้

- จุดมุ่งหมายของเครื่องมือ
- องค์ประกอบของเครื่องมือ
- ประโยชน์จากการใช้เครื่องมือ

- การพัฒนาเครื่องมือ
- คุณภาพของเครื่องมือ
- วิธีการใช้เครื่องมือ
- การตรวจให้คะแนนและการแปลผลคะแนนของเครื่องมือ
- ตัวอย่างการใช้เครื่องมือ

7. การคิดวิเคราะห์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการวิจัยพบว่าการทำแผนที่ความคิดในวิชาเคมีสามารถนำมาประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ โดยการทำแผนที่ความคิดเป็นการฝึกการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำสำคัญของเนื้อหาที่เรียน ฝึกการเชื่อมโยง และค้นหาหลักการสำคัญของเนื้อหา ซึ่งเหมาะสมกับวิชาเคมีที่มีเนื้อหาที่มีรายละเอียดจำนวนมาก มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์ในแต่ละเนื้อหาโดยคะแนนที่ได้จากการประเมินการคิดวิเคราะห์จากการสร้างแผนที่ความคิดในวิชาเคมีของนักเรียนสามารถแปลความหมายคะแนนออกมาเป็นระดับการคิดวิเคราะห์ ซึ่งระดับการคิดวิเคราะห์นั้นมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ นักเรียนที่มีระดับการคิดวิเคราะห์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง นักเรียนที่มีระดับการคิดวิเคราะห์ต่ำจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ดังนั้นเครื่องมือในงานวิจัยนี้สามารถประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำเครื่องมือเพื่อประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้

1. การนำเครื่องมือไปใช้นั้น สิ่งที่สำคัญคือต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการประเมิน และชี้แจงให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการสรุปเนื้อหาความรู้ด้วยการเขียนแผนที่ความคิด เพื่อที่นักเรียนจะได้มีความตั้งใจในการสร้างแผนที่ความคิด และจะทำให้ผลการประเมินแสดงถึงความสามารถของนักเรียนจริงๆ

2. ก่อนที่จะใช้เครื่องมือนี้ ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับแผนที่ความคิด ในด้านวิธีการสร้างแผนที่ความคิด หลักการเขียนแผนที่ความคิด ประโยชน์ของการเขียนแผนที่ความคิด เพื่อที่อธิบาย

ให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างแผนที่ความคิด นักเรียนจะได้สร้างแผนที่ความคิดได้ถูกต้องตามหลักการ และวัตถุประสงค์ของการทำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือวิธีการเขียน เพราะการสรุปเนื้อหาออกมาเป็นแผนผังความรู้นั้นมีหลายรูปแบบ เช่น Concept map ซึ่งอาจทำให้นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนและสรุปออกมาเป็นประโยค แต่แผนที่ความคิดนักเรียนต้องสร้างเป็น คำสั้น ๆ ซึ่งทำให้ผลการประเมินแผนที่ความคิดนั้นคลาดเคลื่อน เพราะนักเรียนไม่ได้สร้างเป็นแผนที่ความคิดตามหลักการที่ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

หากมีผู้สนใจต้องการที่จะศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของผู้วิจัย ผู้วิจัยขอเสนอแนะให้ศึกษาและพัฒนาเครื่องมือต่อไป โดยปรับเนื้อหาวิชาที่จะประเมิน เลือกเนื้อหาที่มีความเหมาะสมในการทำแผนที่ความคิด ควรเลือกเนื้อหาที่มีการเชื่อมโยง มีความสัมพันธ์กัน แผนการจัดการเรียนรู้ต้องเน้นให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ อาจเพิ่มกิจกรรมอื่นๆ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้น ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ควรแจ้งวัตถุประสงค์ของการประเมินให้นักเรียนได้เข้าใจ และเห็นความสำคัญ และแจ้งเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่าจะต้องปฏิบัติอย่างไร เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงความสามารถตามจุดประสงค์ของการประเมิน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. 2553. แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่ง
ประเทศไทย.
- กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์. 2540. การวัดการคิดวิเคราะห์ การประเมินทางการศึกษาเบื้องต้น.
กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- กุนฑรัตน์ ลิมเสมอ. 2549. การพัฒนาแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ตามทฤษฎีเชาวันปัญญาของ
Sternberg สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา,
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2549. การคิดเชิงวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร:
ซัคเซสมิเดีย.
- ขวัญฤดี พลอนันต์ และ ธัญญา พลอนันต์. 2550. Mind Map กับการศึกษาและการบริหารความรู้.
กรุงเทพมหานคร: ขวัญข้าว '๕๔.
- งานวิชาการ. 2551. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า. (เอกสารอัดสำเนา).
- จุฬารัตน์ ทองสินธุ์. 2555. การพัฒนาเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริงวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพิบูลอุปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
กรุงเทพมหานคร เขต 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผล
การศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นัตรลดา พุทธรักษา. 2551. การพัฒนาเครื่องมือประเมินเป้าหมายใฝ่สัมฤทธิ์ของครูในโรงเรียน
สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและ
จิตวิทยาการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. 2544. เกณฑ์การให้คะแนน (Online). www.watpon.com,
22 เมษายน 2554.

ชวลิต ชูกำแหง. ม.ป.ป. การประเมินการปฏิบัติงาน, ใน การประเมินการเรียนรู้ (Online).
www.elearning.msu.ac.th, 2 พฤษภาคม 2556.

เดือนใจ สิทธิศาสตร์. 2550. การสร้างแบบประเมินความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน
ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.
วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา, มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

ทิสนา แยมณี. 2553. ศาสตร์การสอน. กรุงเทพมหานคร: ด่านสุทธาการพิมพ์.

_____. และคณะ. 2544. วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพ
วิชาการ.

ธัญญา ผลอนันต์ และ นพดล จำปา. 2551. คัมภีร์ Mind Map. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
ขวัญข้าว' ๕๔. แปลจาก Buzan and Buzan. 2006. **The Mind Map Book**. London: BBC
Worldwide.

ธีรชญา ทนใจชน. 2552. การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเขียนแผนภาพความคิด
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL Plus. วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- นาวัน มัตนาวิ. 2546. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง “สมบัติของธาตุและสารประกอบของธาตุตามหมู่และคาบ” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับเรียนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์(เคมี), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นิศารัตน์ ทองศักดิ์. 2553. การพัฒนาแบบตรวจสอบรายการประเมินหลักสำหรับประเมินตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของครูระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญธรรม ปรีดาภิขิรสุทธิ. 2542. เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: พีแอนด์บีพับลิชชิง.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2541. การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ชมรมเด็ก.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2553. การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9110 เทคนิค ฟรินติ้ง.
- ประเพ็ญศรี ไกรอนุพงษ์. 2549. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6) โดยใช้แผนที่ความคิด. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปรียา สุขเจริญ. 2549. ผลของการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ และการสร้างแผนที่ความคิดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียน ช่วงชั้นที่ 4 ปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- พรทิพย์ ไชยโส. 2545. เอกสารคำสอนวิชา 153521 หลักการวัดและประเมินผลการศึกษาขั้นสูง. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัดสำเนา)

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2548. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร:
 เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

ยุพิน เกตุดี. 2549. ผลของการใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.

วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,
 มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

ระวีวรรณ ยี่สุนแก้ว. 2553. การพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะที่จำเป็นของพยาบาลแผนก
 อุบัติเหตุและฉุกเฉินโรงพยาบาลศูนย์อุบัติเหตุ ระดับ 1-2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร
 มหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รังสิมาภรณ์ หนูน้อย. 2554. การพัฒนาแบบวัดคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองสำหรับนักศึกษา
 วิทยาลัยชุมชน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา,
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2.
 กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ลักขณา ศรีวัฒน์. 2549. การคิด. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

วสันต์ ทองไทย. 2553. เอกสารประกอบการบรรยายการออกแบบประเมินผลการเรียนรู้.
 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยก่อการุณย์. (เอกสารอัดสำเนา).

_____. 2554. เล่าเรื่องการวิจัย จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาศึกษา.

ศรินนภา นามมณี. 2551. การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาและประเมินผล
 การศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. 2544. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร:
วัฒนาพานิช.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555. การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สัมฤทธิ์ บุญนิคม. 2548. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพืชและสัตว์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีสอนโดยใช้แผนที่ความคิดกับวิธีสอนตามคู่มือครู.
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ,
มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ลำลี รักสุทธิ. 2546. ทางก้าวสู่ครูมืออาชีพ. กรุงเทพมหานคร: ธนัชการพิมพ์ จำกัด.

สุจิตรา วงศ์ดีเพชร. 2555. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการ
การคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอน
แบบ 4 MAT ร่วมกับการคิดแบบอริยสัจ 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา,
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

สุณี ธนโกเศศ. 2554. คู่มือการคิดวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ (Online). www.moe.go.th,
3 มีนาคม 2556.

สุวิทย์ มูลคำ. 2550. กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร:
ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.

สุวิมล ว่องวานิช. 2549. การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไสว พักขาว. 2542. การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร: เอ็มพันธ์.

_____. 2544. หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ. กรุงเทพมหานคร: เอ็มพันธ์.

อนันดา สันจิตวิณิษฐ์. 2551. การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน
สื่อสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อังคณา เลิศศรี. 2550. การใช้แผนที่ความคิดเพื่อเสริมสร้างทักษะการสรุปความคิดรวบยอดของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดดอนชัย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

อุ้นเรือน หนูจันทร์. 2551. การศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสรุปความคิด
รวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัยร่วมกับ
เทคนิคผังความคิด กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

อุทุมพร ไคว้ตระกูล. 2541. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดคุณลักษณะ. พิมพ์ครั้งที่ 3.
กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟันนี้พับบลิชชิง.

Bloom, B. S. et al. 1974. **Taxonomy of Educational Objectives: the Classification of
Educational Goals.** London: Longman Group.

Buzan, T. and B. Buzan. 2003. **The Mind Map Book.** London: BBC Worldwide.

Dhindsa, H. S. , M. Kasim, and O. R. Anderson. 2010. “Constructivist-Visual Mind Map
Teaching Approach and the Quality of Students’ Cognitive Structures” **Journal of
Science Education and Technology** 20: 186-200.

- Evrekli, E. A. G. Balim, and D. Inel. 2009a. "Mind mapping applications in special teaching methods courses for science teacher candidates and teacher candidates' opinions concerning the applications" **Procedia Social and Behavioral Sciences** 1: 2274-2279.
- _____. 2009b. "Development of a scoring system to assess mind maps" **Procedia Social and Behavioral Sciences** 2: 2330-2334.
- Farrand, P. , F. Hussain, and E. Hennessy. 2002. "The efficacy of the mind map study technique" **Medical Education** 36: 426-431.
- Fun, C. S. and N. Maskat. 2010. "Teacher-Centered Mind Mapping vs Student-Centered Mind Mapping in the Teaching of Accounting at Pre-U Level-An Action Research" **Procedia Social and Behavioral Sciences** 7: 240-246.



ภาคผนวก



รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี ฝ่ายคำตา

อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วุฒิการศึกษา ประ.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา)

- ได้รับรางวัลบุคลากรระดับดีเด่นสายวิชาการ ด้านการวิจัย ประจำปีการศึกษา 2553

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ได้รับรางวัลผลงานวิจัยระดับดี การประชุมวิชาการเชิงปฏิบัติการและนำเสนอผลงานวิจัย
ระดับชาติรางวัลงานวิจัยระดับดีจากการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการและนำเสนอ ปี 2553

- เขียนบทความวิชาการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาเคมี

2. ว่าที่ ร.ท.ดร.วงษ์สถิตย์ วัฒนเสรี

อาจารย์สาขาวิชาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วุฒิการศึกษา ค.ด. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา)

- เขียนบทความวิชาการเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

- งานวิจัย เรื่อง ผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีวิธีการเสนอกรอบมโนทัศน์
ต่างกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกัน

3. อาจารย์จิตรา พินโสภาส

ศึกษานิเทศก์ ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2

วุฒิการศึกษา ศษ.ม. (การสอน)

- หัวหน้ากลุ่มงานพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและกระบวนการเรียนรู้

- วิทยากรของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เกี่ยวกับการออกแบบการจัด
กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์



ตารางผนวกที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างประเด็นต่าง ๆ ในเครื่องมือเพื่อ
การประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

ประเด็น	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
นิยามศัพท์		
1. การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาเคมีออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อหาส่วนสำคัญของหลักการขององค์ประกอบนั้น และหาความสัมพันธ์ ความเกี่ยวพันของเนื้อหา และหาหลักการที่เนื้อหานั้นยึดอาศัย จนเกิดความชัดเจนเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการคิดวิเคราะห์ มี 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยแสดงออกมาจากการสร้างแผนที่ความคิดในวิชาเคมี	1.00	-
2. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ หาองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาต่าง ๆ ได้ โดยแสดงออกจากการเขียนประเด็นสำคัญต่างๆ ของเนื้อหาออกมาเป็นกิ่งความคิดหลัก,ความคิดรอง ได้ครอบคลุมเนื้อหา	1.00	ปรับคำว่า “ค้นหา” เป็น “การค้นหา”
3. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาว่าประเด็นย่อย ๆ ของเนื้อหานั้นติดต่อเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร โดยแสดงออกจากการเชื่อมโยงข้อเรื่อง กิ่งความคิดหลัก และกิ่งความคิดรองได้ถูกต้อง	1.00	-
4. การคิดวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์โดยอาศัยหลักการใด ซึ่งแสดงออกจากการเขียนความคิดหลักที่สัมพันธ์กับความคิดรองได้ถูกต้อง	1.00	-

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ประเด็น	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
5. การประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิด หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของนักเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ ซึ่งพิจารณาจากผลของการเขียนแผนที่ความคิดของนักเรียน ซึ่งแผนที่ความคิดเป็นผังที่แสดงความคิดโดยการทำงานของสมอง มีการใช้ภาพ เส้น คำ สี การเชื่อมโยงความคิดหรือสาระนั้น โดยทำการประเมินควบคู่ไปกับ การจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	0.66	เครื่องมือควรมีความหลากหลาย
6. ความตรงของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ใน วิชาเคมีจากแผนที่ความคิด หมายถึง คุณสมบัติของ เครื่องมือที่สามารถวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ได้อย่างครอบคลุมตามนิยามครบถ้วน ซึ่งตรวจสอบ ความตรงตามทฤษฎีโดยวิธีเชิงเหตุผล ด้วยการให้ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องกับ การคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิดและด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของนิยามศัพท์ว่ามีความชัดเจนเหมาะสมและครอบคลุมถึงพฤติกรรมที่ แสดงออกถึงการคิดวิเคราะห์หรือไม่ พิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน การแปลความหมาย ของคะแนน และพิจารณาความเหมาะสมของ แผนการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ความถูกต้อง การใช้ ภาษา ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การพิจารณา ถ้าค่า ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 คุณภาพด้านความตรงตามทฤษฎี โดยวิธีเชิงประจักษ์ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละ องค์ประกอบตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของเพียร์สัน	1.00	-

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ประเด็น	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
7. ความเที่ยงของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ผลของการวัดมีความคงเส้นคงวา ถ้าหากวัดซ้ำจะได้ผลเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง โดยการตรวจสอบความสอดคล้องภายในด้วยการคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงความเป็นเอกพันธ์ของเครื่องมือ และตรวจสอบความสอดคล้องของผลการประเมินแผนที่ความคิดจากครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 2 คนที่ใช้เครื่องมือประเมินแผนที่ความคิด	1.00	-
8. ความเป็นปรนัยของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือซึ่งประกอบด้วย มีความถูกต้องทางวิชาการมีเกณฑ์การให้คะแนนที่แน่นอน ไม่ขึ้นอยู่กับอารมณ์และเวลาของผู้ตรวจ ภาษาที่ใช้ชัดเจน ซึ่งตรวจสอบความเป็นปรนัยโดยการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมีที่ใช้ เครื่องมือประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนจำนวน 2 คน	1.00	-
เกณฑ์การให้คะแนน 1. การวิเคราะห์ความสำคัญ ดีมาก : มีถึงความคิดหลัก,ความคิดรองครอบคลุมเนื้อหาร้อยละ 80-100 ของถึงความคิดทั้งหมด ดี : มีถึงความคิดหลัก,ความคิดรองครอบคลุมเนื้อหาร้อยละ 70-79 ของถึงความคิดทั้งหมด ปานกลาง : มีถึงความคิดหลัก,ความคิดรองครอบคลุมเนื้อหาร้อยละ 60-69 ของถึงความคิดทั้งหมด น้อย : มีถึงความคิดหลัก,ความคิดรองครอบคลุมเนื้อหาร้อยละ 50-59ของถึงความคิดทั้งหมด น้อยที่สุด : มีถึงความคิดหลัก,ความคิดรองครอบคลุมเนื้อหาไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของถึงความคิดทั้งหมด	1.00	ควรระบุจำนวนถึงความคิดให้ชัดเจน

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ประเด็น	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ดีมาก : เชื่อมโยงข้อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรอง ได้ร้อยละ 80-100 ของการเชื่อมโยงทั้งหมด ดี : เชื่อมโยงข้อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรอง ได้ร้อยละ 70-79 ของการเชื่อมโยงทั้งหมด ปานกลาง : เชื่อมโยงข้อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรอง ได้ร้อยละ 60-69 ของการเชื่อมโยงทั้งหมด น้อย : เชื่อมโยงข้อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรอง ได้ร้อยละ 50-59 ของการเชื่อมโยงทั้งหมด น้อยที่สุด : เชื่อมโยงข้อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและ เชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรอง ได้น้อยกว่าร้อยละ 50 ของการเชื่อมโยง ทั้งหมด	1.00	ควรระบุจำนวนกิ่งความคิดให้ชัดเจน
3. การวิเคราะห์หลักการ ดีมาก : เขียนความคิดหลักแล้วแยกออกเป็น กิ่งความคิดรองได้ถูกต้องร้อยละ 80-100 ของกิ่งความคิดทั้งหมด ดี : เขียนความคิดหลักแล้วแยกออกเป็น กิ่งความคิดรองได้ถูกต้องร้อยละ 70-79 ของกิ่งความคิดทั้งหมด ปานกลาง : เขียนความคิดหลักแล้วแยกออกเป็น กิ่งความคิดรองได้ถูกต้องร้อยละ 60-69 ของกิ่งความคิดทั้งหมด น้อย : เขียนความคิดหลักแล้วแยกออกเป็น กิ่งความคิดรองได้ถูกต้องร้อยละ 50-59 ของ กิ่งความคิดทั้งหมด	1.00	ควรระบุจำนวนกิ่งความคิดให้ชัดเจน

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ประเด็น	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
น้อยที่สุด : เขียนความคิดหลักแล้วแยกออกเป็น กิ่งความคิดรองได้ถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 ของกิ่งความคิดรองทั้งหมด		
แผนการจัดการเรียนรู้		
1. กำหนดผลการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญในการจัดการเรียนรู้	1.00	-
2. กำหนดสาระสำคัญได้ครอบคลุมเนื้อหาในการจัดกระบวนการเรียนรู้	1.00	-
3. กำหนดสาระการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่กำหนด	1.00	-
4. ชิ้นงาน/ภาระงาน ที่แสดงผลการเรียนรู้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้ที่กำหนด	1.00	-
5. สมรรถนะสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่กำหนด	1.00	-
6. การประเมินตรงตามผลการเรียนรู้ที่ต้องการ และสามารถนำไปใช้ประเมินได้จริง	1.00	-
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	1.00	ปรับกิจกรรมจากให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัด ปรับเป็นครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น
8. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้ สอดคล้องและเหมาะสมกับการจัดกระบวนการเรียน และเร้าความสนใจของนักเรียน	1.00	-
9. เอกสารแนบท้ายแผนฯ เหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียน และสามารถนำไปใช้ได้จริง	1.00	-

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ประเด็น	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
10. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับการประเมิน การคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิด	1.00	ปรับกิจกรรมที่ให้นักเรียนเขียนแผนที่ความคิดด้วยตนเอง เป็นให้ครูแสดงแผนที่ความคิดให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างร้อยละ 50 ในแผนการจัด การเรียนรู้ที่ 1 และครูแสดงแผนที่ความคิดเป็นตัวอย่างน้อยลงในแผนการจัด การเรียนรู้ที่ 2 และให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดด้วยตนเองในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เกณฑ์การแปลความหมายคะแนน	1.00	-
เกณฑ์การแปลผลคะแนนการคิดวิเคราะห์ จะนำคะแนนรวมของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มารวมกัน โดยเทียบเป็นเกณฑ์ได้ 4 ระดับ ดังนี้ ดีเยี่ยม ตั้งแต่ 12 คะแนนขึ้นไป หรือตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพดีเลิศ ควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงการงาน วิทยาศาสตร์ การจัดกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะ เป็นต้น ดี ตั้งแต่ 10 -11 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 65-79 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ควรได้รับการพัฒนาให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้นและหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ผ่าน ตั้งแต่ 8 -9 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 50-64 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับควรได้รับการพัฒนาให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับ		

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ประเด็น	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
ที่สูงขึ้น และหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นต้น		ไม่ผ่าน น้อยกว่า 8 คะแนน หรือน้อยกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่น้อย ควรได้รับการฝึกฝน ทบทวน และหาแนวทางหรือจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เช่น การทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นต้น



ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

คู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

คู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดจัดทำขึ้นเพื่อประกอบการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดที่พัฒนาขึ้น เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับครูในการนำไปใช้ประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีและสร้างแผนที่ความคิด ว่ามีความคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ครูในการใช้ตรวจสอบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และได้ข้อมูลจากผลการวัดไปส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนานักเรียนให้มีการคิดวิเคราะห์ต่อไป

2. องค์ประกอบของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

เครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบ ดังนี้ คำชี้แจง และแบบประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ประเมินการคิดวิเคราะห์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

3. การวิเคราะห์หลักการ

มีรายละเอียดของเนื้อหา ดังนี้

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาเคมีออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อหาส่วนสำคัญของหลักการขององค์ประกอบนั้น และหาความสัมพันธ์ ความเกี่ยวพันของเนื้อหา และหาหลักการที่เนื้อหานั้นยึดอาศัย จนเกิดความชัดเจนเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการคิดวิเคราะห์ มี 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยแสดงออกมาจากการสร้างแผนที่ความคิดในวิชาเคมี

การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ หาองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาเคมีได้ โดยแสดงออกจากการเขียนคำสำคัญต่างๆ ของเนื้อหาออกมาเป็นกิ่งความคิดต่าง ๆ ในแผนที่ความคิดได้ครอบคลุมเนื้อหา

การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้อง สอดคล้อง หรือขัดแย้งของประเด็นย่อย ๆ ของเนื้อหาในวิชาเคมี โดยแสดงออกจากการเชื่อมโยงกิ่งความคิดต่างๆ ในแผนที่ความคิดได้ถูกต้อง

การคิดวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ของเนื้อหาวิชาเคมี หาหลักสำคัญที่เนื้อหานั้นเชื่อมโยงและยึดอาศัย ซึ่งแสดงออกจากการเขียนคำสำคัญที่เป็นหลักสำคัญในเนื้อหานั้น ๆ และเขียนเป็นกิ่งความคิดหลักและกิ่งความคิดรองได้ถูกต้อง

3. ประโยชน์จากการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนวิชาเคมีได้เครื่องมือสำหรับครูในการตรวจสอบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และได้ข้อมูลจากผลการประเมินไปส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนานักเรียนให้มี การคิดวิเคราะห์ต่อไป

4. การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

1. การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดมีขั้นตอนดังนี้

กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด แล้วศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิด และศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้และขอบข่ายเนื้อหาวิชาเคมี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ขอบเขตเนื้อหาวิชาเคมี และเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ จากนั้นสร้างเครื่องมือตามกรอบแนวคิดที่กำหนด โดยเครื่องมือประกอบด้วย แบบประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมี โดยมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบรูบริคส์ และแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ และมีขั้นสรุปเนื้อหาโดยให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดจากนั้นนำแบบวัดไปตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยวิธีเชิงเหตุผล โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิด และด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน และปรับปรุงเครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. การศึกษาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้าจำนวน 49 คน ซึ่งทำให้ได้แผนที่ความคิดจำนวน 49 แผนที่ความคิด เพื่อนำมาตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแอลฟาตามวิธีของครอนบาค เมื่อได้เครื่องมือประเมินที่มีคุณภาพตามเกณฑ์แล้ว นำเครื่องมือไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 1 คนประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นจำนวน 49 แผนที่ความคิดและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากครู 2 คน (ผู้วิจัยและครูเคมี 1 คน) ตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือ และผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนมาหาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบของนักเรียนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ

เพียร์สันเพื่อตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือ และนำเครื่องมือไปสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 2 คนเพื่อตรวจสอบคุณภาพในด้านความเป็นปรนัย และความสามารถในการนำไปใช้

3. กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

3.1 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนน

3.2 ตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความเหมาะสม

5. คุณภาพของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ฉบับนี้ ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงของเครื่องมือประเมินในประเด็นของความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) และตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) จากการตรวจสอบเชิงเหตุผลโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลจากการตรวจสอบความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) ของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชา เคมี 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน เป็นผู้พิจารณา อาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจ พบว่า การนิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องมีความชัดเจน เหมาะสม และครอบคลุม แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และสามารถนำไปสู่การสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้การให้คะแนนของเครื่องมือมีความเหมาะสม แผนการจัดการเรียนรู้มีกระบวนการและกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ จึงสรุปได้ว่าเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดในวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความตรงตามทฤษฎี (Construct Validity) โดยการวิเคราะห์เชิงเหตุผล

2. ความเที่ยง

ผลจากการนำเครื่องมือไปจากการนำเครื่องมือไปใช้ประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 49 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการให้คะแนนของแต่ละองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน ด้วยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแอลฟาตามวิธีของครอนบาค มีค่าความเที่ยงเป็น .92 และได้ให้ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนประเมินแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความเที่ยงด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนที่ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 คนประเมินแผนที่ความคิดในแต่ละองค์ประกอบและคะแนนรวมตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า แต่ละองค์ประกอบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .84-.86 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คะแนนรวมมีค่า .88 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเมื่อพิจารณาเครื่องมือวัดและประเมินเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ที่มีผู้สร้างแล้วนั้น มีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง .63 - .93 จากการตรวจสอบแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนานั้น มีค่าความเที่ยงที่สูงเมื่อเทียบกับเครื่องมือที่ผู้วิจัยท่านอื่นได้สร้างไว้แล้ว และผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียนมาหาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คะแนนมีค่า .86 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง แสดงว่าเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีสามารถวัดได้คะแนนสอดคล้องกับคะแนนของนักเรียนที่ทดสอบโดยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบตามสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ มีค่าอยู่ระหว่าง .70-1.00 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (มีความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในระดับสูง) แสดงว่าเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเที่ยง เพราะมีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละองค์ประกอบในระดับสูง นั่นคือ คะแนนที่ได้จากการวัดจากเครื่องมือมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเที่ยงอยู่ในระดับสูงสามารถนำไปใช้ได้

3. ความเป็นปรนัย

ผลจากการที่ผู้วิจัยนำเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 2 ท่านศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือ พบว่า ครูผู้สอนวิชาเคมีทั้ง 2 ท่าน สามารถใช้เครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนได้ถูกต้อง สามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด

4. ความสามารถในการนำไปใช้

ผลจากการที่ผู้วิจัยนำเครื่องมือการประเมินการคิดวิเคราะห์ไปให้ครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 2 ท่านศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี 2 ท่านเพื่อต้องการทราบว่าผลจากการประเมินที่ได้ครูจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างไร ครูผู้สอนวิชาเคมีบอกว่าผลที่ได้จะเป็นข้อมูลที่ดีที่ครูจะสามารถตรวจสอบนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีว่านักเรียนมีการคิดวิเคราะห์มากน้อยเพียงใด และให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการประเมินว่าในการประเมินแผนที่ความคิดแผ่นแรกจะใช้เวลานานเพราะต้องทำความเข้าใจ แต่เมื่อตรวจแผนที่ความคิดของนักเรียนคนต่อมาจะใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนน้อยลง และการกำหนดคำสำคัญในเนื้อหาทำให้ขั้นตอนการตรวจให้คะแนนมีความสะดวกมากขึ้น

6. วิธีการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

1. ครูผู้สอนเลือกเนื้อหาในวิชาเคมีที่เหมาะสมในการประเมินการคิดวิเคราะห์ และเหมาะกับการเขียนแผนที่ความคิด โดยเลือกเนื้อหาที่มีคำสำคัญต่าง ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันในรายละเอียดของเนื้อหา

2. ครูผู้สอนเขียนแผนการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เช่น การถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ตามเทคนิคในการคิดเชิงวิเคราะห์ 5W 1H (What When Where Why Who How) และให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดในขั้นตอนสรุปความรู้

3. ครูผู้สอนค้นหาคำสำคัญในเนื้อหาวิชาเคมีที่ต้องการให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิด และสรุปจำนวนคำสำคัญทั้งหมด เช่น เนื้อหาเรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี คำสำคัญคือ การเกิดกัมมันตรังสี เป็นต้น

4. นำคำสำคัญที่สรุปไว้ มาปรับเกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิด (เอกสารหมายเลข 1) ปรับจากร้อยละ เป็นจำนวนคำสำคัญ เช่น นับคำสำคัญได้ทั้งหมด 20 คำสำคัญ ต้องปรับเกณฑ์ดังนี้ การคิดวิเคราะห์ความสำคัญในระดับมากที่สุด ต้องมีคำสำคัญในแผนที่ความคิดครอบคลุมเนื้อหา ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป ปรับเป็น ได้คำสำคัญของเนื้อหานั้นทั้งหมด 16 คำสำคัญ (ร้อยละ 80)

5. ครูผู้สอนเขียนแผนที่ความคิดเพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการประเมินแผนที่ความคิด โดยสร้างแผนที่ความคิดจากคำสำคัญที่เลือกไว้ในข้อ 3 ตามกิ่งความคิดหลัก กิ่งความคิดรอง และ กิ่งความคิดย่อย (อธิบายกิ่งความคิดหลัก กิ่งความคิดรอง กิ่งความคิดย่อย ในเอกสารหมายเลข 2)

6. ครูผู้สอนดำเนินการสอนวิชาเคมีตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยให้นักเรียน สร้างแผนที่ความคิดหลังจากจบเนื้อหาที่ต้องการและให้เวลานักเรียนในการสร้างแผนที่ความคิด ด้วยตนเอง อาจให้นักเรียนร่างแผนที่ความคิดในชั้นเรียน แล้วให้กลับไปสร้างแผนที่ความคิด เพิ่มเติม

7. นักเรียนแต่ละคนสร้างแผนที่ความคิดของตนเองตามเนื้อหาวิชาเคมีที่ครูผู้สอนกำหนด

8. ครูผู้สอนรวบรวมแผนที่ความคิดและประเมินแผนที่ความคิดของนักเรียน ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ระบุจำนวนคำสำคัญแล้วในข้อ 4 บันทึกคะแนนลงในแบบประเมิน การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด (ตามเอกสารหมายเลข 3)

9. แปลผลคะแนนจากเกณฑ์การแปลความหมายคะแนน (ตามเอกสารหมายเลข 4)

7. การตรวจให้คะแนนและการแปลผลคะแนนของเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์

ให้ผู้ใช่เครื่องมือประเมินให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด ดังนี้

เอกสารหมายเลข 1

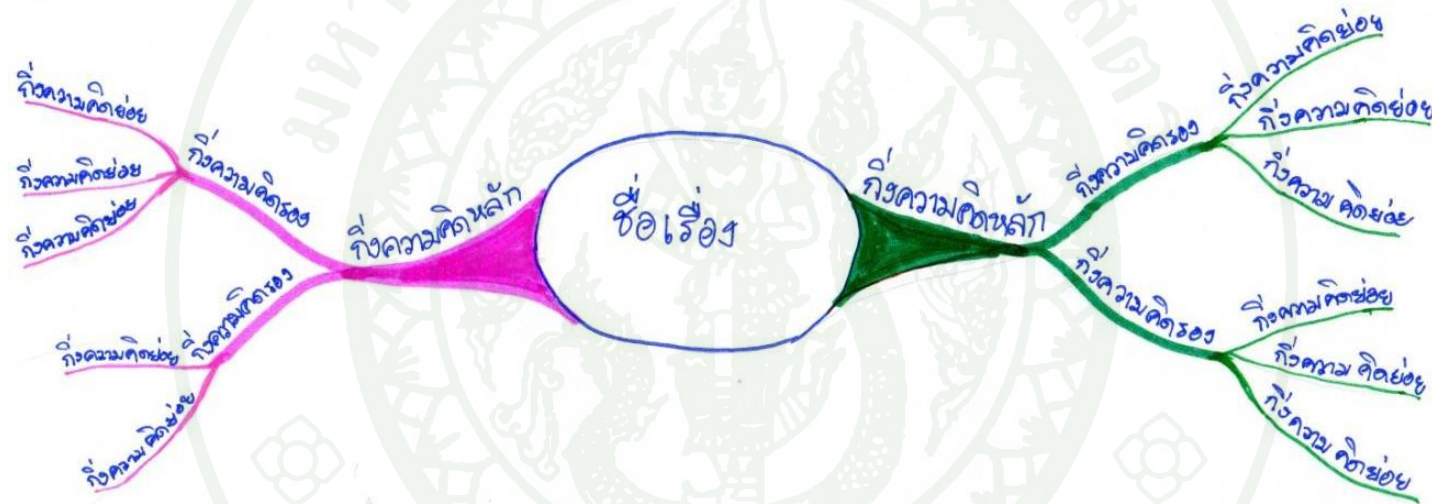
ตารางผนวกที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิด

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด(5)	มาก(4)	ปานกลาง(3)	น้อย(2)	น้อยที่สุด(1)
1.การวิเคราะห์ ความสำคัญ	มีคำสำคัญในกิ่งความคิดหลัก,ความคิดรอง และความคิดย่อยได้ครอบคลุมเนื้อหาถูกต้องร้อยละ 80-100 ของคำสำคัญทั้งหมด	มีคำสำคัญในกิ่งความคิดหลัก,ความคิดรอง และความคิดย่อยได้ครอบคลุมเนื้อหาถูกต้องร้อยละ 70-79 ของคำสำคัญทั้งหมด	มีคำสำคัญในกิ่งความคิดหลัก,ความคิดรอง และความคิดย่อยได้ครอบคลุมเนื้อหาถูกต้องร้อยละ 60-69 ของคำสำคัญทั้งหมด	มีคำสำคัญในกิ่งความคิดหลัก,ความคิดรอง และความคิดย่อยได้ครอบคลุมเนื้อหาถูกต้องร้อยละ 50-59 ของคำสำคัญทั้งหมด	มีคำสำคัญในกิ่งความคิดหลัก,ความคิดรอง และความคิดย่อยได้ถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 ของคำสำคัญทั้งหมด
2. การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและเชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรองได้ร้อยละ 80-100 ของการเชื่อมโยงทั้งหมด	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและเชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรองได้ร้อยละ 70-79 ของการเชื่อมโยงทั้งหมด	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและเชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรองได้ร้อยละ 60-69 ของการเชื่อมโยงทั้งหมด	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและเชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรองได้ร้อยละ 50-59 ของการเชื่อมโยงทั้งหมด	เชื่อมโยงชื่อเรื่องกับกิ่งความคิดหลักและเชื่อมโยงกิ่งความคิดหลักกับกิ่งความคิดรองได้น้อยกว่าร้อยละ 50ของการเชื่อมโยงทั้งหมด

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด(5)	มาก(4)	ปานกลาง(3)	น้อย(2)	น้อยที่สุด(1)
3. การวิเคราะห์หลักการ	มีค่าสำคัญที่เป็นหลักสำคัญ ในเนื้อเรื่อนั้นๆและเขียน เป็นกึ่งความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป	มีค่าสำคัญที่เป็นหลักสำคัญ ในเนื้อเรื่อนั้นๆและเขียน เป็นกึ่งความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70-79	มีค่าสำคัญที่เป็นหลักสำคัญ ในเนื้อเรื่อนั้นๆและเขียน เป็นกึ่งความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้อง ร้อยละ 60-69	มีค่าสำคัญที่เป็นหลักสำคัญ ในเนื้อเรื่อนั้นๆและเขียน เป็นกึ่งความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้อง ร้อยละ 50-59	มีค่าสำคัญที่เป็นหลักสำคัญ ในเนื้อเรื่อนั้นๆและเขียน เป็นกึ่งความคิดหลักและ ความคิดรอง ได้ถูกต้องน้อย กว่าร้อยละ 50

เอกสารหมายเลข 2



ภาพผนวกที่ 1 ตัวอย่างกิ่งความคิดหลัก กิ่งความคิดรอง และกิ่งความคิดย่อยในแผนที่ความคิด

เอกสารหมายเลข 3

แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

เรื่อง

ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่

คำชี้แจง : จงพิจารณาการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ
ตามเกณฑ์รูปรีคส์ที่กำหนด และนำผลคะแนนมากรอกในแต่ละองค์ประกอบของ
การคิดวิเคราะห์ และสรุปรวมคะแนนทั้งหมด

ที่	ชื่อ-นามสกุล	การวิเคราะห์ ความสำคัญ 5 คะแนน	การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ 5 คะแนน	การวิเคราะห์ หลักการ 5 คะแนน	รวม 15 คะแนน
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

เอกสารหมายเลข 4

เกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนน

เกณฑ์สำหรับแปลความหมายคะแนนการคิดวิเคราะห์ จะนำคะแนนรวมของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มารวมกันโดยเทียบกับเกณฑ์ได้ 4 ระดับ และแปลความหมายคะแนนได้ดังนี้

ดีเยี่ยม ตั้งแต่ 12 คะแนนขึ้นไป หรือตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนรวมขึ้นไป แสดงว่านักเรียนมีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพดีเลิศ ควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะ เป็นต้น

ดี ตั้งแต่ 10-11 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 65-79 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ควรได้รับการพัฒนาให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น และหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ผ่าน ตั้งแต่ 8-9 คะแนน หรือตั้งแต่ร้อยละ 50-64 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพเป็นที่มิชอบกพร่องบางประการ ควรได้รับการพัฒนาให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น และหาแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงขึ้นไป เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ไม่ผ่าน น้อยกว่า 8 คะแนน หรือน้อยกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีผลงานแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่น้อย ควรได้รับการฝึกฝน ทบทวน และหาแนวทางหรือจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

8. ตัวอย่างการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

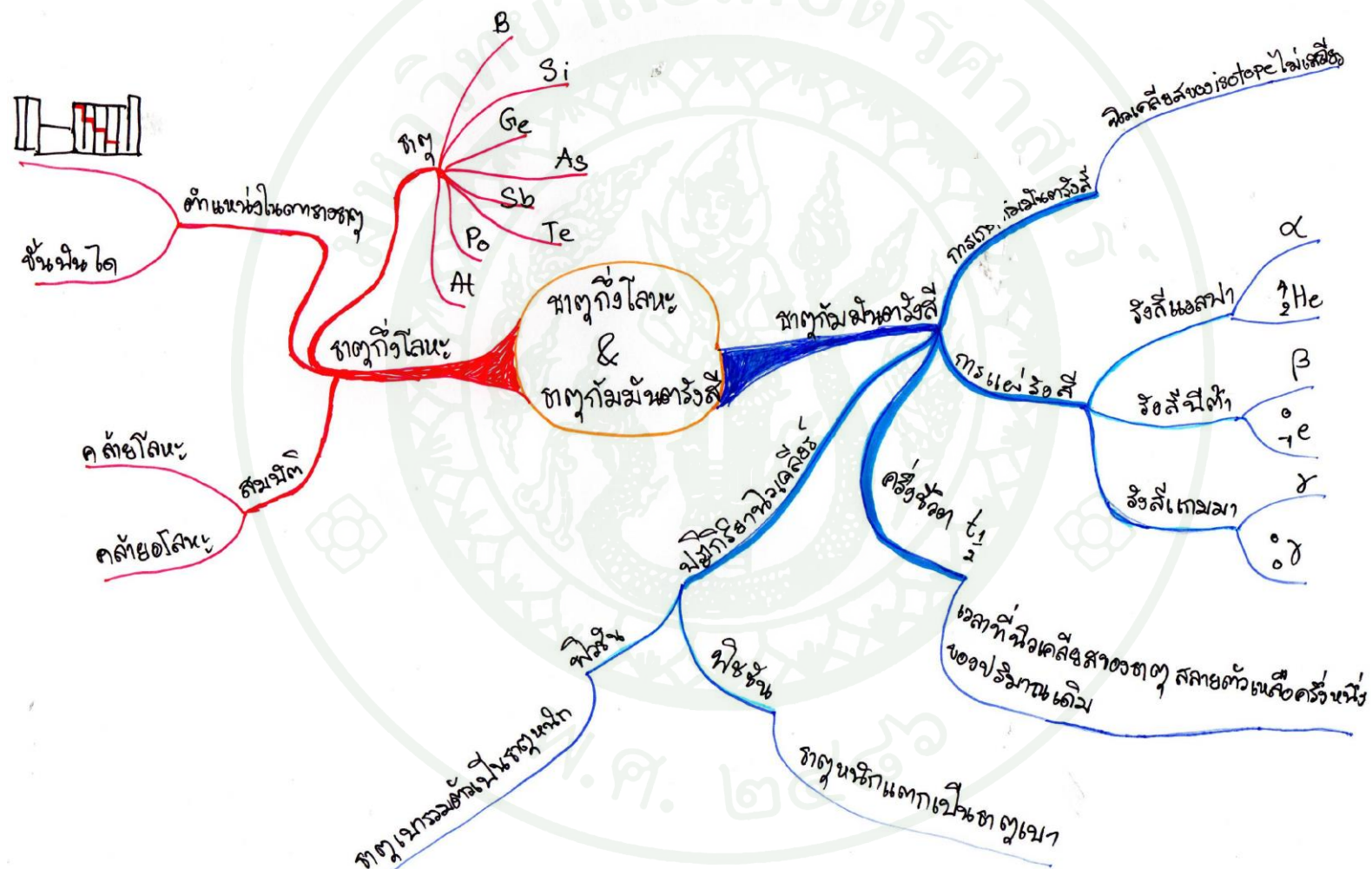
1) หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

2) เนื้อหาที่เลือก : ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี

3) คำสำคัญในแผนที่ความคิดเรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี

1. ธาตุกัมมันตรังสี
2. การเกิดกัมมันตรังสี
3. นิวเคลียสของไอโซโทปไม่เสถียร หรืออัตราส่วนโปรตอนกับนิวตรอนไม่เหมาะสม
4. การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี หรือการแผ่รังสี
5. รังสีแอลฟา หรือ ${}^4_2\text{He}$
6. รังสีบีตา
7. รังสีแกมมา
8. ครึ่งชีวิต หรือ $t_{1/2}$
9. เวลาที่นิวเคลียสของธาตุสลายตัวเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม
10. ปฏิกิริยานิวเคลียร์
11. ฟิวชัน
12. ธาตุเบารวมตัวเป็นธาตุหนัก
13. ฟิชชัน
14. ธาตุหนักแตกออกเป็นธาตุเบา
15. ธาตุกึ่งโลหะ
16. สมบัติคล้ายโลหะ
17. สมบัติคล้ายอโลหะ
18. ตำแหน่งในตารางธาตุ
19. ชั้นบนได
20. B Si Ge As Sb Te Po At

หมายเหตุ คำสำคัญ อาจเขียนเป็น ภาพ หรือคำอื่น ที่มีความหมายเดียวกับคำสำคัญที่กำหนด



ภาพผนวกที่ 2 ตัวอย่างแผนที่ความคิดเรื่องธาตุกัมมันตรังสีและธาตุกัมมันตรังสี

ตารางผนวกที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดเรื่อง ชาติพันธุ์ไทยและชาติพันธุ์ม้ง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด(5)	มาก(4)	ปานกลาง(3)	น้อย(2)	น้อยที่สุด(1)
1.การวิเคราะห์ ความสำคัญ	มีคำสำคัญในแผนที่ ความคิดได้ครอบคลุม เนื้อหาถูกต้อง 16 คำขึ้นไป จาก 20 คำสำคัญ	มีคำสำคัญในแผนที่ ความคิดได้ครอบคลุม เนื้อหาถูกต้อง 14 – 15 คำ จาก 20 คำสำคัญ	มีคำสำคัญในแผนที่ ความคิดได้ครอบคลุม เนื้อหาถูกต้อง 12 – 13 คำ จาก 20 คำสำคัญ	มีคำสำคัญในแผนที่ ความคิดได้ครอบคลุม เนื้อหาถูกต้อง 10 -11 คำ จาก 20 คำสำคัญ	มีคำสำคัญในแผนที่ ความคิดได้ครอบคลุม เนื้อหาถูกต้อง น้อยกว่า 10 คำ จาก 20 คำสำคัญ
2. การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	เชื่อมโยง คำสำคัญบนกิ่ง ความคิดต่างๆ ได้ถูกต้อง 16 คำขึ้นไป จาก 20 คำสำคัญ	เชื่อมโยงคำสำคัญบนกิ่ง ความคิดต่างๆ ได้ถูกต้อง 14 – 15 คำ จาก 20 คำ สำคัญ	เชื่อมโยงคำสำคัญบนกิ่ง ความคิดต่างๆ ได้ ถูกต้อง 12 – 13 คำ จาก 20 คำสำคัญ	เชื่อมโยงคำสำคัญบนกิ่ง ความคิดต่างๆ ได้ ถูกต้อง 10 -11 คำ จาก 20 คำสำคัญ	เชื่อมโยงคำสำคัญบน กิ่งความคิดต่างๆ ได้ ถูกต้อง น้อยกว่า 10 คำ จาก 20 คำสำคัญ

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด(5)	มาก(4)	ปานกลาง(3)	น้อย(2)	น้อยที่สุด(1)
3. การวิเคราะห์ หลักการ	มีคำสำคัญบนกิ่งความคิด หลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “การเกิดกัมมันตรังสี” , “การสลายตัวของธาตุ กัมมันตรังสีหรือการแผ่ รังสี”, “ครึ่งชีวิต”, “ปฏิกิริยานิวเคลียร์” และบนกิ่งความคิดหลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “สมบัติ” “ตำแหน่งในตารางธาตุ” ได้ถูกต้อง 5 คำขึ้นไปจาก ทั้งหมด 6 คำสำคัญ	มีคำสำคัญบนกิ่งความคิด หลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “การเกิดกัมมันตรังสี” , “การสลายตัวของธาตุ กัมมันตรังสีหรือการแผ่ รังสี”, “ครึ่งชีวิต”, “ปฏิกิริยานิวเคลียร์” และบนกิ่งความคิดหลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “สมบัติ” “ตำแหน่งในตารางธาตุ” ได้ถูกต้อง 4 คำจาก ทั้งหมด 6 คำสำคัญ	มีคำสำคัญบนกิ่งความคิด หลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “การเกิดกัมมันตรังสี” , “การสลายตัวของธาตุ กัมมันตรังสีหรือการแผ่ รังสี”, “ครึ่งชีวิต”, “ปฏิกิริยานิวเคลียร์” และบนกิ่งความคิดหลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “สมบัติ” “ตำแหน่งในตารางธาตุ” ได้ถูกต้อง 3 คำจาก ทั้งหมด 6 คำสำคัญ	มีคำสำคัญบนกิ่งความคิด หลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “การเกิดกัมมันตรังสี” , “การสลายตัวของธาตุ กัมมันตรังสีหรือการแผ่ รังสี”, “ครึ่งชีวิต”, “ปฏิกิริยานิวเคลียร์” และบนกิ่งความคิดหลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “สมบัติ” “ตำแหน่งในตารางธาตุ” ได้ถูกต้อง 2 คำจาก ทั้งหมด 6 คำสำคัญ	มีคำสำคัญบนกิ่งความคิด หลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “การเกิดกัมมันตรังสี” , “การสลายตัวของธาตุ กัมมันตรังสีหรือการแผ่ รังสี”, “ครึ่งชีวิต”, “ปฏิกิริยานิวเคลียร์” และบนกิ่งความคิดหลัก “ธาตุกัมมันตรังสี” คือ “สมบัติ” “ตำแหน่งในตารางธาตุ” ได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 คำ จากทั้งหมด 6 คำสำคัญ



แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 รหัสวิชา ว 31221 เคมี 1 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลาเรียน 1.5 หน่วยกิต/ชั่วโมง
 ครูผู้สอน ครูวรรณิสา แดงทรัพย์ จำนวน 4 คาบ

1. ผลการเรียนรู้

สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ และอธิบาย
 แนวโน้มของสมบัติต่าง ๆ ของธาตุและสารประกอบของธาตุตามหมู่และตามธาตุ

2. สาระสำคัญ

ธาตุที่มีสมบัติเป็นทั้งโลหะและอโลหะเรียกว่า ธาตุกึ่งโลหะ ส่วนธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุ
 ที่มีนิวเคลียสที่ไม่เสถียร เกิดการสลายตัวให้อนุภาคหรือรังสีต่าง ๆ เช่น แอลฟา บีตา และแกมมา
 โดยระยะเวลาที่นิวเคลียสของไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม
 เรียกว่า ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี ปฏิริยาที่นิวเคลียสของ
 ธาตุหนักแตกออกเป็นไอโซโทปของธาตุที่เบากว่าเรียกว่าปฏิริยาฟิชชัน ส่วนปฏิริยาที่นิวเคลียส
 ของไอโซโทปที่มีมวลต่ำรวมตัวกันเกิดเป็นไอโซโทปใหม่ที่มีมวลมากกว่าเดิมเรียกว่า ปฏิริยา
 ฟิวชัน สารกัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายประการ

3. สาระการเรียนรู้

ความรู้

1. ธาตุที่มีสมบัติเป็นทั้งโลหะและอโลหะเรียกว่า ธาตุกึ่งโลหะ
2. ธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่มีนิวเคลียสที่ไม่เสถียร เกิดการสลายตัวให้อนุภาคหรือรังสี
 ต่าง ๆ เช่น แอลฟา บีตา และแกมมา
3. ระยะเวลาที่นิวเคลียสของไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณ
 เดิมเรียกว่า ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี
4. ปฏิริยาที่นิวเคลียสของธาตุหนักแตกออกเป็นไอโซโทปของธาตุที่เบากว่าเรียกว่า
 ปฏิริยาฟิชชัน
5. ปฏิริยาที่นิวเคลียสของไอโซโทปที่มีมวลต่ำรวมตัวกันเกิดเป็นไอโซโทปใหม่ที่มีมวล
 มากกว่าเดิมเรียกว่า ปฏิริยาฟิวชัน

ทักษะ/กระบวนการ

ทักษะการคิดวิเคราะห์

คุณลักษณะที่พึงประสงค์

ใฝ่เรียนรู้

4. ชิ้นงาน/ภาระงาน ที่แสดงผลการเรียนรู้

แผนที่ความคิด เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี

5. สมรรถนะ

ความสามารถในการคิด

- ทักษะการคิดวิเคราะห์

6.การประเมิน

ด้านความรู้	ด้านทักษะกระบวนการ	ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์
ตรวจแบบฝึกหัดเรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบและตามหมู่	สังเกตทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ด้วยแผนที่ความคิด	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนด้านใฝ่เรียนรู้

7. กระบวนการจัดการเรียน

7.1 ทบทวนเรื่องสมบัติของธาตุโลหะและธาตุอโลหะ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาเขียนสมบัติของธาตุโลหะและธาตุอโลหะบนกระดานดำ ครูยกตัวอย่างสมบัติของธาตุกึ่งโลหะหนึ่งธาตุโดยให้นักเรียนบอกว่าธาตุตัวอย่างควรมีสมบัติอย่างไร

7.2 นักเรียนเปรียบเทียบสมบัติของธาตุอะลูมิเนียมซึ่งเป็นโลหะและธาตุไอโอดีนซึ่งเป็นอโลหะ จากตาราง 3.9 สมบัติบางประการของธาตุกึ่งโลหะ ธาตุอะลูมิเนียม และธาตุไอโอดีน และร่วมกันอภิปรายถึงสมบัติของธาตุกึ่งโลหะ เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ธาตุกึ่งโลหะมีสมบัติบางประการคล้ายโลหะและสมบัติบางประการคล้ายอโลหะ

7.3 ครูถามนักเรียนถึงธาตุกัมมันตรังสีที่นักเรียนรู้จักเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

7.4 ให้นักเรียนพิจารณาว่าธาตุกัมมันตรังสีที่นักเรียนตอบอยู่ตรงตำแหน่งใดในตารางธาตุ

7.5 ครูอธิบายและยกตัวอย่างธาตุกัมมันตรังสีในตารางธาตุเพิ่มเติม อธิบายความหมายของธาตุกัมมันตรังสีและกัมมันตรังสี

7.6 ครูอธิบายสมบัติของรังสีแต่ละชนิดพร้อมสัญลักษณ์ของแต่ละรังสี

7.7 ครูอธิบายการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี วิธีเขียนสมการนิวเคลียร์แสดงการแผ่รังสี

7.8 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องธาตุกัมมันตรังสี

7.9 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเขียนสมการนิวเคลียร์บนกระดาน

7.10 ครูอธิบายความหมายของปฏิริยานิวเคลียร์และยกตัวอย่างปฏิกิริยาฟิชชันและปฏิกิริยาฟิวชัน และอธิบายเรื่องครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี

7.11 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดเรื่องครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี

7.12 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแสดงวิธีการหาครึ่งชีวิต

7.9 นักเรียนแต่ละคนสรุปความรู้เรื่องธาตุกัมมันตรังสีและธาตุกัมมันตรังสี โดยเขียนเป็นแผนที่ความคิด

7.14 ครูตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ความคิด กล่าวคำชื่นชมถ้าเขียนได้ถูกต้อง และให้คำแนะนำหากนักเรียนทำไม่ถูกต้อง

8. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6
2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสีและธาตุกัมมันตรังสี
3. ตารางธาตุ

8.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

<http://www.kr.ac.th/ebook/parichad/b07.htm>

<http://www.bangkapi.ac.th/MediaOnLine/SiamthaiMD>

9. สรุปผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....

เอกสารประกอบการเรียนการสอน (สำหรับครู)

เรื่อง

ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี



ตาราง 3.9 สมบัติบางประการของธาตุกึ่งโลหะ ธาตุอะลูมิเนียม และธาตุไอโอดีน

สมบัติ		จำนวน เวเลนซ์ อิเล็กตรอน	รัศมี อะตอม (pm)	IE ₁ (kJ/mol)	EN (kJ/mol)	ความ หนาแน่น (g/cm ³)	จุด หลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	การ นำ ไฟฟ้า	เกิดสารประกอบ
โลหะ	Al	3	143	584	1.61	2.70	660.32	2519	นำ	ไอออนิก
กึ่ง โลหะ	B	3	88	807	2.04	2.34	2075	4000	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	Si	4	117	793	1.90	2.33	1414	3265	นำ	ไอออนิกและ โครงสร้างตาข่าย
	G e	4	122	768	2.01	5.32	938.25	2833	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	A s	5	121	951	2.18	5.75	358สลาย ระเหิด	603	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	Sb	5	141	840	2.05	6.68	630.63	1587	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	Te	6	137	876	2.10	6.24	449.51	988	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	Po	6	150	818	2.00	9.20	254	962	-	-
	At	7	140	-	2.20	-	302	3200± 300	-	-
อโลหะ	I	7	133	1015	2.66	4.93	113.7	184.4	ไม่นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์

สรุปสมบัติของธาตุกึ่งโลหะ : มีสมบัติคล้ายทั้งโลหะและกึ่งโลหะ

ธาตุกัมมันตรังสี

หมายถึงธาตุที่สามารถแผ่รังสีต่าง ๆ และพลังงานออกมาได้เองอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงในนิวเคลียสของไอโซโทปที่ไม่เสถียร เนื่องจากมีอัตราส่วนระหว่างจำนวนโปรตอนและนิวตรอนไม่เหมาะสม

ธาตุกัมมันตรังสีส่วนใหญ่มีเลขอะตอมสูงกว่า 83 ในธรรมชาติพบธาตุกัมมันตรังสีหลายชนิดเช่น $^{238}_{92}\text{U}$, $^{232}_{90}\text{Th}$, $^{222}_{86}\text{Rn}$ กัมมันตรังสี คือปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพราะนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีมีพลังงานสูงมากและไม่เสถียร จึงปล่อยพลังงานออกมาในรูปของอนุภาคหรือรังสีบางชนิด แล้วธาตุเหล่านั้นก็จะเปลี่ยนเป็นธาตุใหม่ รังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสีสมบัติดังนี้

ตาราง ชนิดและสมบัติของรังสีบางชนิด

ชนิดของรังสี	สัญลักษณ์	สมบัติ
รังสีแอลฟาหรืออนุภาคแอลฟา	^4_2He หรือ α	เป็นนิวเคลียสของอะตอมฮีเลียม มีโปรตอนและนิวตรอนอย่างละ 2 อนุภาค มีประจุไฟฟ้า +2 และมีเลขมวล 4 มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำมาก ไม่สามารถผ่านแผ่นกระดาษหรือโลหะบาง ๆ ได้ เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าโดยเบนเข้าหาขั้วลบ
รังสีบีตาหรืออนุภาคบีตา	$^0_{-1}\text{e}$ หรือ β	มีสมบัติเหมือนอิเล็กตรอน มีประจุไฟฟ้า -1 มีมวลเท่ากับมวลของอิเล็กตรอน มีอำนาจทะลุทะลวงสูงกว่าแอลฟาถึง 100 เท่า สามารถผ่านแผ่นโลหะบาง ๆ ได้ เช่นแผ่นตะกั่วหนา 1 mm หรือแผ่นอะลูมิเนียมหนา 5 mm มีความเร็วใกล้เคียงความเร็วแสง เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าโดยเบนเข้าหาขั้วบวก
รังสีแกมมา	γ	เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก ไม่มีประจุและไม่มีมวล มีอำนาจทะลุทะลวงสูงมากสามารถทะลุผ่านแผ่นตะกั่วหนา 8 mm หรือผ่านแผ่นคอนกรีตหนา ๆ ได้

นอกจากนี้ยังมีรังสีชนิดอื่น ๆ เช่น

โพซิตรอน (β^+) สัญลักษณ์คือ $^0_{+1}\text{e}$

ดิวเทรอน (D) สัญลักษณ์คือ ^2_1H

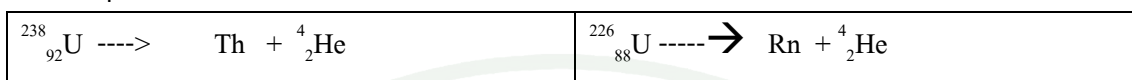
นิวตรอน (n) สัญลักษณ์คือ ^1_0n

โปรตอน (p) สัญลักษณ์คือ ^1_1H

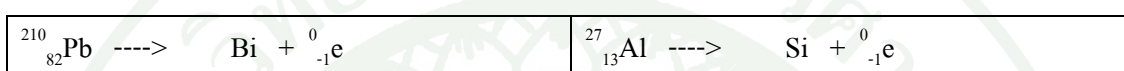
ทริทอน (T) สัญลักษณ์คือ ^3_1H

การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

การแผ่รังสีแอลฟา ส่วนใหญ่เกิดกับนิวเคลียสที่มีเลขอะตอมสูงกว่า 82 และมีจำนวนนิวตรอนต่อโปรตอนในสัดส่วนไม่พอเหมาะ เมื่อปล่อยรังสีแอลฟาออกมาจะกลายเป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่ที่เสถียรซึ่งมีเลขอะตอมลดลง 2 และเลขมวลลดลง 4 เช่น

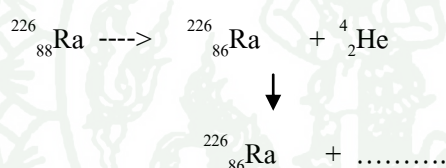


การแผ่รังสีบีตา เกิดกับนิวเคลียสที่มีจำนวนนิวตรอนมากกว่าโปรตอน นิวตรอนในนิวเคลียสจะเปลี่ยนไปเป็นโปรตอนและอิเล็กตรอน เมื่อปล่อยรังสีบีตาออกมานิวเคลียสใหม่จะมีเลขอะตอมเพิ่มขึ้น 1 เลขมวลยังคงเท่าเดิม เช่น



การแผ่รังสีแกมมา

เกิดกับไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีพลังงานสูงมาก หรือไอโซโทปที่สลายตัวให้รังสีบีตาหรือแอลฟา แต่นิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่ยังไม่เสถียรเพราะมีพลังงานสูงจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงในนิวเคลียสเพื่อให้มีพลังงานต่ำลง โดยปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาเป็นรังสีแกมมา ดังตัวอย่าง



แบบฝึกหัดเรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี

1. จงเติมช่องว่างให้ถูกต้อง

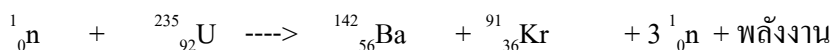
รังสี	สัญลักษณ์นิวเคลียร์	สัญลักษณ์	ประจุ	เลขมวล
ก.แอลฟา	${}^4_2\text{He}$	α	+2	4
ข.บีตา	${}^0_{-1}\text{e}$	β	-1	0
ค.แกมมา	γ	γ	0	0
ง.โพซิตรอน	${}^0_{+1}\text{e}$	β^+	+1	0
จ.นิวตรอน	${}^1_0\text{n}$	n	0	1
ฉ.โปรตอน	${}^1_1\text{H}$	p	+1	1
ช.ดิวเทรียม	${}^2_1\text{H}$	D	+1	2
ฅ.ทริเทียม	${}^3_1\text{H}$	T	+1	3

จงเขียนสมการต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

- ก. $^{27}_{14}\text{Si} \longrightarrow ^{27}_{13}\text{Al} + {}^0_{+1}\text{e}$
 ข. $^{66}_{29}\text{Cu} \longrightarrow ^{66}_{30}\text{Zn} + {}^0_{-1}\text{e}$
 ค. $^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow ^{30}_{14}\text{Si} + {}^1_1\text{H}$
 ง. $^{14}_6\text{C} \longrightarrow ^{13}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$
 จ. $^{226}_{89}\text{Ac} \longrightarrow ^{226}_{88}\text{Ra} + {}^0_{+1}\text{e}$
 ฉ. $^{226}_{89}\text{Ac} \longrightarrow ^{222}_{87}\text{Fr} + {}^4_2\text{He}$

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน คือกระบวนการที่นิวเคลียสของธาตุหนักบางชนิดแตกออกเป็นไอโซโทปของธาตุที่เบากว่า เช่น



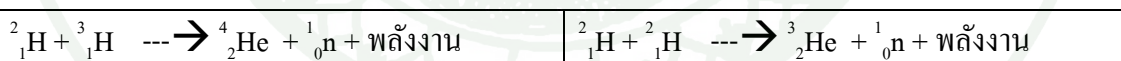
การเกิดปฏิกิริยาฟิชชันแต่ละครั้งจะคายพลังงานออกมาจำนวนมากและได้ไอโซโทปกัมมันตรังสีหลายชนิดจึงถือว่าปฏิกิริยาฟิชชันเป็นวิธีผลิตไอโซโทปกัมมันตรังสีที่สำคัญ

ปฏิกิริยาฟิชชันยังได้นิวตรอนเกิดขึ้นด้วย ถ้านิวตรอนที่เกิดขึ้นใหม่นี้ชนกับนิวเคลียสอื่นๆ จะเกิดปฏิกิริยาฟิชชันต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จึงเรียกปฏิกิริยานี้ว่าปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งมีการนำความรู้เรื่องปฏิกิริยา ฟิชชันมาใช้ทำระเบิดปรมาณู

การควบคุมปฏิกิริยาฟิชชัน เช่น ควบคุมมวลของสารตั้งต้นให้น้อยลงจนนิวตรอนที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ได้ หรือใช้โลหะแคดเมียมและโบรอนจับนิวตรอนบางส่วนไว้เพื่อลดจำนวนนิวตรอนที่เกิดขึ้น หรือใช้แท่งแกรไฟต์หรือน้ำเพื่อทำให้นิวตรอนเคลื่อนที่ช้าลง ปัจจุบันได้นำปฏิกิริยาฟิชชันมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ผลิตไอโซโทปกัมมันตรังสีในเตาปฏิกรณ์ปรมาณูเพื่อใช้ในการเกษตร การแพทย์ และอุตสาหกรรม ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าปรมาณู

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน คือกระบวนการที่นิวเคลียสของธาตุเบาสองชนิดหลอมรวมกันเกิดเป็นนิวเคลียสใหม่ที่มีมวลสูงกว่าเดิมและให้พลังงานปริมาณมาก เช่น



ปฏิกิริยาทั้งสองนี้เป็นปฏิกิริยาเดียวกับที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์ การเกิดปฏิกิริยาฟิวชันจะต้องใช้พลังงานเริ่มต้นสูงมาก เพื่อเอาชนะแรงผลักระหว่างนิวเคลียสที่จะเข้ารวมกัน ซึ่งประมาณกันว่าจะต้องมีอุณหภูมิสูงถึง 2×10^8 °C ความร้อนหรือพลังงานจำนวนนี้อาจได้จากปฏิกิริยาฟิชชันซึ่งเปรียบเสมือนเป็นปฏิกิริยาชนวนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาฟิวชัน

ถ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่ปล่อยออกมาจากปฏิกิริยาฟิวชันเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจะเกิดการระเบิดอย่างรุนแรง แต่ถ้าควบคุมให้มีการปล่อยพลังงานออกมาอย่างช้า ๆ และต่อเนื่อง จะให้พลังงานมหาศาลที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

ปฏิกิริยาฟิวชันมีข้อได้เปรียบกว่าปฏิกิริยาฟิชชันหลายประการกล่าวคือ คายพลังงานออกมามาก สารตั้งต้นของปฏิกิริยาฟิวชันหาได้ง่ายและมีปริมาณมาก ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจาก

ปฏิกิริยาฟิชชันเป็นธาตุกัมมันตรังสี ที่มีครึ่งชีวิตสั้นและมีอันตรายน้อยกว่าผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาฟิชชัน

ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี

นิวเคลียสของไอโซโทปของธาตุกัมมันตรังสีสามารถสลายตัวและแผ่รังสีได้ตลอดเวลาโดยไม่ขึ้นกับอุณหภูมิหรือความดัน ปริมาณการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีจะบอกเป็น ครึ่งชีวิต ใช้สัญลักษณ์ $t_{1/2}$

ครึ่งชีวิต หมายถึง ระยะเวลาที่นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม

1. จงหาปริมาณของ I-131 เริ่มต้น เมื่อนำ I-131 จำนวนหนึ่งมาวางไว้เป็นเวลา 40.5 วัน ปรากฏว่ามีมวลเหลือ 0.125 กรัม ถ้าครึ่งชีวิตของ I-131 เท่ากับ 8.1 วัน

$$\text{ช่วงครึ่งชีวิต} = 40.5/8.1 = 5 \text{ ช่วง}$$

$$\text{เริ่ม I-131 } a \longrightarrow a/2 \longrightarrow a/4 \longrightarrow a/8 \longrightarrow a/16 \longrightarrow a/32$$

$$\text{ดังนั้น } a/32 = 0.125 \text{ กรัม}$$

$$a = 32 \times 0.125 \text{ กรัม}$$

$$= 4 \text{ กรัม}$$

2. จงหาปริมาณของ Tc-99 ที่เหลือ เมื่อวาง Tc-99 จำนวน 10 กรัม ไว้เวลานาน 24 ชั่วโมง ถ้าสารนี้มีครึ่งชีวิต 6 ชั่วโมง

$$\text{ช่วงครึ่งชีวิต} = 24/6 = 4 \text{ ช่วง}$$

$$\text{เริ่ม Tc-99 } 10 \text{ กรัม} \longrightarrow 5 \text{ กรัม} \longrightarrow 2.5 \text{ กรัม} \longrightarrow 1.25 \text{ กรัม}$$

$$\text{ดังนั้น เหลือ Tc-99 } 1.25 \text{ กรัม}$$

3. ไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งจำนวน 20 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง จะเหลืออยู่ 1.25 กรัม ไอโซโทปนี้มีครึ่งชีวิตเท่าใด

$$\text{เริ่มต้น } 20 \text{ กรัม} \longrightarrow 10 \text{ กรัม} \longrightarrow 5 \text{ กรัม} \longrightarrow 2.5 \text{ กรัม} \longrightarrow 1.25 \text{ กรัม}$$

$$\text{ดังนั้น ผ่านไป } 4 \text{ ช่วงของครึ่งชีวิต ใช้เวลาทั้งหมด } 2 \text{ ชั่วโมง} = 2 \times 60 \text{ นาที}$$

$$\text{ดังนั้น ครึ่งชีวิต} = 2 \times 60 / 4 = 30 \text{ นาที}$$

เอกสารประกอบการเรียนการสอน

เรื่อง

ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี



ตาราง 3.9 สมบัติบางประการของธาตุกึ่งโลหะ ธาตุอะลูมิเนียม และธาตุไอโอดีน

สมบัติ		จำนวน เวเลนซ์ อิเล็กตรอน	รัศมี อะตอม (pm)	IE ₁ (kJ/mol)	EN (kJ/mol)	ความ หนาแน่น (g/cm ³)	จุด หลอมเหลว (°C)	จุด เดือด (°C)	การ นำ ไฟฟ้า	เกิดสารประกอบ
โลหะ	Al	3	143	584	1.61	2.70	660.32	2519	นำ	ไอออนิก
กึ่ง โลหะ	B	3	88	807	2.04	2.34	2075	4000	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	Si	4	117	793	1.90	2.33	1414	3265	นำ	ไอออนิกและ โครงผลึกร่างดา ข่าย
	Ge	4	122	768	2.01	5.32	938.25	2833	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	As	5	121	951	2.18	5.75	358สลาย	603 ระเหิด	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	Sb	5	141	840	2.05	6.68	630.63	1587	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	Te	6	137	876	2.10	6.24	449.51	988	นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์
	Po	6	150	818	2.00	9.20	254	962	-	-
	At	7	140	-	2.20	-	302	3200± 300	-	-
อโลหะ	I	7	133	1015	2.66	4.93	113.7	184.4	ไม่นำ	ไอออนิกและ โควาเลนต์

สรุปสมบัติของธาตุกึ่งโลหะ :

.....

ธาตุกัมมันตรังสี

หมายถึงธาตุที่สามารถแผ่รังสีต่าง ๆ และพลังงานออกมาได้เองอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงในนิวเคลียสของไอโซโทปที่ไม่เสถียร เนื่องจากมีอัตราส่วนระหว่างจำนวนโปรตอนและนิวตรอนไม่เหมาะสม

ธาตุกัมมันตรังสีส่วนใหญ่มีเลขอะตอมสูงกว่า 83 ในธรรมชาติพบธาตุกัมมันตรังสีหลายชนิดเช่น $^{238}_{92}\text{U}$, $^{232}_{90}\text{Th}$, $^{222}_{86}\text{Rn}$ กัมมันตรังสี คือปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพราะนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีมีพลังงานสูงมากและไม่เสถียร จึงปล่อยพลังงานออกมาในรูปของอนุภาคหรือรังสีบางชนิด แล้วธาตุเหล่านั้นก็จะเปลี่ยนเป็นธาตุใหม่ รังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสีสมบัติดังนี้

ตาราง ชนิดและสมบัติของรังสีบางชนิด

ชนิดของรังสี	สัญลักษณ์	สมบัติ
รังสีแอลฟาหรืออนุภาคแอลฟา	^4_2He หรือ α	เป็นนิวเคลียสของอะตอมฮีเลียม มีโปรตอนและนิวตรอนอย่างละ 2 อนุภาค มีประจุไฟฟ้า +2 และมีเลขมวล 4 มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำมาก ไม่สามารถผ่านแผ่นกระดาษหรือโลหะบาง ๆ ได้ เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าโดยเบนเข้าหาขั้วลบ
รังสีบีตาหรืออนุภาคบีตา	$^0_{-1}\text{e}$ หรือ β	มีสมบัติเหมือนอิเล็กตรอน มีประจุไฟฟ้า -1 มีมวลเท่ากับมวลของอิเล็กตรอน มีอำนาจทะลุทะลวงสูงกว่าแอลฟาถึง 100 เท่า สามารถผ่านแผ่นโลหะบาง ๆ ได้ เช่นแผ่นตะกั่วหนา 1 mm หรือแผ่นอะลูมิเนียมหนา 5 mm มีความเร็วใกล้เคียงความเร็วแสง เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าโดยเบนเข้าหาขั้วบวก
รังสีแกมมา	γ	เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก ไม่มีประจุและไม่มีมวล มีอำนาจทะลุทะลวงสูงมากสามารถทะลุผ่านแผ่นตะกั่วหนา 8 mm หรือผ่านแผ่นคอนกรีตหนา ๆ ได้

นอกจากนี้ยังมีรังสีชนิดอื่น ๆ เช่น

โพซิตรอน (β^+) สัญลักษณ์คือ $^0_{+1}\text{e}$

ดิวเทรอน (D) สัญลักษณ์คือ ^2_1H

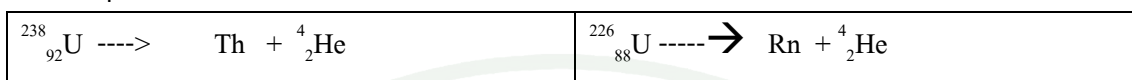
นิวตรอน (n) สัญลักษณ์คือ ^1_0n

โปรตอน (p) สัญลักษณ์คือ ^1_1H

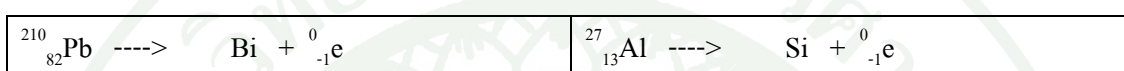
ทริทอน (T) สัญลักษณ์คือ ^3_1H

การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

การแผ่รังสีแอลฟา ส่วนใหญ่เกิดกับนิวเคลียสที่มีเลขอะตอมสูงกว่า 82 และมีจำนวนนิวตรอนต่อโปรตอนในสัดส่วนไม่พอเหมาะ เมื่อปล่อยรังสีแอลฟาออกมาจะกลายเป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่ที่เสถียรซึ่งมีเลขอะตอมลดลง 2 และเลขมวลลดลง 4 เช่น

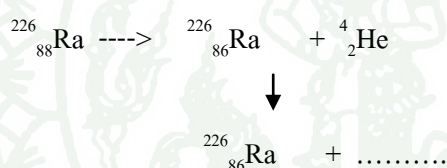


การแผ่รังสีบีตา เกิดกับนิวเคลียสที่มีจำนวนนิวตรอนมากกว่าโปรตอน นิวตรอนในนิวเคลียสจะเปลี่ยนไปเป็นโปรตอนและอิเล็กตรอน เมื่อปล่อยรังสีบีตาออกมานิวเคลียสใหม่จะมีเลขอะตอมเพิ่มขึ้น 1 เลขมวลยังคงเท่าเดิม เช่น



การแผ่รังสีแกมมา

เกิดกับไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีพลังงานสูงมาก หรือไอโซโทปที่สลายตัวให้รังสีบีตาหรือแอลฟา แต่นิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่ยังไม่เสถียรเพราะมีพลังงานสูงจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงในนิวเคลียสเพื่อให้มีพลังงานต่ำลง โดยปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาเป็นรังสีแกมมา ดังตัวอย่าง

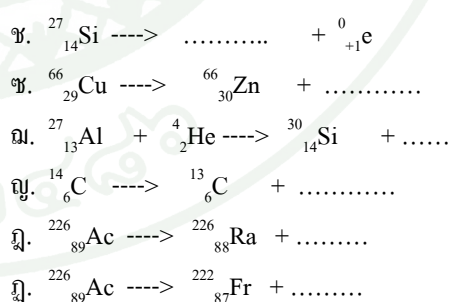


แบบฝึกหัดเรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี

2. จงเติมช่องว่างให้ถูกต้อง

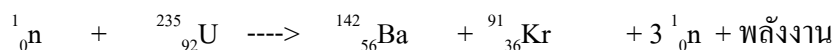
รังสี	สัญลักษณ์นิวเคลียร์	สัญลักษณ์	ประจุ	เลขมวล
ก.แอลฟา				
ข.บีตา				
ค.แกมมา				
ง.โพซิตรอน				
จ.นิวตรอน				
ฉ.โปรตอน				
ช.ควิเทอร์อน				
ฌ.ทริทอน				

จงเขียนสมการต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน คือกระบวนการที่นิวเคลียสของธาตุหนักบางชนิดแตกออกเป็นไอโซโทปของธาตุที่เบากว่า เช่น



การเกิดปฏิกิริยาฟิชชันแต่ละครั้งจะคายพลังงานออกมาจำนวนมากและได้ไอโซโทปกัมมันตรังสีหลายชนิดจึงถือว่าปฏิกิริยาฟิชชันเป็นวิธีผลิตไอโซโทปกัมมันตรังสีที่สำคัญ

ปฏิกิริยาฟิชชันยังได้นิวตรอนเกิดขึ้นด้วย ถ้านิวตรอนที่เกิดขึ้นใหม่นี้ชนกับนิวเคลียสอื่นๆ จะเกิดปฏิกิริยาฟิชชันต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จึงเรียกปฏิกิริยานี้ว่าปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งมีการนำความรู้เรื่องปฏิกิริยา ฟิชชันมาใช้ทำระเบิดปรมาณู

การควบคุมปฏิกิริยาฟิชชัน เช่น ควบคุมมวลของสารตั้งต้นให้น้อยลงจนนิวตรอนที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ได้ หรือใช้โลหะแคดเมียมและโบรอนจับนิวตรอนบางส่วนไว้เพื่อลดจำนวนนิวตรอนที่เกิดขึ้น หรือใช้แท่งแกรไฟต์หรือน้ำเพื่อทำให้นิวตรอนเคลื่อนที่ช้าลง ปัจจุบันได้นำปฏิกิริยาฟิชชันมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ผลิตไอโซโทปกัมมันตรังสีในเตาปฏิกรณ์ปรมาณูเพื่อใช้ในการเกษตร การแพทย์ และอุตสาหกรรม ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าปรมาณู

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน คือกระบวนการที่นิวเคลียสของธาตุเบาสองชนิดหลอมรวมกันเกิดเป็นนิวเคลียสใหม่ที่มีมวลสูงกว่าเดิมและให้พลังงานปริมาณมาก เช่น



ปฏิกิริยาทั้งสองนี้เป็นปฏิกิริยาเดียวกับที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์ การเกิดปฏิกิริยาฟิวชันจะต้องใช้พลังงานเริ่มต้นสูงมาก เพื่อเอาชนะแรงผลักระหว่างนิวเคลียสที่จะเข้ารวมกัน ซึ่งประมาณกันว่าจะต้องมีอุณหภูมิสูงถึง 2×10^8 °C ความร้อนหรือพลังงานจำนวนนี้อาจได้จากปฏิกิริยาฟิชชัน ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นปฏิกิริยาชนวนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาฟิวชัน

ถ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่ปล่อยออกมาจากปฏิกิริยาฟิวชันเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจะเกิดการระเบิดอย่างรุนแรง แต่ถ้าควบคุมให้มีการปล่อยพลังงานออกมาอย่างช้า ๆ และต่อเนื่อง จะให้พลังงานมหาศาลที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

ปฏิกิริยาฟิวชันมีข้อได้เปรียบกว่าปฏิกิริยาฟิชชันหลายประการกล่าวคือ คายพลังงานออกมามาก สารตั้งต้นของปฏิกิริยาฟิวชันหาได้ง่ายและมีปริมาณมาก ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจาก

ปฏิกิริยาฟิชชันเป็นธาตุกัมมันตรังสี ที่มีครึ่งชีวิตสั้นและมีอันตรายน้อยกว่าผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาฟิชชัน

ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี

นิวเคลียสของไอโซโทปของธาตุกัมมันตรังสีสามารถสลายตัวและแผ่รังสีได้ตลอดเวลาโดยไม่ขึ้นกับอุณหภูมิหรือความดัน ปริมาณการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีจะบอกเป็น ครึ่งชีวิต ใช้สัญลักษณ์ $t_{1/2}$

ครึ่งชีวิต หมายถึง ระยะเวลาที่นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม

1. จงหาปริมาณของ I-131 เริ่มต้น เมื่อนำ I-131 จำนวนหนึ่งมาวางไว้เป็นเวลา 40.5 วัน ปรากฏว่ามีมวลเหลือ 0.125 กรัม ถ้าครึ่งชีวิตของ I-131 เท่ากับ 8.1 วัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงหาปริมาณของ Tc-99 ที่เหลือ เมื่อวาง Tc-99 จำนวน 10 กรัม ไว้นาน 24 ชั่วโมง ถ้าสารนี้มีครึ่งชีวิต 6 ชั่วโมง

.....

.....

.....

.....

.....

3. ไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งจำนวน 20 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง จะเหลืออยู่ 1.25 กรัม ไอโซโทปนี้มีครึ่งชีวิตเท่าใด

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด

คำชี้แจง : จงพิจารณาการคิดวิเคราะห์จากแผนที่ความคิดของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบตาม
เกณฑ์รูบรีคที่กำหนด

ที่	ชื่อ-สกุล	การวิเคราะห์ ความสำคัญ (5 คะแนน)	การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ (5 คะแนน)	การวิเคราะห์ หลักการ (5 คะแนน)	รวม (15 คะแนน)

เกณฑ์ประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้

ระดับคุณภาพ	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
ดีมาก	4	- เข้าเรียนตรงเวลา - มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ - มีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้กับผู้อื่น - ทำแบบฝึกหัดเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด
ดี	3	มีคุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็นจำนวน 3 ข้อ
พอใช้	2	มีคุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็นจำนวน 2 ข้อ
ควรปรับปรุง	1	มีคุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็นจำนวน 1 ข้อ

เกณฑ์การประเมินผลความรู้จากการทำแบบฝึกหัด

ระดับคุณภาพ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ดีมาก	4	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง 100% ของจำนวนข้อทั้งหมด
ดี	3	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง 51-99% ของจำนวนข้อทั้งหมด
พอใช้	2	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง 50% ของจำนวนข้อทั้งหมด
ควรปรับปรุง	1	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องไม่ถึงครึ่งหนึ่ง 0-49% ของจำนวนข้อทั้งหมด



ภาคผนวก จ

ผลการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของกลุ่มตัวอย่าง
และคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

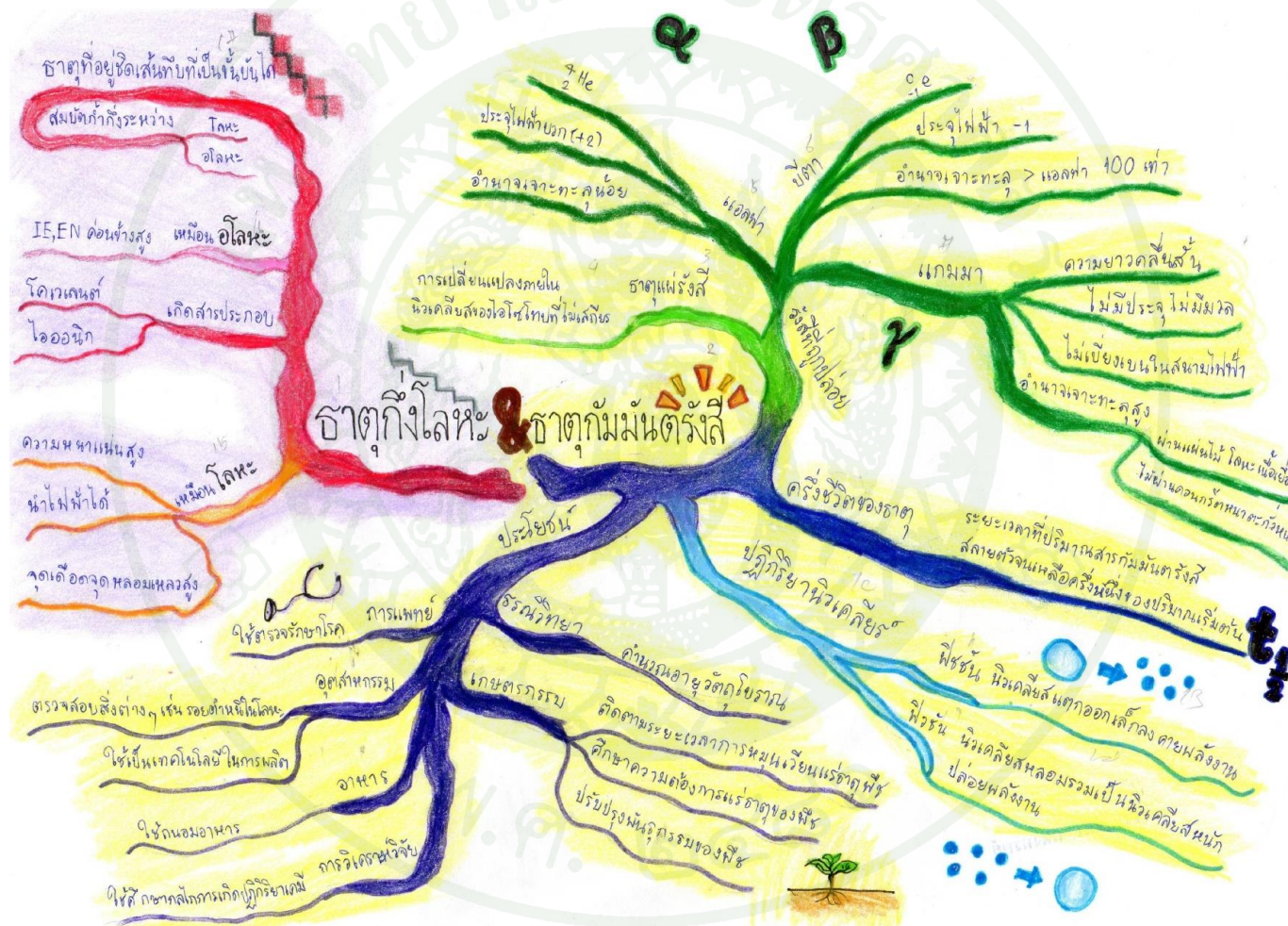
ตารางผนวกที่ 4 ผลการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของกลุ่มตัวอย่างและคะแนน
จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

คนที่	การวิเคราะห์ ความสำคัญ 5 คะแนน	การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ 5 คะแนน	การวิเคราะห์ หลักการ 5 คะแนน	รวม 15 คะแนน	ระดับการ คิด วิเคราะห์	คะแนนจาก แบบทดสอบ เต็ม 20 คะแนน
1	5	5	5	15	ดีเยี่ยม	14
2	5	5	4	14	ดีเยี่ยม	14
3	4	4	4	12	ดีเยี่ยม	11.5
4	3	3	3	9	ผ่าน	9
5	5	5	5	15	ดีเยี่ยม	14
6	4	4	4	12	ดีเยี่ยม	16
7	4	4	4	12	ดีเยี่ยม	14
8	5	5	4	14	ดีเยี่ยม	15
9	2	2	3	7	ไม่ผ่าน	10
10	5	5	5	15	ดีเยี่ยม	14
11	5	5	4	14	ดีเยี่ยม	14
12	2	2	3	7	ไม่ผ่าน	9
13	3	3	5	11	ดี	10
14	3	3	4	10	ดี	12
15	3	3	4	10	ดี	12
16	3	3	3	9	ดี	10
17	3	3	3	9	ดี	11
18	3	3	3	9	ดี	10
19	3	3	3	9	ดี	10
20	5	5	4	14	ดีเยี่ยม	15
21	3	3	3	9	ดี	10
22	3	3	3	9	ดี	9
23	3	3	3	9	ดี	11
24	1	1	1	3	ไม่ผ่าน	8

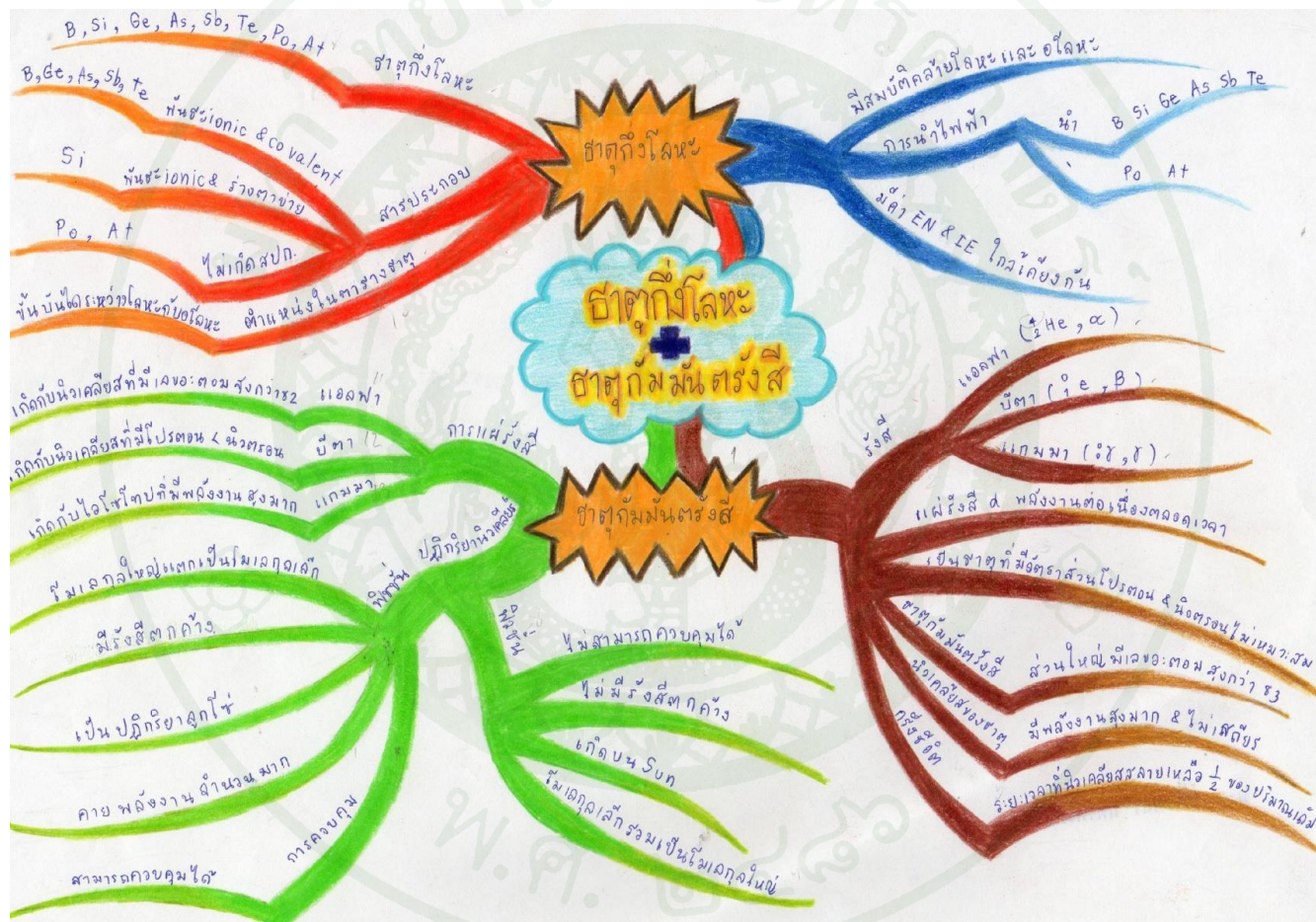
ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

คนที่	การวิเคราะห์ ความสำคัญ 5 คะแนน	การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ 5 คะแนน	การวิเคราะห์ หลักการ 5 คะแนน	รวม 15 คะแนน	ระดับการ คิดวิเคราะห์	คะแนนจาก แบบทดสอบ เต็ม 20 คะแนน
25	3	3	3	9	ดี	10
26	5	5	4	14	ดีเยี่ยม	15
27	3	3	3	9	ดี	10
28	3	3	4	10	ดี	12
29	3	3	5	11	ดี	13
30	3	3	5	11	ดี	13
31	5	5	5	15	ดีเยี่ยม	17.5
32	3	3	3	9	ผ่าน	10
33	3	3	3	9	ผ่าน	10
34	2	2	2	6	ไม่ผ่าน	8
35	4	4	4	12	ดีเยี่ยม	15
36	3	3	4	10	ดี	13
37	3	3	3	9	ผ่าน	9
38	3	3	3	9	ผ่าน	10
39	5	5	5	15	ดีเยี่ยม	18
40	4	4	4	12	ดีเยี่ยม	16
41	5	5	4	14	ดีเยี่ยม	15
42	4	4	4	12	ดีเยี่ยม	13
43	3	3	3	9	ผ่าน	8
44	4	4	4	12	ดีเยี่ยม	13
45	3	3	3	9	ผ่าน	10
46	3	3	3	9	ผ่าน	10
47	5	5	4	14	ดีเยี่ยม	15
48	3	3	4	10	ดี	9
49	3	3	4	10	ดี	9





ภาพผนวกที่ 3 ตัวอย่างผลงานแผนที่ความคิดของนักเรียน เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกึ่งมันตรังสี



ภาพผนวกที่ 4 ตัวอย่างผลงานแผนที่ความคิดของนักเรียน เรื่อง ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววรรณิสา แดงทรัพย์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 16 เดือน กรกฎาคม พุทธศักราช 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	2550 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาเคมี) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทาง วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกว.) ของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)