

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ปริญญานิพนธ์
ของ
อดิศักดิ์ สิงห์สีโว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุริยางค์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2549

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

บทคัดย่อ
ของ
อติศักดิ์ สิงห์สีโว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขุฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2549

อดิศักดิ์ สิงห์สีโว. (2549). *การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้น
การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย, รองศาสตราจารย์
ดร.สุภาลักษณ์ ปรัชญาสิทธิกุล, ดร.ปรีชาญ เดชศรี.

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ 2) ประเมินการใช้หลักสูตรกับนักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ การวิจัยดำเนินการในรูปแบบการวิจัยและการพัฒนา ได้แก่ การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตร การประเมินคุณภาพของหลักสูตร การปรับปรุงหลักสูตร ก่อนนำไปทดลองใช้ การเตรียมครูผู้สอนและการทดลองใช้หลักสูตร รูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนใช้กระบวนการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

นักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 81 คน ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 แบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ และแผนการจัดการเรียนรู้ 7 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการใช้หลักสูตร ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ ค่าที (t – test for one sample) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

DEVELOPING OF SCHOOL BASED CURRICULUM ON STOICHIOMETRY WITH
EMPHASIS ON DEVELOPMENT OF PROBLEM SOLVING AND
DECISION MAKING ABILITY

AN ABSTRACT
BY
ADISAK SINGSEEW

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Doctor of Education degree in Science Education
March 2006

Adisak Singseewo. (2006). *Developing of School Based Curriculum on Stoichiometry with Emphasis on Development of Problem Solving and Decision Making Ability*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof.Dr. Somson Wongyounoi , Assoc.Prof. Dr.Supaluk Prachayasittikul, Dr. Precham Dechsri

The purposes of this study were 1) developing of school based curriculum on stoichiometry with emphasis on development of problem solving and decision making abilities and 2) evaluate a curriculum by considering the results of the implementation including 4 aspects : achievement, integrated science process skills, scientific attitude, and problem solving and decision making abilities. The study was a research and development methodology. Research methodologies were as follows : survey of basic information, curriculum development of a draft, evaluation of a draft curriculum, revision of a curriculum, preparation of a teacher and curriculum implementation.

Subjects in this study were 81 of MS 5 students from Roi et province. The research instruments were 1) science curriculum entitle stoichiometry with emphasis on development of problem solving and decision making abilities and seven lesson plans, and 2) evaluation tools including the achievement test, Integrated science process skills test, scientific attitude questionnaire as well as problem solving and decision making test. The statistics used in this study were defined into two categories : 1) basic statistics : mean, standard deviation and 2) statistics for testing hypothesis : t – test for one sample.

The findings led to conclude that:

1) The student's achievement post – test scores are significantly different at .05 level above the cut – off scores.

2) The student's integrated science process skills post – test scores are significantly different at .05 level above the cut – off scores.

3) The student's scientific attitude post-test scores are significantly at .05 level above the good level.

4) The student's problem solving and decision making abilities post – test scores are significantly different at .05 level above the cut – off scores.

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ปริญญานิพนธ์
ของ
อดิศักดิ์ สิงห์สีโว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุริยางค์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2549
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ของ
นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุริยางค์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่ มีนาคม พ.ศ. 2549

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาลักษณ์ ปรัชญาสิทธิกุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปรีชาญ เดชศรี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิสวธีรานนท์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

ฝ่ายแนะแนวและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาช่วยเหลือ
ให้คำปรึกษา ให้แนวคิด ข้อเสนอแนะ ตรวจสอบแก้ไข ด้วยความเอาใจใส่จาก รองศาสตราจารย์
ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาลักษณ์ ปรัชญาศิทธิกุล และอาจารย์
ดร.ปรีชาญ เดชศรี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิศวธีรานนท์
และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ให้
คำปรึกษา แนะนำ เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่างและ อาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุญนาค
ที่ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้
ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบแบบวัดที่ใช้ในการวิจัย ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์
และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอน้อมบูชาแด่ คุณพ่อโสภณ คุณแม่วันเพ็ญ
สิงห์สีโว คุณแม่จำปี โพธินาม ที่ให้การเลี้ยงดู อบรม สั่งสอนลูกด้วยความรักด้วยดีตลอดมา
และขอขอบคุณ คุณพรณิพา สิงห์สีโว ภรรยาและลูกสาวสุดที่รัก เด็กหญิงสวิษฐา สิงห์สีโว
ที่ให้ความรัก ความอบอุ่น และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัย คุณเสาวลักษณ์ กอผจญ คุณสุกานดา
ฤทธิ์ทิพย์ ที่คอยช่วยเหลือ ดูแลครอบครัวของผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่ ตลอดจนขอกราบ
ขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอน จนผู้วิจัยสามารถศึกษาจนบรรลุผล
สำเร็จด้วยดี

อดิศักดิ์ สิงห์สีโว

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ปริญญานิพนธ์
ของ
อดิศักดิ์ สิงห์สีโว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุริยางค์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2549
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ของ
นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุริยางค์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่ มีนาคม พ.ศ. 2549

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาลักษณ์ ปรัชญาสิทธิกุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปรีชาญ เดชศรี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิสวธีรานนท์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

ฝ่ายแนะแนวและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาช่วยเหลือ
ให้คำปรึกษา ให้แนวคิด ข้อเสนอแนะ ตรวจสอบแก้ไข ด้วยความเอาใจใส่จาก รองศาสตราจารย์
ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาลักษณ์ ปรัชญาศาสตรีกุล และอาจารย์
ดร.ปรีชาญ เดชศรี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิศวธีรานนท์
และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ให้
คำปรึกษา แนะนำ เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่างและ อาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุนนาค
ที่ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้
ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบแบบวัดที่ใช้ในการวิจัย ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์
และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอน้อมบูชาแด่ คุณพ่อโสภณ คุณแม่วันเพ็ญ
สิงห์สีโว คุณแม่จำปี โพธินาม ที่ให้การเลี้ยงดู อบรม สั่งสอนลูกด้วยความรักด้วยดีตลอดมา
และขอขอบคุณ คุณพรณิพา สิงห์สีโว ภรรยาและลูกสาวสุดที่รัก เด็กหญิงสวธิญา สิงห์สีโว
ที่ให้ความรัก ความอบอุ่น และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัย คุณเสาวลักษณ์ กอผจญ คุณสุกานดา
ฤทธิ์ทิพย์ ที่คอยช่วยเหลือ ดูแลครอบครัวของผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่ ตลอดจนขอกราบ
ขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอน จนผู้วิจัยสามารถศึกษาจนบรรลุผล
สำเร็จด้วยดี

อดิศักดิ์ สิงห์สีโว

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	9
ความสำคัญของการวิจัย	9
ขอบเขตของการวิจัย	9
ประชากร	9
กลุ่มตัวอย่าง	9
ตัวแปรที่ศึกษา	10
นิยามศัพท์เฉพาะ	10
สมมติฐานในการวิจัย	13
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	14
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544	14
หลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร	16
หลักสูตรสถานศึกษาและการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาตามสาระ	
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	25
หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	32
ทฤษฎี หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับการคิดและการประยุกต์ใช้กับการเรียน	
การสอนวิทยาศาสตร์	38
หลักการในการสอนการคิด	43
เอกสารที่เกี่ยวกับยุทธวิธีในการคิด	50
การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	72
คะแนนจุดตัด	78
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	81
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร	81
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	83

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2(ต่อ)	งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	83
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ	94
	งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ	94
	งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ	95
	กรอบความคิดในการวิจัย	97
3	วิธีดำเนินการวิจัย	99
	การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน	99
	ชนิดของข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ศึกษา	100
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	100
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	101
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	102
	การสร้างหลักสูตร	103
	การประเมินหลักสูตร.....	111
	การทดลองใช้หลักสูตร	114
	การฝึกอบรมครูผู้สอน	115
	การทดลองใช้หลักสูตร	115
	ขอบเขตและแบบแผนการทดลอง	116
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	118
	การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	119
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	124
	ผลการศึกษาเอกสารและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน	124
	ผลการสร้างหลักสูตร	128
	ผลการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินหลักสูตร.....	134
	การทดลองใช้หลักสูตร	137

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	148
ความมุ่งหมายของการวิจัย	148
สมมติฐานของการวิจัย	148
เครื่องมือที่ใช้	149
วิธีดำเนินการวิจัย	149
สรุปผลการวิจัย	152
อภิปรายผลการวิจัย	156
ข้อเสนอแนะ	164
บรรณานุกรม	168
ภาคผนวก	191
ภาคผนวก ก	192
ภาคผนวก ข	194
ภาคผนวก ค	233
ภาคผนวก ง	285
ภาคผนวก จ	293
ภาคผนวก ฉ	297
ภาคผนวก ช	301
ภาคผนวก ฌ	304
ประวัติย่อผู้วิจัย	315

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ประเภทของปัญหา	53
2 แสดงกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง.....	102
3 ผลการประเมินระดับความต้องการของครู นักเรียน และผู้ปกครอง.....	125
4 ผลการสัมภาษณ์ปัญหาการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา.....	126
5 ผลการสัมภาษณ์ปัญหาการใช้หลักสูตรสถานศึกษา.....	127
6 ความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร.....	131
7 ความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร.....	132
8 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงหลักสูตร	133
9 จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ	136
10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนจุดตัด	139
11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับ คะแนนจุดตัด	141
12 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติทางวิทยาศาสตร์	142
13 แสดงลักษณะข้อคำถาม จำนวนข้อสอบและคะแนนเต็มของการแก้ปัญหาและ การตัดสินใจ	144
14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้โจทย์ สถานการณ์ปัญหากับคะแนนจุดตัด	144
15 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการคำนวณกับ คะแนนจุดตัด	145
16 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการตัดสินใจกับคะแนนจุดตัด	145
17 เปรียบเทียบผลการแก้ปัญหาและการตัดสินใจโดยรวมกับคะแนนจุดตัด	146
18 การวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องปริมาณสัมพันธที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการ ตัดสินใจ	199
19 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	286
20 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	288

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
	21 การหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์	290
	22 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและ การตัดสินใจ	292
	23 คะแนนจุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	298
	24 คะแนนจุดตัดของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	299
	25 คะแนนจุดตัดของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ	300
	26 ผลการประเมินความต้องการของครู นักเรียน และผู้ปกครอง	302
	27 แสดงปัญหาการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา	303
	28 แสดงปัญหาการใช้หลักสูตรสถานศึกษา	303
	29 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร.....	305
	30 แสดงความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร.....	307
	31 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงหลักสูตร.....	308

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 รูปแบบการคิดแบบบันไดเวียน	47
2 รูปแบบการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของคารริน	70
3 อุปกรณ์และการทำงานในเครื่องแมสสเปกโทรมิเตอร์	219
4 แมสสเปกตรัมของนီออน	219

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและในอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่างๆ ที่คนได้ใช้ในการดำรงชีวิตและในการทำงานส่วนใหญ่ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการสร้างและการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย มีผลทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ก็มีผลผลักดันให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีการคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะในการค้นหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ความหลากหลายของข้อมูลและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้เข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืนและที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือการจัดการศึกษา เพื่อเตรียมคนให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 1)

จากความสำคัญของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น แต่ละประเทศในโลกจึงพยายามที่จะให้พลเมืองในประเทศของตนเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) (AAAS. 1994: xiv) โดยมีการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศเป็นระยะๆ ซึ่งโดยภาพรวมแล้วมีเป้าหมายของการปฏิรูปร่วมกันคือ 1) เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาประวัติและปรัชญาของวิทยาศาสตร์ (Driel ; Beijaard ; & Verloop. 2001: 138 ; citing AAAS. 1993 ; National Research Council. 1996: 13)

2) เพื่อให้นักเรียนทุกคนบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Driel ; Beijaard ; & Verloop. 2001: 138 ; citing NRC. 1996)

3) เพื่อออกแบบวิทยาศาสตร์ศึกษาที่จะสะท้อนให้เห็นถึงข้อสนับสนุนที่ว่าวิทยาศาสตร์คือกระบวนการที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Driel; Beijaard ; & Verloop. 2001: 139)

4) เพื่อพัฒนาทักษะทางสติปัญญา ความเข้าใจและความตระหนักถึงวิธีการและค่านิยมของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความเข้าใจในข้อเท็จจริง มโนคติ ตลอดจนหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Zachos ; et al. 2000: 939) และ 5) เพื่อให้นักเรียนได้ใช้หลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการตัดสินใจแก้ปัญหา (National Science Education Standards. 1996: 13 ; Taconis ; Ferguson – Hessler ; & Brockkamp. 2001: 442) การที่จะทำให้เป้าหมายของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาบรรลุผลสำเร็จ แอนเดอร์สัน (Anderson. 2000: 53) ได้ให้คำแนะนำในการสอนว่า ควรสอนเนื้อหาที่เหมาะสมกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และเป็นเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กับศาสตร์สาขาอื่นๆ และใช้ยุทธศาสตร์การสอนที่หลากหลายที่เน้นกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติ

ประเทศไทยได้กำหนดเป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในสถานศึกษาดังนี้คือ (1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ (2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ (3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (4) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ (5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน (6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อสังคมและการดำรงชีวิต (7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 4) ทั้งนี้เพื่อให้ประชาชนในประเทศเป็นคนที่รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy person) ประกอบด้วย 7 มิติ คือ (1) มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (2) สามารถประยุกต์ใช้มโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (3) สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจ และทำความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ได้ (4) มีปฏิสัมพันธ์กับลักษณะที่หลากหลายของสิ่งต่างๆ ทั้งมวล ในทางซึ่งเห็นพ้องกับคุณค่าของสิ่งนั้น ภายใต้กรอบวิทยาศาสตร์ (5) มีความ

เข้าใจและตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (6) มีความพยายามที่จะพัฒนาความอุดมสมบูรณ์ มากกว่า ความพึงพอใจ และมีการประเมินค่าการศึกษาในชีวิตอย่างต่อเนื่อง (7) พัฒนาการใช้ทักษะที่หลากหลายด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Laugksch. 2000: 76 – 77) โดยเน้นให้วิทยาศาสตร์ได้เข้าถึงนักเรียนทุกคนและนักเรียนทุกคนได้มีโอกาสในการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น (Goodnough. 2001: 180 ; citing AAAS. 1989 ; Council of Ministers of Education. 1997 ; Curriculum Corporation. 1994 ; National Research Council [NRC]. 1996) การรู้วิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่จะใช้อธิบายเหตุผลที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Hurd. 2000: 285) และแนวความคิดใหม่เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่ให้นักเรียนได้เข้าใจทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่รวมถึงการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และอิทธิพลระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา (Goodnough. 2001: 180 ; citing Hodson. 1998) ซึ่งความหมายโดยนัยของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ ต้องการให้การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของบุคคล ความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติทางบวกเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีสามัญสำนึกเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัยและมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Goodnough. 2001: 181 ; citing Council of Ministers of Education. 1997) การรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ เช่น เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและการศึกษา และเพื่อเป็นพลังในการขับเคลื่อนในการค้นคว้าหาวิธีการที่จะทำให้สังคมดีขึ้น (Hurd. 2002: 3 ; & Penick. 1995: 172) การรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิทธิ์ที่สำคัญอันดับแรกของประชาชน ที่ช่วยให้สนใจในสิ่งแวดล้อมรอบตัว และ ชัดความสงสัยและคำถามต่างๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สามารถช่วยจำแนกคำถาม นำไปสู่การสืบเสาะหาข้อสรุป และเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และการดูแลสุขภาพของเขาให้ได้อยู่เสมอ (Rennie ; Goodrum ; & Hackling. 2001: 455) เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิตและเป็นการเรียน เพื่อความเข้าใจอย่างซาบซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลายๆ ด้าน เป็นองค์ความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการและร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 3) การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนควรจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการสอนที่ตอบ สนองความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน มากไปกว่านั้นเป็นการเรียนที่นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและในอนาคตได้ (Trowbridge ; & Bybee. 1996: 3) การเรียน

การสอน โดยเน้นกิจกรรมลงมือปฏิบัติการ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง (Haugh. 2002: 37) นอกจากนี้ ชัสกา (Shepardson. 1993: 267 ; citing Chuska. 1986) ยังได้ให้คำแนะนำในการออกแบบ กิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดขั้นสูงของนักเรียนว่าต้องประกอบด้วยเงื่อนไข 4 ข้อ คือ (1) เป็นกิจกรรมที่ให้เกิดเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีและความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (2) เป็น กิจกรรมที่ให้เกิดจากการรวบรวมข้อมูล (3) เป็นกิจกรรมที่ได้ฝึกทักษะการคิด และ (4) เป็นกิจกรรม ให้คิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน แก้ปัญหาและตัดสินใจ

การที่จะทำให้การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษามีบรรลุผลตามที่ตั้งไว้นั้น คงต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย ทั้งรัฐบาล บุคลากรทางการศึกษาและประชาชนทุกคน แต่ในอดีตที่ผ่านมา จนถึงปัจจุบันพบว่า การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษายังมีปัญหาหลายประการ เช่น การสอน วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเน้นส่งเสริมให้นักเรียนรับรู้เฉพาะความรู้ ความจำ (Erduran. 2000: 86) กิจกรรมการเรียนไม่ได้กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ปฏิบัติการทางความคิดขั้นสูง (Shepardson. 1993: 264) เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือช่วย กระตุ้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ เข้ากับประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้ (Rennie ; Goodrum ; & Hackling. 2001: 45) ครูไม่สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ในห้องเรียน (James; et al. 2000: 27) โรงเรียนขาดการ สนับสนุนการพัฒนาความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Millar ; Osborne ; & Nott. 1998: 20) นักเรียนไม่ได้รับความช่วยเหลือและสิ่งอำนวยความสะดวกในการค้นคว้าหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Adey. 2001: 42) ในส่วนของวิชาเคมีพบว่าหลักสูตรขาดการนำความรู้ ไปใช้ในชีวิตจริง (Fleming. 1998: 30) การสอนเคมีไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเชื่อมโยงเนื้อหาวิชา กับชีวิตจริงได้ (Campbell; et al. 1994: 418) นักเรียนไม่เข้าใจนิมิต ในวิชาเคมี รวมทั้งกระบวนการแก้ปัญหาทางเคมี และไม่สามารถประยุกต์มนมิตไปใช้ในการ แก้ปัญหาได้ (Lucille; Lee; et al. 1996: 692) กระบวนการแก้ปัญหานี้ต้องการให้ผู้เรียน สามารถใช้ทักษะการคิดขั้นสูง (Tsaparlis. 2000: 131 ; citing Tsaparlis. 1997 ; & Zoller. 1993 ; Zoller) และเป็นกระบวนการสำคัญที่สุดในการเรียนเคมีคำนวณ (Dori ; & Hameiri. 2003: 279) และเมื่อพิจารณาถึงหัวข้อในวิชาเคมีพบว่าเรื่องปริมาณสัมพันธ์เป็นเรื่องหนึ่งที่มี ความสำคัญ และเป็นเรื่องที่นักเรียนเข้าใจได้ยาก โดยเฉพาะในส่วนของ การคำนวณเพื่อแก้ปัญหา (Schmidt. 1997: 237) จากงานวิจัยยังพบว่า เรื่องโมลเป็นมนมิตพื้นฐานที่นักเรียนจะต้องทำ ความเข้าใจ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในการเรียนเคมีคำนวณ (Dori ; Hameiri. 2003: 279 ; citing Schmidt. 1997 ; Niaz. 1995 ; Staver ; & Lumpe. 1993, 1995) ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไข

ปัญหาดังกล่าว การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนควรมุ่งหมายที่ชัดเจนคือ (1) สอนให้นักเรียนได้รู้วิทยาศาสตร์ในอันที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต (2) สอนให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตัดสินใจได้ (3) พัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ญาณ โดยเน้นการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (4) ประยุกต์ใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับหลักสูตรรายวิชาอื่น ๆ และ (5) ให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และรู้ผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม (Manhart ; & David. 2001:1)

ประเทศไทยได้พยายามปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศ แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ผลจากการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดย International Institute for Management Development (IMD) พบว่า ลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลา 3 ปีที่ผ่านมา ซึ่งเป็นสิ่งที่น่ากังวลว่าความสามารถในการแข่งขันของไทยตกต่ำ ดังเช่นที่ปรากฏ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจาก (1) ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและการพัฒนาต่อผลผลิตรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product ; GDP) ต่ำมาก (2) การขาดแคลนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา (3) ความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคอุดมศึกษา และภาคเอกชนยังมีน้อยมาก ทั้งในการวางแผนการผลิตบุคลากรในเชิงปริมาณและคุณภาพ และ (4) ด้านวิทยาศาสตร์และการศึกษาพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่วนใหญ่ไม่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสาขาหลัก สาเหตุน่าจะมาจากการที่วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยความเข้าใจเป็นหลัก และครูผู้สอนส่วนหนึ่งไม่ได้จบการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง และต้องสอนวิชาวิทยาศาสตร์ควบคู่กับวิชาอื่นๆ ในการสอนยังเน้นให้นักเรียนท่องจำทฤษฎีและกฎต่างๆ เพื่อมุ่งไปที่การทำข้อสอบให้ได้ ไม่เน้นที่วิธีการคิดหาคำตอบ ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจทฤษฎีและเนื้อหาหรือเกิดความเบื่อหน่าย (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2543: 8 – 15) และผลจากการประเมินผลคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ ของสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลการศึกษา (IEA) ครั้งที่สาม (TIMSS - 1995) และทำการศึกษซ้ำอีกครั้งในปี ค.ศ. 1999 (TIMSS - R) พบว่าใน TIMSS – R ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศไทย เมื่อเทียบกับในระดับนานาชาติอยู่ในกลุ่มกลาง โดยมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ แต่ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของไทยกับคะแนนเฉลี่ยของนานาชาติไม่นัยสำคัญทางสถิติ (Martin. et al. 2000: 32) และเมื่อพิจารณาแนวโน้มระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใน TIMSS – 1995 กับ TIMSS – 1999 พบว่าคะแนนลดลง ประเทศไทยมีความอ่อนด้อยทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นตัวบ่อน ซึ่งได้แก่ เวลาเรียนวิทยาศาสตร์ ทรัพยากรสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ ทรัพยากรทางการศึกษาโดยทั่วไป ครูสอนวิทยาศาสตร์ที่มีวุฒิตรง ตลอดจนภูมิหลังทางครอบครัวที่พบว่า เด็กไทยส่วนใหญ่มาจากครอบครัวที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่าประเทศอื่น

(สุณีย์ คล้ายนิล. 2545: 1 – 2) จากการติดตามผลการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) ของกรมวิชาการ ยังพบว่า การจัดหลักสูตร และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังไม่สามารถผลักดันให้ประเทศไทย เป็น

ผู้นำทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในภูมิภาคได้ และการนำหลักสูตรไปใช้ ยังไม่สามารถสร้างพื้นฐานการคิด สร้างวิธีการเรียนรู้ให้คนไทยมีทักษะในการดำรงชีวิต สามารถเผชิญปัญหาสังคม เศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระทรวง ศึกษาธิการ. 2544: 1 ; ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ ; ดารณี คำวังนง. 2545: 1 ; อารัง บัวศรี. 2543: 17) ทั้งนี้การที่จะให้คนไทยได้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้นนั้นต้องทำให้คนไทยในสังคม “คิดเป็น” มีจินตนาการและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อที่จะประยุกต์ความรู้มาพัฒนา เทคโนโลยี ใหม่ ๆ สร้างนวัตกรรมอย่างหลากหลายและต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษา แห่งชาติ. 2545: 2) และเพื่อเตรียมนักเรียนสำหรับอนาคตให้มีความสามารถในการ แก้ปัญหา ตัดสินใจ ตลอดจนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต (Tishman ; Perkins ; & Joy. 1995: 1) ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของกาเย่ที่ว่า จุดศูนย์กลางของการศึกษา คือ การสอนให้คนได้คิด ใช้เหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ (Shin ; Johnasen ; & McGee. 2003: 6 ; citing Gagne. 1980) ซึ่งถือว่า เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนการสอน ทั้งในระดับมัธยมศึกษา และ อุดมศึกษา (Taconis ; & Hout – Wolters. 1999: 313) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนควรใช้ ยุทธศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อสนองความต้องการ ความสนใจและวิธีการเรียนที่แตกต่างของ ผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาและคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้ (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 2) ซึ่งในปัจจุบันนักการศึกษามีความเชื่อว่าการคิดเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นที่สำคัญ เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาความสามารถทาง สติปัญญา

ขั้นสูง เป็นสิ่งที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อนักเรียน ในการนำไปใช้ในการจัดการปัญหาต่าง ๆ ที่ต้องเผชิญ ในชีวิตประจำวัน (Tsui. 2002: 740) การคิดยังเป็นกลไกสำคัญที่ใช้ในการเรียนรู้ เป็นส่วนหนึ่ง ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในอนาคตที่ต้องการส่งเสริมให้เกิดขึ้นในเด็กไทย (กรมวิชาการ. 2542: 1) เป็นกระบวนการทางสมองของมนุษย์ ซึ่งมีศักยภาพสูงมากและเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มนุษย์ แตกต่างไปจากสัตว์อื่น (ทิสนา แคมมณี ; และคณะ. 2544: 5) การศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นการ เรียนที่นักเรียนต้องค้นคว้าหาข้อมูล และสรุปข้อค้นพบด้วยตนเอง นักเรียนต้องคิดในหลาย ๆ

ระดับ โดยใช้คำถามทำให้เกิดการคิดเพื่อหาคำตอบ ต้องคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบหาความเหมือน ความแตกต่าง จัดกลุ่ม จัดประเภทของข้อมูล คิดเชื่อมโยงผลการศึกษาหรือผลการทดลองกับ หลักการ ทฤษฎี และคิดวิเคราะห์ สรุปหลักการจากข้อมูลที่วิเคราะห์ไว้ รวมทั้งคิดประเมินค่า ในกระบวนการฝึกให้นักเรียนได้คิด เป็นการฝึกที่ผสมผสานกับการเรียนเนื้อหาสาระตามหลักสูตร จะทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ มีความคิดริเริ่มและสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. 2544: 40) กระบวนการคิดและการเพิ่มพูนความรู้นี้เป็นผลมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับ สังคมและการสร้างความรู้ในบริบทที่เหมาะสม (Mason. 2001: 306 ; citing Vygotsky's. 1978)

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการคิด การสอนการคิด และยุทธศาสตร์ในการสอน การคิดพบว่าปัจจัยที่ส่งเสริมให้เด็กนักเรียนได้ฝึกคิดมีหลายปัจจัยด้วยกันคือ กิจกรรมการเรียน การสอน เช่น การอภิปรายในชั้นเรียน ในประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม กิจกรรมเหล่านี้ จะทำให้นักเรียนได้คิดวิจารณ์ญาณเกี่ยวกับบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม (Bodzin ; & Mamloh. 2001: 36) การเล่นเกมที่มีการทดสอบ (Testing Play) ช่วยพัฒนากระบวนการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล การเล่นเกมและกิจกรรม เลียนแบบ (Dramatic play and Imitation play) ช่วยพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ การเล่นเกมการสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Construction Play) ช่วยพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้ และความคิดสร้างสรรค์ การเล่นเกม (Game Play) ช่วยพัฒนากระบวนการคิด และการตัดสินใจ (Khemmani. 1994: 25 – 45) การใช้คำถามของครูจะช่วยให้ให้นักเรียนได้ใช้ ความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการ (Harpaz ; & Lefstein. 2000: 54) โซฮาร์ และ เบเยอร์ ได้ให้ คำแนะนำในการสอนทักษะการคิดว่าควรเริ่มต้นสอนทักษะการคิดควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาวิชา เรียน

ไม่ควรแยกการสอนทักษะการคิดออกอิสระจากเนื้อหาวิชา ซึ่งจะเป็นการช่วยให้นักเรียนมีทักษะ และเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย (Zohar. 1995: 1059 ; & Beyer. 1991: xv) และควรเริ่มต้น สอนทักษะการคิดจากขั้นปฏิบัติการรูปธรรมไปสู่ทักษะการคิดขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Moran ; & Voughan. 2000: 47) ดังนั้นจากความสำคัญของการคิด การสอนทักษะการคิด และยุทธศาสตร์ การคิดจึงควรมีการพัฒนาหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนในลักษณะที่เป็นองค์รวม มีความสมดุลทั้ง ด้านร่างกาย จิตใจ ปัญญาและสังคมในทุกช่วงชั้นของการจัดการศึกษา ในการพัฒนาด้านปัญญา มุ่งปลูกฝังและพัฒนาการคิดของผู้เรียนให้มีคุณภาพ หรือมีความสามารถในการคิดขั้นสูง (สมศักดิ์ สีนุระเวชญ์. 2542: 51) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนของการคิดไตร่ตรอง และการคิดอย่างมี

เหตุผล และต้องการองค์ประกอบที่เหมาะสมที่จะเกื้อหนุนการคิดเพื่อตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือไม่และจะทำอะไร อย่างไร (พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์. 2543: 13 ; Zoller. 1999: 585 ; citing O' Tuel ; & Bullard. 1993: 1 ; Zoller. 1993 ; Resnick. 1987 ; & Ennis. 1985) อันประกอบด้วย การคิด วิจยารณญาณ (Critical Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การตัดสินใจ (Decision Making) และการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: 14 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544: 2 ; จินตนา ธนวิบูลย์. 2535: 46 ; ศิริกาญจน์ โกสุมภ์, ดารณี คำวังนัง. 2545: 13 ; Zoller. 1997: 117) และรวมไปถึงความสามารถ ในการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับกรอบความคิด ที่มีอยู่เดิม เพื่อให้ข้อมูลนั้นสามารถเข้าใจได้ง่ายและนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างสะดวก (Friend. 2002: 40) ในส่วนการคิดวิจยารณญาณมีส่วนสอดคล้องกับทักษะการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ (Zohar ; Weinberge ; & Tamir. 1994: 184) เป็นกระบวนการทางสมอง ยุทธศาสตร์ ข้อคิดเห็น ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจและเรียนรู้โนมตีใหม่ๆ (Lipman. 1998: 38) และเป็นพื้นฐานของการคิดแบบอื่นๆ รวมทั้งการคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจและการแก้ปัญหาด้วย

จากความสำคัญของวิทยาศาสตร์ สภาพปัญหาในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความสำคัญในการบูรณาการทักษะการคิดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ซึ่งถือว่าเป็นหัวข้อหนึ่งที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนวิชาเคมี จากการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อดังกล่าว พบว่าในการเรียนวิชาเคมีเรื่องปริมาณสัมพันธ์นี้ นักวิจัยได้ใช้เทคนิคหลากหลาย ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำบางเทคนิคเหล่านั้นมาเป็นกรอบความคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งแบ่งกิจกรรมต่างๆ ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ กิจกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับมโนมตี กิจกรรมการแก้ปัญหาโดยการคำนวณ และกิจกรรม การแก้ปัญหาโดยการทดลอง ในส่วนของกิจกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับมโนมตี (Concept Problem Solving) ผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์มโนมตี (Concept Analysis) เป็นกรอบในการจัด กิจกรรม ซึ่งแนวทางนี้ได้จากงานวิจัยของบันซ์ (Bunce. 1991 : 505 - 521) วากเนอร์ (Wagner. 2001: 10 – 22) ดอริ และ ฮามิรี (Dori ; & Hameiri. 1998: 317 – 333 ; Dori ; & Hameiri. 2003: 278 – 302) แล้วตรวจสอบความเข้าใจในมโนมตีของนักเรียน โดยการพูดคุยอภิปรายและการเขียน แผนภูมิ (Flow Chart) สำหรับกิจกรรมการแก้ปัญหาโดยการคำนวณ (Calculate Problem Solving) ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของ สสวท. (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 222 - 223) และใช้เทคนิควิธีการโดย โมล (Mole Method) และวิธีการโดยสัดส่วน (Proportionality Method) ในการคำนวณแก้ปัญหา

ซึ่งแนวทางนี้ได้จากงานวิจัยของกาเบล (Gabel. 1983: 163 – 177) บอร์ดเนอร์ และ แม็กมิลเลน (Bodner ; & McMillen. 1986: 727 – 737) แอ็ทวอร์เทอร์ (Atwater. 1990: 157 – 172) และ ชมิตส์ (Schmidt. 1997 : 237 – 249) และส่วนของกิจกรรมการแก้ปัญหาโดยการทดลองที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยในช่วงแรกใช้วิธีการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (Guided inquiry) และตามด้วยวิธีการสืบเสาะแบบเปิด (Openness Inquiry) ซึ่งแนวทางนี้ได้ครอบคลุมคิดจากงานวิจัยของสแทเออร์, กู๊ดรัม และ แฮกคิง (Staer ; Goodrum ; & Hackling. 1998: 219 – 228) ฮิวเบอร์ (Huber. 2001: 32 – 42) และ เชฟพาร์ดสัน (Shepardson. 1993: 264 – 268) กิจกรรมที่กล่าวมา ทั้ง 3 ลักษณะนี้มุ่งเน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ ในอันที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy Person) และสามารถใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหาและตัดสินใจได้ต่อไปในอนาคต

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1. พัฒนาลักษณะนิสัยการศึกษารื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
2. ประเมินการใช้หลักสูตรกับนักเรียนในด้าน
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
 - 2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้หลักสูตรสถานศึกษาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
2. ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนลงมือปฏิบัติการหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและการตัดสินใจได้
3. นักเรียนฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ สามารถใช้แนวทางนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจในหัวข้ออื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันได้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม
อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม
อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 2 ห้องเรียน
จำนวนนักเรียน 81 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักสูตรสถานศึกษาระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และ
การตัดสินใจ

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

- 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- 2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 2.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

นิยามศัพท์เฉพาะ

หลักสูตรสถานศึกษา หมายถึง แผนหรือแนวทางที่สถานศึกษาใช้จัดประสบการณ์
ให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนได้พัฒนาไปสู่ศักยภาพสูงสุดของตนเอง จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้
เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้จักตนเอง มีชีวิตอยู่ในโรงเรียน ชุมชน สังคมและ
โลกอย่างมีความสุขและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้

**หลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถ
ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ** หมายถึง หลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้สอนนักเรียนใน
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้เวลาเรียน 36 ชั่วโมง มีเนื้อหาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องปริมาณสัมพันธ์ มีกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้
และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

การประเมินหลักสูตร หมายถึง กระบวนการหาประสิทธิภาพของหลักสูตร
ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและการประเมินโดยการทดลองใช้
หลักสูตรโดยการนำผลจากการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบหลังเรียนในการสอบวัดผลสัมฤทธิ์
แบบอิงเกณฑ์ซึ่งใช้วัดความรู้ในด้านเนื้อหา เรื่องปริมาณสัมพันธ์หลังการทดลองใช้หลักสูตร

วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ โดยผู้เรียนจะต้องเป็นผู้รอบรู้และมีความสามารถซึ่งคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ที่ใช้ทดสอบหลังเรียน โดยคะแนนเฉลี่ยที่ได้ต้องมากกว่าหรือเท่ากับจุดตัด

ประสิทธิภาพของหลักสูตร หมายถึง ผลจากการพิจารณาเกี่ยวกับความเหมาะสมและความสอดคล้องของจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาหลักสูตร กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและการประเมินผล โดยดูจากค่า $\bar{X}$, S.D. และค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC

(Index of Objective Congruence) ของผู้เชี่ยวชาญ การพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญกับเกณฑ์ดังนี้

มากที่สุด	ช่วงคะแนน 4.50 – 5.00
มาก	ช่วงคะแนน 3.50 – 4.49
ปานกลาง	ช่วงคะแนน 2.50 – 3.49
น้อย	ช่วงคะแนน 1.50 – 2.49
น้อยที่สุด	ช่วงคะแนน 1.00 – 1.49

ค่า S.D. มีค่าไม่เกิน 1 และค่าความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

คะแนนจุดตัด หมายถึง เกณฑ์หรือมาตรฐานขั้นต่ำที่ใช้ในการตัดสินการเรียนรู้ของนักเรียนที่จะยอมรับว่าเป็นผู้รอบรู้ ซึ่งการหาคะแนนจุดตัด ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วยวิธีแบบผสมตามวิธีการของเบอร์ก โดยการกำหนดเกณฑ์ คือการกำหนดจุดตัดของคะแนน ที่แบ่งผู้เรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนเป็นกลุ่มรอบรู้ (Master) และกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนเป็นกลุ่มไม่รอบรู้ (Non Master) จากนั้นให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบ แล้วพิจารณาการกระจายของคะแนนทั้ง 2 กลุ่ม จะคาบเกี่ยวกัน จุดที่ฟังก์ชันทั้งสองตัดกัน คือคะแนนพยากรณ์ที่น่าจะเป็นของแต่ละทักษะ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการใช้ทางสติปัญญาในการคิดเพื่อให้รอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก ซึ่งประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ข้อมูล

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาที่นักเรียนนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหา

ความรู้ ซึ่งประกอบด้วยการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมุติฐาน การทดลองและการออกแบบการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่จะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้าง ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ความเพียรพยายาม และความรอบคอบก่อนตัดสินใจ

ความสามารถในการการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาในการใช้กระบวนการคิดและการลงมือปฏิบัติการ โดยอาศัยประสบการณ์เดิม วุฒิภาวะทางสมอง ความพร้อมและแรงจูงใจของผู้เรียน เพื่อดำเนินการหาคำตอบของปัญหา ตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การทำความเข้าใจปัญหา
3. การวางแผนแก้ปัญหา
4. การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา
5. การตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

สำหรับขั้นตอนของการตัดสินใจซึ่งจะเกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหา โดยเฉพาะปัญหาที่ไม่ได้กำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจนมี 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายของการตัดสินใจ
2. การสร้างทางเลือก
3. การวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของทางเลือก
4. การจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก
5. การตัดสินใจทางเลือก
6. การนำทางเลือกที่ดีที่สุดไปใช้

วัดได้โดยการสังเกตจากพฤติกรรมการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองและการทดสอบด้วยแบบทดสอบที่มีคำถามในลักษณะของสถานการณ์ปัญหา แล้วให้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา หาคำตอบ

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การกระทำหรือการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้ เพื่อให้เข้าใจในหลักการ และทฤษฎีที่

เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน และการ

ตัดสินใจ 6 ขั้นตอน เพื่อฝึกให้นักเรียนได้มีทักษะกระบวนการคิดที่เป็นขั้นตอน อันจะนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งลักษณะของกิจกรรมแบ่งออกเป็นกิจกรรมเพื่อทบทวนมโนคติพื้นฐานก่อนที่จะเรียนรู้ ในแต่ละหน่วย กิจกรรมการเรียนรู้มโนคติ และกิจกรรมประยุกต์ใช้มโนคติในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ

สมมติฐานในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจอยู่ในระดับดี
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบความรู้ในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยนำเสนอให้ครอบคลุมตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
 - 1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
 - 1.2 หลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร
 - 1.3 หลักสูตรสถานศึกษาและการพัฒนาหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.4 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 1.5 ทฤษฎี หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับการคิด และการประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 1.6 หลักการในการสอนทักษะการคิด
 - 1.7 เอกสารเกี่ยวกับยุทธวิธีในการคิด
 - 1.8 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้อิงวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
 - 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร
 - 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
 - 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

สามารถสรุปและนำเสนอในรายละเอียดของแต่ละหัวข้อยังนี้

- 1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กรมวิชาการ. 2544:1 – 5)
ประกอบด้วยหลักการ และจุดมุ่งหมายที่สำคัญดังนี้

หลักการ

เพื่อให้การจัดการการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศ จึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ดังนี้

1. เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และเท่าเทียมกันโดยสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ

4. เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลา และการจัดการเรียนรู้

5. เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดจุดมุ่งหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ต่อไปนี้

1. เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์
 2. มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียน และรักการค้นคว้า
 3. มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ
 4. มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะการดำรงชีวิต
 5. รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพและบุคลิกภาพที่ดี
 6. มีประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภค มีค่านิยมเป็นผู้ผลิตมากกว่า เป็นผู้บริโภค
 7. เข้าใจประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดี ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
 8. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย และทรัพยากรธรรมชาติ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม
 9. รักประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้สังคม
- จะเห็นได้ว่าจากหลักการ จุดมุ่งหมายมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะ เจตคติ ความมีวินัย มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์

1.2. หลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร

ผู้วิจัยได้กล่าวในรายละเอียด พอสรุปได้เรียงตามลำดับดังนี้

1.2.1 ความหมายของหลักสูตร

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของหลักสูตร สรุปรายละเอียดได้ดังนี้ เฮนสัน (Henson. 2001: 8 – 9) ได้สรุปความหมายของหลักสูตรไว้ 6 ประการ คือ ประการแรกสรุปจากซีส (Zais. 1976) หลักสูตรคือโปรแกรมของการศึกษาที่ทางโรงเรียนจัดให้ โดยมีรายชื่อของหลักสูตรที่จะต้องเรียนเรียงตามลำดับตลอดโปรแกรมของการศึกษา ประการที่สอง สรุปจากแม็กโดนัลด์ (MacDonald. ; citing Foshay. 1969) หลักสูตรคือเอกสารที่วางแผนการสอน และการจัดกิจกรรมให้กับเด็กนักเรียน ประการที่สาม รวบรวมจาก ทอมสัน และ เกอร์ก (Thomson.; & Gregg. 1997) เซเลอร์และอเล็กซานเดอร์ (Sayley ; & Alexander. 1966) สมิท, สแตนลีย์, และ ชอร์ส (Smith ; Stanley ;& Shores. 1957) แคสเวล และ แคมเบล (Caswell; & Cambell. 1935) และ ดอล (Doll. 1989 ; Doll. 1996: 13) สรุปว่า หลักสูตรคือแผนการจัดประสบการณ์ของ โปรแกรมการศึกษาในโรงเรียน ที่จะจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้เด็กนักเรียนได้คิดและทำกิจกรรม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ภายใต้การอุปถัมภ์ของโรงเรียน ประการที่สี่รวบรวมจากแทนเนอร์และแทนเนอร์ (Tanner.; & Tanner. 1980) และ เกย์ (Gay. 1990) สรุปว่า หลักสูตรคือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสังคม เป็นการสร้างความรู้และประสบการณ์จากการมีส่วนร่วมในสังคมและวัฒนธรรมของโรงเรียน ประการที่ห้า ได้สรุปจาก พอพแฮม และ เบเกอร์ (Popham.; & Baker. 1970) หลักสูตรคือผลลัพธ์ของแผนการเรียนรู้ทั้งหมด ที่โรงเรียนเป็นผู้รับผิดชอบ ประการที่หก สรุปจาก ทาบ่า (Taba. 1962) หลักสูตรคือแผนการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยจุดประสงค์และจุดมุ่งหมายเฉพาะ การจัดเนื้อหา การจัดการเรียนการสอนและการประเมินผล

นอกจากนี้ โปสนอร์ (Posner. 1995: 5) ให้ความหมายของหลักสูตรไว้ว่า คือ เนื้อหาสาระ หรือวัตถุประสงค์ที่โรงเรียนมีหน้าที่จะต้องจัดให้นักเรียน เป็นกลุ่มของยุทธศาสตร์ การสอนที่ครูวางแผนจะใช้สอนเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โอลิวา (Oliva. 1997: 4) ได้นำคำนิยามต่าง ๆ ของหลักสูตรมาเรียบเรียงไว้ว่า หลักสูตรคือ สิ่งที่ใช้สอนในโรงเรียนชุดวิชา ที่เรียน เนื้อหา โปรแกรมการเรียนรู้ ชุดของอุปกรณ์การเรียนการสอน ลำดับของกระบวนการ จุดประสงค์ที่จะนำไปปฏิบัติ กระบวนการที่ศึกษา ทุกสิ่งทุกอย่างที่ดำเนินการภายในโรงเรียน รวมทั้งกิจกรรมนอกห้องเรียน

จากคำนิยามของหลักสูตรที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น จะเห็นได้ว่า มีความหมายที่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า มีทั้งนิยามระดับแคบ และระดับกว้าง เน้นการจัดการหลักสูตร จาก ส่วนกลางหรือการจัดการภายในโรงเรียน มีองค์ประกอบที่หลากหลาย โดยภาพรวมแล้วหลักสูตร

เป็นทุกสิ่งทุกอย่างที่จัดให้เด็กมีประสบการณ์ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน เพื่อให้เขาได้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.2.2 องค์ประกอบของหลักสูตร

องค์ประกอบของหลักสูตร หมายถึงส่วนที่อยู่ภายในและประกอบเข้าเป็นหลักสูตรใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน การประเมินผลและการพัฒนาหลักสูตร รุจิร ภูสวรรค์ (2545: 8 – 9) สรุปองค์ประกอบของหลักสูตรตามแนวคิดของนักการศึกษาดังนี้

1. ไทเลอร์ (Tyler. 1968) กล่าวว่าโครงสร้างของหลักสูตรมี 4 ประการคือ

1.1 จุดมุ่งหมาย (Educational Purpose) ที่โรงเรียนต้องการให้ผู้เรียนเกิดผล

1.2 ประสบการณ์ (Educational Experience) ที่โรงเรียนจัดให้บรรลุผล

1.3 วิธีการจัดประสบการณ์ (Organization of Educational Experience) เพื่อให้การสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 วิธีการประเมิน (Determination of What to Evaluate) เพื่อตรวจสอบจุดมุ่งหมายที่วางไว้

2. ทาบ (Taba. 1962) กล่าวถึงองค์ประกอบของหลักสูตร 4 องค์ประกอบคือ

2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะ

2.2 เนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอนแต่ละวิชา

2.3 วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2.4 วิธีการประเมินผล

1.2.3 แนวคิดในการพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development) หมายถึง การปรับปรุงหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นหรือการจัดทำหลักสูตรขึ้นมาใหม่ (บรรพต สุวรรณประเสริฐ. 2544 : 15) ซึ่งในส่วนของแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรนี้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดไว้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้อาศัยแนวคิดของไทเลอร์ (Tyler. 1950) ทาบ (Taba. 1962) และโอลิวา (Oliva. 1992) เป็นฐานในการสร้างหลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งพอที่จะสรุปในรายละเอียดแต่
 ละครูปแบบได้ดังนี้

1. แนวคิด กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์

ไทเลอร์ ได้เสนอแนวคิดในกระบวนการพัฒนาหลักสูตร ซึ่ง วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537: 10 – 11) ได้สรุปแนวคิดไทเลอร์ว่า การจัดหลักสูตรและการสอนนั้นควรตอบคำถามที่เป็นพื้นฐาน 4 ประการ คือ

1. มีความมุ่งหมายทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนควรแสวงหา
2. มีประสบการณ์ทางการศึกษาใดบ้างที่โรงเรียนควรจัดขึ้นเพื่อช่วยให้บรรลุจุดประสงค์
3. จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาอย่างไร จึงจะทำให้การสอนมีประสิทธิภาพ
4. จะประเมินผลของประสิทธิภาพของประสบการณ์ในการเรียนอย่างไร จึงจะตัดสินได้ว่าบรรลุถึงจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

คำถามพื้นฐานทั้ง 4 ข้อ ต้องถามเรียงตามลำดับ ดังนั้นคำถามข้อแรกจึงถือว่าสำคัญที่สุด เพราะคำถามอีก 3 ข้อ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ข้อแรกที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาจากกระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ พบว่า ไทเลอร์เริ่มต้นการพัฒนาหลักสูตรด้วยการศึกษาสังคม การศึกษาผู้เรียน แนวคิดของนักวิชาการ ปรัชญาสังคมและปรัชญาการศึกษา แล้วนำมากำหนดเป็นจุดมุ่งหมายชั่วคราว หลังจากนั้นก็ใช้ความรู้ทางด้านทฤษฎีการเรียนรู้ ปรัชญาการศึกษาและปรัชญาสังคมมาพิจารณากลับกรองและตัดทอนจุดมุ่งหมายที่มีความสำคัญน้อย จะได้จุดมุ่งหมายที่แท้จริง เมื่อได้จุดมุ่งหมายที่แท้จริงแล้ว เลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน ขั้นตอนสุดท้าย มีการประเมินผลหลักสูตร เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. แนวคิด กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของทาบา

ทาบา เป็นนักการศึกษาที่มีแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างและการพัฒนาหลักสูตรเหมือน ไทเลอร์ ซึ่งเชื่อว่า ครูผู้สอนควรมีส่วนร่วมในการพัฒนา และได้เสนอกระบวนการพัฒนาหลักสูตรจากล่างขึ้นสู่บน รูปแบบที่มีขั้นตอนคล้ายกันกับรูปแบบของ ไทเลอร์ มีจุดเด่นคือ ทำให้ครูพัฒนาตัวเองในการเตรียมตัวนำรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรไปใช้ปฏิบัติจริง หน่วยการเรียนรู้มีพื้นฐานในการเชื่อมโยงระหว่างหลักสูตรและการสอน มีขั้นตอนดังนี้ (รุจิรี ภูสาระ. 2545: 61 – 64)

- ขั้นตอนที่ 1 วินิจฉัยความต้องการของผู้เรียนและสังคม
- ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย
- ขั้นตอนที่ 3 การเลือกเนื้อหาสาระ

ขั้นตอนที่ 4 การจัดเรียงเนื้อหาสาระ

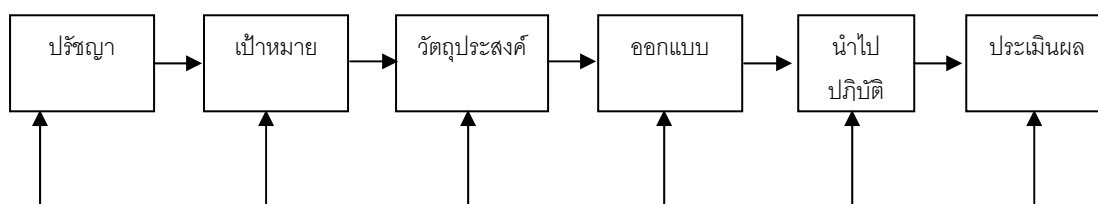
ขั้นตอนที่ 5 – 6 คัดเลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินผลหลักสูตร

3. แนวคิด กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของโอлива

โอлива ได้เริ่มแนะนำรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรครั้งแรกในปี ค.ศ. 1976

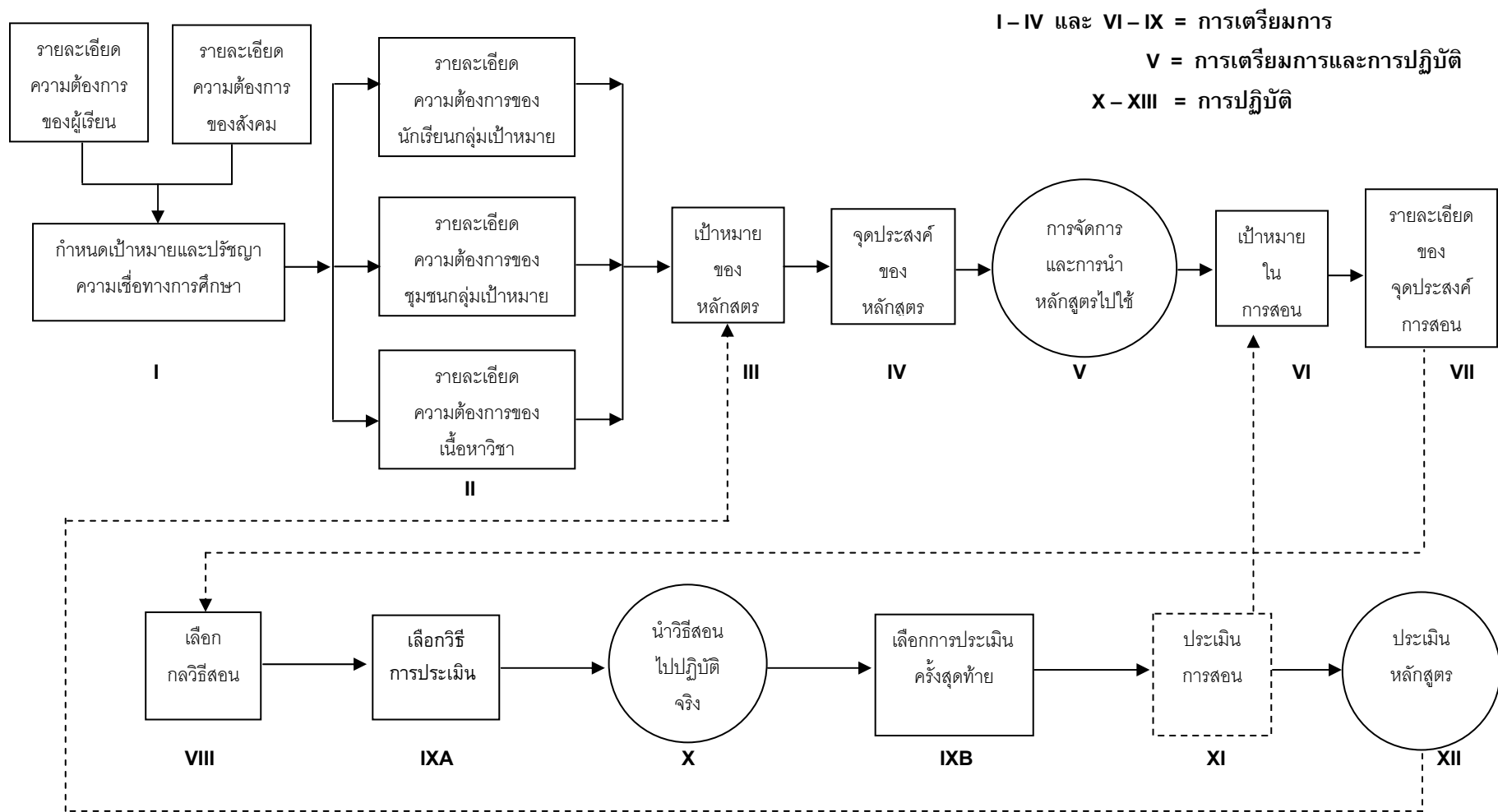
ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ ดังแผนภาพ



แผนภูมิ 1 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของโอлива (Oliva. 1976: Model)

ที่มา: Henson. (2001): 149

ซึ่งต่อมาในปี ค.ศ. 1992 ได้พัฒนารูปแบบการพัฒนาหลักสูตรใหม่ที่ประกอบด้วย 12 ขั้นตอนแสดงรายละเอียดได้ ดังแผนภูมิ 2 (Henson. 2001: 150)



แผนภูมิ 2 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของโอลิวา (Oliva's. 1992: Model)

ที่มา: Henson. (2001): 150

1.2.4 การประเมินหลักสูตร

การประเมินหลักสูตรมีจุดมุ่งหมาย เพื่อพิจารณาทบทวนเกี่ยวกับคุณภาพของหลักสูตร โดยใช้การวัดผลในแง่มุมต่าง ๆ เช่น เอกสารหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน ตัวผู้เรียน ความคิดเห็นของผู้ใช้หลักสูตรและความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้องในชุมชนและสังคม (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2537: 217) นำผลที่ได้จากการประเมินไปใช้ประโยชน์ในด้าน 1) การปรับปรุงแก้ไขสิ่งบกพร่องที่พบในองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร 2) การปรับปรุงแก้ไขระบบการบริหารหลักสูตร การนิเทศ กำกับดูแลและจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น 3) การช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารว่าควรใช้หลักสูตรต่อไปหรือไม่ 4) ให้ทราบคุณภาพของผู้เรียนว่ามีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539: 192 – 193)

1.2.4.1 ความหมายของการประเมินหลักสูตร

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการประเมินหลักสูตรได้ดังนี้
 ชมพันธ์ุ คุญชร ณ อยุธยา (2540: 39 – 40) หมายถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตรในด้านต่าง ๆ ว่า หลักสูตรบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่

สตฟเฟิลบีมและคณะ (Stufflebeam.; et al. 1971: 128) หมายถึง กระบวนการหาข้อมูล เก็บข้อมูล เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจทางเลือกที่ดีกว่าเดิม
 จากความหมายของการประเมินหลักสูตรข้างต้นพอสรุปได้ว่าการประเมินหลักสูตรเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตร แล้วนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาหาข้อบกพร่อง เพื่อทำการปรับปรุงหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพ ตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1.2.4.2 ระยะของการประเมิน

การประเมินหลักสูตรควรมีการดำเนินการเป็นระยะ ทั้งนี้เนื่องจากข้อบกพร่อง หรือข้อผิดพลาดของหลักสูตร โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539: 193 – 194)

- 1) การประเมินหลักสูตรก่อนนำหลักสูตรไปใช้
- 2) การประเมินหลักสูตรระหว่างการดำเนินการใช้หลักสูตร
- 3) การประเมินหลักสูตรหลังการใช้หลักสูตร

การประเมินหลักสูตรข้างต้นนี้สอดคล้องกับวิชัย วงษ์ใหญ่ (2537 : 217) ที่ได้ใช้แนวทางการประเมินหลักสูตรโดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

- 1) ระยะก่อนโครงการ ----- การสร้างและการพัฒนาหลักสูตร
- 2) ระยะระหว่างโครงการ ----- การนำหลักสูตรไปใช้
- 3) ระยะหลังโครงการ ----- การติดตามประเมินหลักสูตรทั้งฉบับ

1.2.4.3 ลักษณะของการประเมินหลักสูตร

การประเมินหลักสูตรมีจุดมุ่งหมาย เพื่อเก็บรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตร พิจารณาหาข้อบกพร่อง เพื่อการปรับปรุงหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพ การประเมินหลักสูตรควรประเมินในสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539: 195 – 197)

- 1) การประเมินเอกสารหลักสูตร
- 2) การประเมินการใช้หลักสูตร
- 3) การประเมินสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร
- 4) การประเมินระบบหลักสูตร

1.2.4.4 ขั้นตอนในการประเมินหลักสูตร

ในการประเมินหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ ผู้ประเมินผลควรดำเนินการตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนดังนี้ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539: 197 – 202)

- 1) ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมินหลักสูตร
- 2) ขั้นวางแผนออกแบบการประเมินผล
- 3) ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล
- 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล
- 5) ขั้นรายงานผลการประเมิน

1.2.4.5 เกณฑ์ในการประเมินหลักสูตร

ในการประเมินหลักสูตรใดๆ ก่อนที่จะทำการประเมินหลักสูตร ควรมีการวางหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินหลักสูตรเสียก่อน เพื่อให้ได้แนวทางในการประเมินหลักสูตรที่ครอบคลุม เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินหลักสูตรที่นิยมมากที่สุดคือ ของ Phi Delta Kappa National Study on Evaluation ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ เกณฑ์ทางปฏิบัติและเกณฑ์ของความคุ้มค่า มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้ (รุจิร ภูสาระ. 2545: 150 – 152)

1. เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเที่ยงตรงภายใน ความเที่ยงตรงภายนอก ความเชื่อมั่น และความเป็นปรนัย
2. เกณฑ์ทางปฏิบัติ ได้แก่ ตรงตามจุดประสงค์ ความสำคัญ การกำหนดขอบเขตของการประเมินผลเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ข้อค้นพบและข้อเสนอแนะจาก

การประเมินจะต้องเชื่อถือได้

3. เกณฑ์ของความคุ้มค่า การประเมินอาจจะเป็นไปตามเกณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้นครบถ้วน แต่อาจยังไม่มีประสิทธิภาพพอเพียง ต้องนำไปปฏิบัติอีกหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับคณะบุคคลในโรงเรียน เงิน และการจัดการในโรงเรียน เกณฑ์ในด้านประสิทธิภาพควรจะนำมาใช้ในการปรับให้มีการปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

1.2.4.6 รูปแบบของการประเมินหลักสูตร

รูปแบบของการประเมินหลักสูตรในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกเป็น

2 ประเภท คือ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539: 207 – 208)

1. รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่สร้างเสร็จใหม่ ๆ เป็นการประเมินผลก่อนนำหลักสูตรไปใช้ได้แก่ รูปแบบการประเมินหลักสูตรด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบปุยแซงค์

2. รูปแบบการประเมินหลักสูตรระหว่างใช้หรือหลังใช้หลักสูตร
แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ

2.1 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ยึดจุดประสงค์เป็นหลัก ว่าหลักสูตรมีคุณค่ามากน้อยเพียงใด เช่น การประเมินหลักสูตรของไทเลอร์และของ แฮมมอนด์

2.2 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ไม่ยึดเป้าหมาย โดยไม่นำความคิดของผู้ประเมินเป็นตัวกำหนดกรอบความคิดในโครงการประเมิน เช่น รูปแบบการประเมินของ สคริฟเวน

2.2 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ยึดเกณฑ์เป็นหลัก ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินคุณค่าของหลักสูตรโดยใช้เกณฑ์เป็นหลัก เช่น รูปแบบการประเมินหลักสูตรของ สเตค

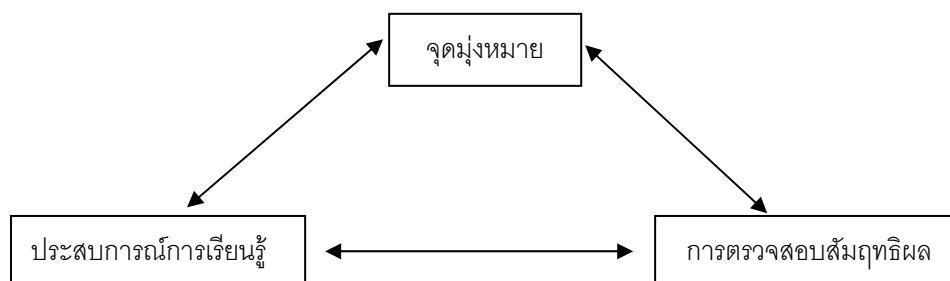
2.4 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ช่วยในการตัดสินใจ เป็นรูปแบบที่เน้นการทำงานอย่างมีระบบเกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การเสนอผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร เช่น สตรัฟเฟิลบีมและดอริส โกว์

ในส่วนของการนำเสนอในรายละเอียดของแต่ละรูปแบบ ผู้วิจัยได้พิจารณาและนำเสนอในรูปแบบการประเมินหลักสูตรของ ไทเลอร์ (Ralph W. Tyler) รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสเตค (Robert E. Stake) รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตรัฟเฟิลบีมมีรายละเอียดดังนี้

1) รูปแบบการประเมินหลักสูตรของไทเลอร์ (Ralph W. Tyler)

ไทเลอร์ เป็นผู้วางรากฐานการประเมินหลักสูตร โดยเขาสรุปว่าการประเมินหลักสูตรเป็นการเปรียบเทียบพฤติกรรมของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไปว่าเป็นไปตาม

จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบของกระบวนการจัดการศึกษา 3 ส่วนคือ จุดมุ่งหมายทางการศึกษา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และการตรวจสอบสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ได้ดังแผนภูมิด้านล่างนี้



แผนภูมิ 3 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของ ไทเลอร์

ที่มา: ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. (2539): 223

แนวคิดของ ไทเลอร์ เกี่ยวกับการประเมินผลหลักสูตรจึงยึด

จุดมุ่งหมายเป็นหลักคือ

1) เพื่อตัดสินว่าจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ส่วนใด

ที่ประสบผลสำเร็จก็เก็บไว้ใช้ต่อไป แต่ส่วนใดไม่ประสบผลสำเร็จก็จะปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2) เพื่อประเมินค่าความก้าวหน้าทางการศึกษาของกลุ่ม

ประชากรขนาดใหญ่ เพื่อให้สาธารณชนได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงนโยบายทางการศึกษา

การประเมินผลหลักสูตรตามแนวคิดของไทเลอร์ ยึด

ความสำเร็จของผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่เป็นเกณฑ์ในการตัดสิน โดยอาศัยการวัดพฤติกรรมก่อนและหลังเรียน และมีการกำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้าว่าความสำเร็จระดับใดจึงจะประสบผลสำเร็จตามเกณฑ์ที่วางไว้ การประเมินแบบนี้เป็นการประเมินสรุปผลมากกว่าการประเมินความก้าวหน้า

2) รูปแบบการประเมินหลักสูตรของ สตาร์ฟเฟิลบีม (Daniel L.

Stufflebeam)

รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน คือ

รูปแบบการประเมินหลักสูตรของ สตาร์ฟเฟิลบีม ชื่อว่า รูปแบบ CIPP (CIPP Model) ซึ่งพัฒนาขึ้น

โดยสตีฟเฟิลบีมและคณะ จากสมาคม The Phi Delta Kappa National Study Committee เป็นรูปแบบการประเมินข้อมูล 4 ประเภท สรุปได้ดังนี้ (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2537: 252 – 253 ; ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539: 240 – 242 ; รุจิรี ภู่อสาระ. 2545: 170 – 171)

1. การประเมินบริบทหรือสภาพแวดล้อม เพื่อให้ได้ข้อมูลไปกำหนดจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์ต่าง ๆ
2. การประเมินปัจจัยตัวป้อน เพื่อตรวจสอบดูว่าปัจจัยตัวป้อนเหล่านั้นเป็นอย่างไร มีผลหรือมีส่วนช่วยให้การใช้หลักสูตรในเชิงปฏิบัติบรรลุผลหรือไม่อย่างไร
3. การประเมินกระบวนการ เพื่อตรวจสอบดูว่า กิจกรรม หรือกระบวนการต่างๆ ของการใช้หลักสูตรในสภาพจริงเป็นอย่างไร มีปัญหาหรือข้อบกพร่องหรือไม่
4. การประเมินผลผลิต เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีคุณสมบัติตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่เพียงใด

ในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้ผสมผสานรูปแบบการประเมินของ ไทเลอร์ และรูปแบบการประเมินของ สตรีฟเฟิลบีม เพื่อใช้ในการประเมินหลักสูตรของผู้วิจัย โดยแบ่งการประเมินหลักสูตรออกเป็น 2 ระยะคือ ระยะที่หนึ่งการประเมินหลักสูตรก่อนใช้ ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยทำการประเมินความสอดคล้องของจุดมุ่งหมายหลักสูตร เนื้อหาหลักสูตร กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและการประเมินผล และระยะที่สองคือการประเมินหลักสูตรโดยนำไปทดลองใช้ เพื่อดูประสิทธิภาพของหลักสูตรที่ส่งผลต่อนักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของนักเรียน

1.3 หลักสูตรสถานศึกษาและการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สรุปในรายละเอียดแต่ละหัวข้อได้ ดังนี้

1.3.1 ความหมายของหลักสูตรสถานศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการและสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ได้ให้ความรู้ในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาและให้ความหมายสรุปได้ดังนี้

หลักสูตรสถานศึกษา หมายถึง การเรียนรู้และประสบการณ์อื่น ๆ ที่สถานศึกษาแต่ละแห่งวางแผนเพื่อพัฒนาผู้เรียน โดยจะต้องจัดทำสาระทั้งรายวิชาที่เป็นพื้นฐานและรายวิชาที่ต้องการเรียนเพิ่มเติมเป็นรายปีหรือรายภาค จัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนทุกภาคเรียนและกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ จากมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการจัดหลักสูตรสถานศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 27 – 28)

หลักสูตรสถานศึกษา หมายถึงแผนหรือแนวทางหรือข้อจำกัดของการจัดการศึกษาที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ โดยส่งเสริมให้แต่ละบุคคลพัฒนาไปสู่ศักยภาพสูงสุดของตน รวมถึงลำดับขั้นของประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้สะสม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติได้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้จักตนเอง มีชีวิตอยู่ในโรงเรียน ชุมชนสังคมและโลกอย่างมีความสุข ดังนั้นหลักสูตรสถานศึกษาจะประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งมวลและประสบการณ์อื่นๆ ที่สถานศึกษาแต่ละแห่งวางแผนเพื่อพัฒนาผู้เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2545: 28)

ดังนั้นจากความหมายของหลักสูตรสถานศึกษาพอสรุปได้ว่า หลักสูตรสถานศึกษาเป็นแนวทางที่สถานศึกษาใช้ในการจัดประสบการณ์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

1.3.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสถานศึกษา

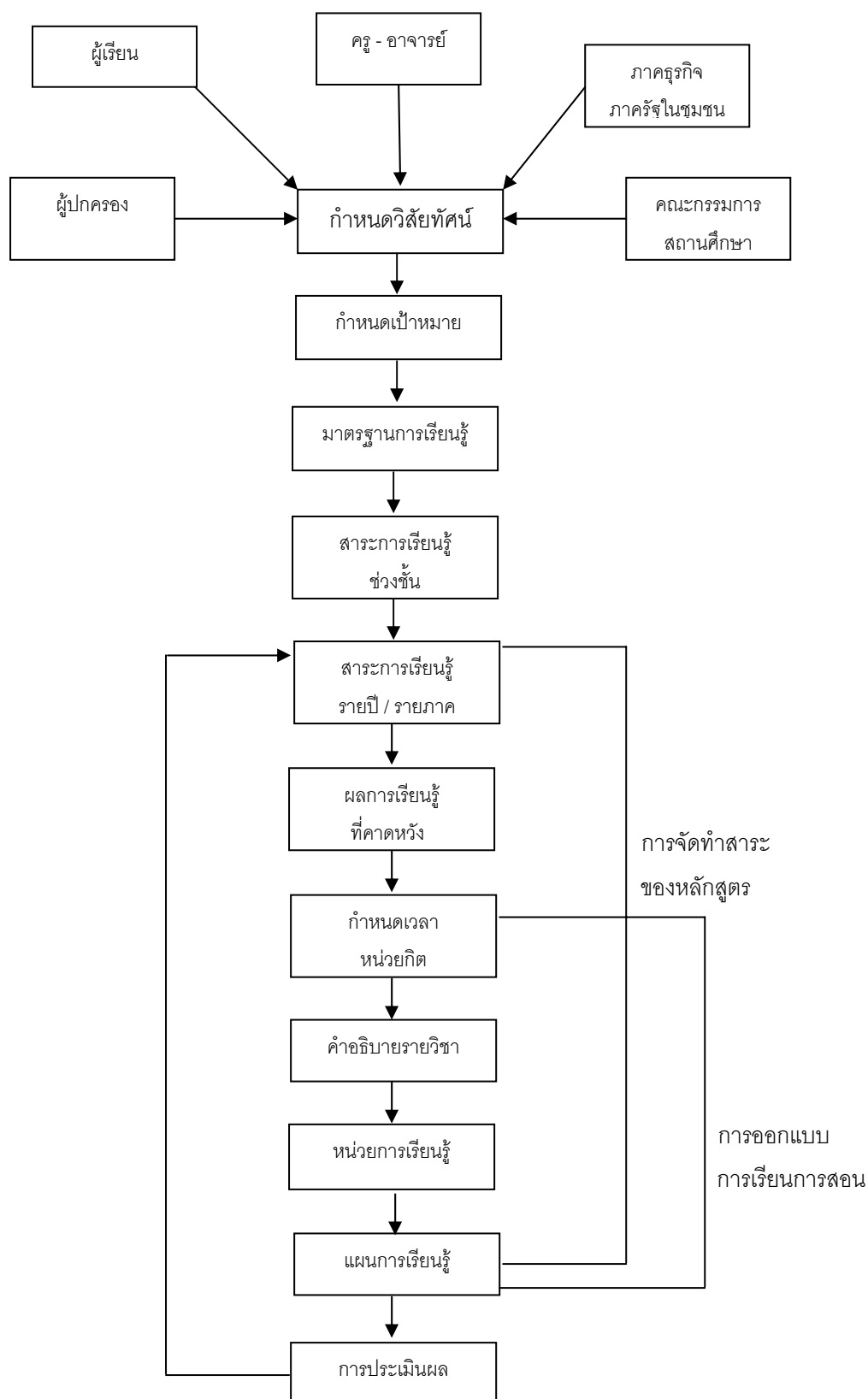
กระทรวงศึกษาธิการ (2544: 28) ได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยมีผลให้ทุกสถานศึกษาใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2546 เป็นต้นไป ซึ่งสถานศึกษาจะต้องทำงานร่วมกันกับครอบครัว และชุมชน ท้องถิ่น หน่วยงาน และสถานศึกษาทั้งภาครัฐ และเอกชนในท้องถิ่น เพื่อก่อให้เกิดผลตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรสองประการ ซึ่งเป็นแนวทางที่สำคัญที่สถานศึกษาต้องพัฒนาหลักสูตรภายในบริบทและแนวทางดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาควรพัฒนาให้เด็กเกิดความสุขและความเพลิดเพลินในการเรียนรู้ ส่งเสริมจิตใจที่อยากรู้อยากเห็น และมีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล
2. หลักสูตรสถานศึกษาควรส่งเสริมการพัฒนาด้านจิตวิญญาณ จริยธรรม สังคมและวัฒนธรรมและโดยเฉพาะพัฒนาหลักการในการจำแนกแหว่งถูกและผิด เข้าใจและศรัทธาในความเชื่อของตน ความเชื่อและวัฒนธรรมที่แตกต่างว่ามีอิทธิพลต่อตัวบุคคลและสังคม

1.3.3 การสร้างและการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา

ในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษานั้น หลักสูตรที่จัดทำขึ้นจะต้องตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงไปตามธรรมชาติของการศึกษา ผู้สอนต้องปรับปรุงกระบวนการสอน และการประเมินกระบวนการสอนของตน เพื่อสนองต่อความต้องการของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม การศึกษาจะเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น ถ้าหลักสูตรมีการปรับปรุงให้เป็นไปตามความ

ต้องการและความเป็นตลอดเวลา สถานศึกษาควรดำเนินการจัดทำหลักสูตรตามขั้นตอน
ในแผนภูมิที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 28 – 34)



แผนภูมิ 4 การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546) : 23

ขั้นตอนของการพัฒนาหลักสูตรมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดวิสัยทัศน์

สถานศึกษาจำเป็นต้องกำหนดวิสัยทัศน์ เพื่อบ่งบอกว่าโลกและสังคมรอบ ๆ จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร และสถานศึกษาจะต้องปรับตัว ปรับหลักสูตรอย่างไร จึงจะพัฒนาผู้เรียนให้เหมาะกับยุคสมัย การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตามสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 2 – 3) กำหนดวิสัยทัศน์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กรอบความคิดในเรื่องการพัฒนาศึกษา เพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งการเรียนรู้ และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 สรุปในรายละเอียดได้ดังนี้

- 1) หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหาแนวคิดหลักและกระบวนการที่เป็นสากล สอดคล้องกับชีวิตจริงและมีความยืดหยุ่นหลากหลาย
- 2) หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียน
- 3) ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาและการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้
- 4) ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา
- 5) ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อสนองความต้องการ ความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน
- 6) การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่สุดที่ทุกคนต้องได้รับการพิจารณา เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิต

นอกจากนี้ยังได้กำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 3)

- 1) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจ กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว
- 2) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต

3) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อความเข้าใจ ชาบซึ่งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เป็นแบบองค์รวม

2. การกำหนดเป้าหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 3 – 4) ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4) เพื่อพัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 5) เพื่อตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. การกำหนดสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

สถานศึกษาจะต้องนำมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมาวิเคราะห์ กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเป็นรายปีหรือรายภาคให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตามเป้าหมาย และวิสัยทัศน์ของสถานศึกษาด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 29) ในส่วนของสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 4) ได้จัดสาระที่เป็นความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลัก คือ

- สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร
- สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่
- สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในแต่ละสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะระบุมาตรฐานการเรียนรู้ จัดเป็นข้อกำหนดในเรื่องคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อเรียนจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น โดยในส่วนของมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นผู้วิจัยจะขอก้าวในรายละเอียดเฉพาะใน มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4 – 6 ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. การจัดทำสาระของหลักสูตร

ในชั้นตอนนี้สถานศึกษาจะเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด มีขั้นตอน ดังนี้
(กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 31 – 34)

- 1) กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีหรือรายภาค
- 2) กำหนดสาระการเรียนรู้รายปีหรือราย
- 3) กำหนดเวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต
- 4) จัดทำคำอธิบายรายวิชา
- 5) จัดทำหน่วยการเรียนรู้
- 6) จัดทำแผนการเรียนรู้

1.4 หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นความคิดเชิงปรัชญาที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ซึ่งมีความหมายเดียวกันกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งในเรื่องนี้ Carl R. Rogers คือ ผู้คิดค้นและใช้คำว่า “เด็กเป็นศูนย์กลาง (Child - centred)” เป็นครั้งแรก และต่อมามีคำซึ่งแสดงแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่คล้ายคลึงกันอีกหลายคำ เช่น Active Learning, Participatory Learning หรือ Learner Independence แต่คำว่า “ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง” หรือ “ผู้เรียนเป็นสำคัญ” จะเป็นคำที่แสดงภาพการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ชัดเจนกว่าคำอื่น ๆ เพราะเป็นคำที่สามารถบรรยายถึงสิ่งที่เราหวังจะได้ประสบผลสำเร็จ คือ ระบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นหัวใจสำคัญ (สุเทพ อ่อนไสว. 2545: 26) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นหลักการการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎี เช่น พุทธปรัชญา จิตวิทยาสาขามนุษยนิยม (Humanistic Approach) ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential Learning) ซึ่งในเรื่องนี้ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญพอสรุปได้ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2543: 4 – 7)

ศาสตราจารย์นายแพทย์ประเวศ วะสี มองในเชิงหลักการว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เอาชีวิตจริงของผู้เรียนเป็นตัวตั้ง เรียนรู้เพื่อสร้างปัญญาให้รู้จักตนเองรู้จักโลก สามารถพึ่งตนเองได้ทั้งทางเศรษฐกิจ จิตใจ สังคม อยู่ร่วมกันอย่างมีดุลยภาพ เรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง มีความสุขสนุกสนานและเกิดฉันทะในการเรียนรู้

ศาสตราจารย์สุมน อมรวิวัฒน์ มีแนวคิดว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีอิสรภาพ ได้รับการพัฒนาเต็มศักยภาพของความเป็นมนุษย์ เรียนรู้อย่างมีความสุข เน้นกระบวนการคิด ปฏิบัติได้จริง สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ สอดคล้องกับคติ สอนให้ทำ นำให้คิดลงมือทำ เรียนรู้ด้วยตนเอง เอาความจริงเป็นตัวตั้ง เอาวิชาเป็นตัวประกอบ ซึ่งเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับ ดร.โกวิท ประวาลพฤกษ์ ที่มีแนวความคิดสู่การปฏิบัติให้เกิดจริงว่า เป็นการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีรูปแบบการคิด เป็นผู้คิดได้เองตัดสินใจได้เองและลงมือปฏิบัติควบคุมตนเองได้ และเป็นผู้ที่มีศักยภาพในการตัดสินใจ

จากความหมายและแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญดังกล่าว ทำให้ทุกหน่วยงานทั้งในและนอกกระทรวงศึกษาธิการได้ตระหนักถึงความสำคัญของการปฏิรูปการเรียนรู้และได้พัฒนาแนวทางของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างหลากหลาย แต่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อสังเคราะห์แนวทางดำเนินการแล้วอาจสรุปเป็นหลักการได้ดังนี้

1. การปรับความคิดของครูให้มองนักเรียนบนพื้นฐานของความรักความเข้าใจ ว่านักเรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้ พร้อมเอื้ออำนวยความสะดวก จัดบรรยากาศให้เอื้อต่อผู้เรียน ในการแสวงหาความรู้ มีอิสระในการคิด ลงมือปฏิบัติจริง

2. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ยึดหลักการพัฒนาผู้เรียนให้ถึงศักยภาพสูงสุด คือผู้เรียนได้พัฒนาตนทั้งร่างกายและจิตใจ สติปัญญา อารมณ์และสังคม หลังเรียนแล้วมีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเอง ภาคภูมิใจในผลการปฏิบัติของตน

3. การยึดชีวิตจริงของผู้เรียนเป็นหลักในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เน้นให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการคิดเชิงระบบและคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ มีรูปแบบการคิดของตนเอง สามารถเชื่อมโยงความรู้ ทักษะและประสบการณ์ต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตจริงได้

4. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล

5. การจัดประสบการณ์โดยใช้คุณธรรมนำความรู้ บูรณาการคุณธรรมในการจัดประสบการณ์ทุกกลุ่มวิชา และทุกขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ถือว่าครูทุกคนมีหน้าที่พัฒนาผู้เรียนให้ประพฤติตนยึดหลักคุณ-ธรรมและพัฒนาให้มีความนิยมอันพึงประสงค์

6. การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน ใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริงและถือว่าการวัดและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ และใช้กระบวนการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้

ในเรื่องนี้ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2543: 4 – 6) ได้ให้แนวความคิดเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทบาทของครูที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไว้ 6 ประการดังนี้

1. ผู้สอนมีความเชื่อว่า ความรู้เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลา ดังนั้นลักษณะการออกแบบการเรียนรู้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นพบ เรียนรู้จากประสบการณ์ เรียนรู้จากสภาพจริง เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเพื่อพัฒนาศักยภาพของการเรียนรู้อย่างเต็มที่ ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การสืบเสาะค้นหา การแก้ปัญหาทางกลุ่มย่อย การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนรู้เชิงประสบการณ์

2. การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ เป็นการกระทำที่เน้นความพยายามทางสมอง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีการควบคุมตนเองในการเรียนรู้

3. จากเนื้อหาสู่กระบวนการ กระบวนการเรียนรู้ที่มาจากผู้เรียนที่มีความหลากหลาย องค์ความรู้ไม่มีขีดจำกัดขึ้นอยู่กับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนโดยเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ไม่ใช่คุณภาพของการจำ แต่เป็นศักยภาพของความใส่ใจและแรงผลักดันของแต่ละบุคคล การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำงานได้สำเร็จภายใต้

การแนะนำของครู

4. การพัฒนาแบบองค์รวม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนทุก ๆ คน ทุก ๆ ด้าน บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้กระทำ รายละเอียด ดังนี้

- 4.1 ให้โอกาสผู้เรียนเรียนรู้ในแนวคิดหลัก
- 4.2 ส่งเสริมบทบาทหน้าที่ผู้เรียนให้ติดตามสิ่งที่นำเสนอ
- 4.3 ส่งเสริมให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูล
- 4.4 สร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตัวเอง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
- 4.5 ยอมรับว่ากระบวนการเรียนรู้และกระบวนการประเมินการเรียนรู้

เป็นสิ่งที่ต้องพัฒนาอยู่เสมอ และไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวสำหรับการดำเนินการ

5. กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นโครงสร้างแบบเปิด มีความยืดหยุ่น หลากหลาย ผู้เรียนลงมือกระทำ เป็นวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) อย่างต่อเนื่อง

6. การประเมินในขณะที่มีการเรียนการสอน สอดคล้องกับความเป็นจริง

จากความหมาย และแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หลักการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ และบทบาทของผู้สอนที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญดังที่ได้สรุปมาแล้วข้างต้น ทำให้ทราบว่าวิธีการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนสามารถใช้วิธีการใด ๆ ก็ได้ที่เป็นวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ซึ่งอาจใช้วิธีการสอนใดวิธีการสอนหนึ่งหรือหลาย ๆ วิธีก็ได้ ดังเช่น วิธีการอภิปราย วิธีการค้นพบ วิธีการสอนแบบแนะนำ วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา วิธีการสอนแบบเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิธีการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ วิธีการสอนแบบร่วมมือร่วมแรง เป็นต้น

การเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญนั้น มีตัวบ่งชี้ที่จะใช้เป็นแนวทางในการประเมินได้ว่าได้มีการจัดการเรียนการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางหรือไม่ โดยการประเมินจากผู้สอนเมื่อเขียนแผนการสอน และเมื่อนำแผนการสอนไปใช้ในห้องเรียน และประเมินจากผู้เรียนจากพฤติกรรมการเรียนทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ตัวบ่งชี้ดังกล่าวสามารถพิจารณาได้จากทั้งผู้สอนและผู้เรียน ดังมีรายละเอียด ต่อไปนี้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2543: 9 – 11)

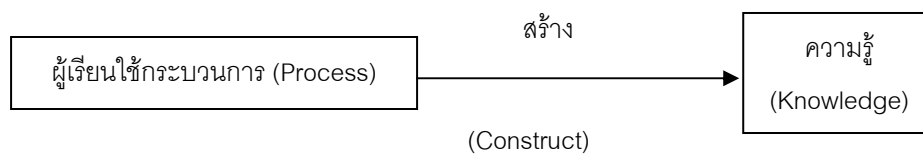
เมื่อพิจารณาผู้สอน

1. ผู้สอนจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้เอง (Construction)
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการ (Process Skills) คือกระบวนการคิด (Thinking Process) และกระบวนการกลุ่ม (Group Process) สร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ผู้สอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน (participation) ลงมือคิด ปฏิบัติ สรุปความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ทั้งสมาชิกภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม
4. ผู้สอนสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ทั้งบรรยากาศทางกายภาพและจิตใจ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข (Happy Learning)
5. ผู้สอนมีการวัดและการประเมินผลทั้งทักษะกระบวนการ พฤติกรรมผู้เรียน และเนื้อหาสาระ ซึ่งเป็นการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)
6. ผู้สอนพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Application)
7. ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง

เมื่อพิจารณาผู้เรียน

1. ผู้เรียนสร้างความรู้ (Construct) รวมทั้งสร้างสิ่งประดิษฐ์ด้วยตนเอง
 2. ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการ (Process skills) คือ กระบวนการคิด และกระบวนการกลุ่มสร้างความรู้ด้วยตนเอง
 3. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน (Participation) และมีปฏิสัมพันธ์กัน (Interaction)
 4. ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข (Happy Learning)
 5. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ (Application)
- ดังนั้นตัวบ่งชี้ในการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือการให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง ดังแผนภาพ

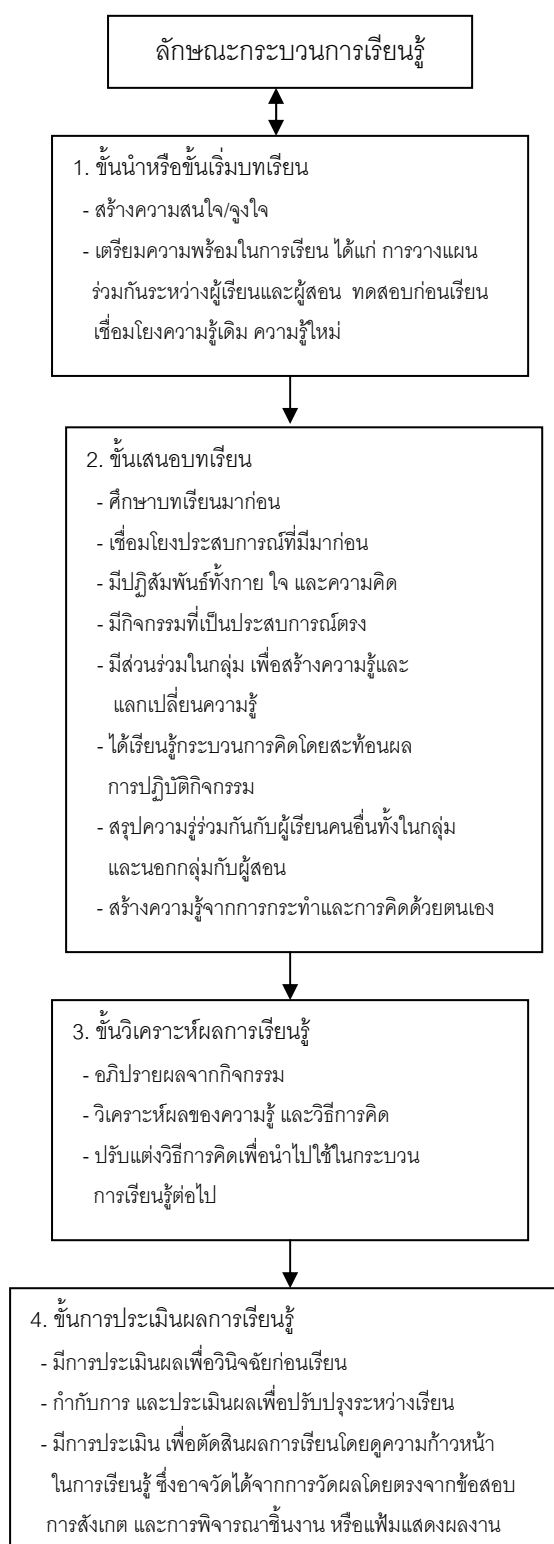


การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญต้องทำอย่างไร ส่วนนี้ กิ่งฟ้า สีนวราช และ สุภาสินี สุภธีระ (2543: 30 – 32) ให้แนวความคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยยึดหลักการสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ผู้เรียนมีความต้องการที่จะคิดเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของตนเอง

- 2) ความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ก่อนมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้
- 3) แรงจูงใจมีผลอย่างมากต่อการเรียนรู้
- 4) พัฒนาการและความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนมีผลต่อการเรียนรู้
- 5) บรรยากาศในการเรียนรู้และบริบทของสังคมมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้

ดังนั้นรูปแบบในแผนภูมิ 5 ต่อไปนี้ จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะกระบวนการเรียนรู้ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ



แผนภูมิ 5 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
ที่มา: กิ่งฟ้า สีนุวงศ์, สุภาสินี สุภาธิระ. (2543): 32.

1.5 ทฤษฎี หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับการคิดและการประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำเสนอทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม(Cognitivism)หรือกลุ่มความรู้ความเข้าใจหรือกลุ่มที่เน้นกระบวนการทางปัญญาหรือความคิด นักคิดในกลุ่มนี้ได้เริ่มขยายขอบเขตของความคิดที่เน้นพฤติกรรมออกไปสู่กระบวนการทางความคิด ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมอง นักคิดกลุ่มนี้มีความเชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของพฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงเท่านั้น การเรียนรู้ของมนุษย์มีความซับซ้อนยิ่งไปกว่านั้น การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมายและความสัมพันธ์ของข้อมูลและการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ ในการที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง (ทิตินา แชมมณี. 2545: 59 – 60) ส่วนของทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มนี้ ผู้วิจัยยกมากล่าว 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล สรุปทฤษฎีการเรียนรู้ เรียงตามลำดับ ดังนี้

1.5.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (Jean Piaget. 1896) เป็นนักสัตววิทยาชาวสวิสต่อมาสโนใจศึกษาทางจิตรักษาในเรื่องพัฒนาการทางสติปัญญาโดยนำวิธีการศึกษาแบบจิตแพทย์มาใช้มีหลักเกณฑ์อยู่ 3 ประการ คือ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2537: 22)

ขั้นที่ 1 มอบหมายงานให้เด็กนักเรียนทำ พร้อมกับกระทำในขั้นที่ 2 - 2

ขั้นที่ 2 ใช้วิธีการซักถามแนวความคิด เหตุผลในการแก้ปัญหาตาม

งานที่ทำ

ขั้นที่ 3 จดบันทึกรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการซักถาม นำมาวิเคราะห์สรุป

เป็นหลักการ

เพียเจต์มีแนวความคิดว่า (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 68 – 74 ; อ้างอิงจาก พรณี ช. เจนจิต. 2528 ; กิ่งฟ้า สินธุวงศ์. 2525 ; Good. 1972) ปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดคือการที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่แรกเกิดอย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม มีผลให้ระดับสติปัญญา ความคิดพัฒนาอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา เพียเจต์ ได้จำแนกกระบวนการทางสติปัญญาและความคิดไว้ 2 กระบวนการ คือการปรับตัว และการจัดระบบโครงสร้าง

การจัดระบบโครงสร้าง (Organization) ภายในสมอง เป็นการจัดภายใน โดยรวมกระบวนการต่าง ๆ เข้าเป็นระบบอย่างติดต่อกันเป็นเรื่องราว

การปรับตัว (Adaptation) เป็นกระบวนการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ประกอบด้วยกระบวนการสำคัญ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) ซึ่งพอที่จะให้รายละเอียดได้ ดังนี้

การพัฒนาการทางสติปัญญาแต่ละขั้นจะพัฒนาไปตามลำดับก่อนหลัง ขั้นต่าง ๆ ในการพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ เพียเจต์ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ โดยเริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยเจริญเติบโตเต็มที่ดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory – motor Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุประมาณ 2 ปี เป็นขั้นที่รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า และแสดงออกมาในรูปของการกระทำ

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่ อายุ 2 – 7 ปี เด็กในขั้นนี้ใช้สมองคิดกระทำการใด ๆ ก่อนที่จะทำการจริงคือสามารถสร้างภาพของการกระทำใดการกระทำหนึ่งภายในจิตใจได้

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ขั้นนี้ เริ่มตั้งแต่อายุ 7 – 11 ปี ขณะที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทำให้เด็กมีประสบการณ์มากขึ้น ช่วยให้เด็กได้พัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดที่มีเหตุผลนี้จะทำให้เด็กสามารถคิด แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้

ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operational Stage) ขั้นนี้ เริ่มตั้งแต่อายุ 11 – 15 ปี วัยนี้เด็กจะมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจถึงระดับสูงสุด มีความสามารถแสดงความคิดเห็นเชิงนามธรรมเกี่ยวกับข้อคิด ปัญหาและเรื่องราวได้ โดยไม่ต้องอาศัยของจริงหรือสิ่งของประกอบ สามารถจำแนกและวิเคราะห์ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ จัดกระทำกับข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวเกี่ยวข้องได้

การนำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ก็ได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยได้นำทฤษฎีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพอที่จะสรุปเป็นรายละเอียดได้ดังนี้ (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531: 424 – 425)

1. ในระดับชั้นประถมศึกษา ควรจัดการเรียนการสอนโดยอาศัยประสบการณ์รูปธรรมเป็นหลักเพราะเด็กในวัยนี้สามารถเรียนรู้ได้ดีและสามารถคิดได้จากประสบการณ์ตรง
2. ในระดับมัธยมศึกษาเด็กสามารถคิดหาเหตุผลทางนามธรรมได้ การลดประสบการณ์ตรงอาจศึกษาจากเอกสาร จากหนังสือหรือจากการบรรยายของครูได้
3. ไม่ควรเร่งให้เด็กโตเกินวัย ถ้าจะสอนอะไร ควรพิจารณาด้วยว่าเด็กที่สอน มีพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นไหน นำเนื้อหาที่เหมาะสมกับวัยมาสอนเด็กจะได้เข้าใจง่าย
4. ประสบการณ์ใหม่ที่จะนำมาสอนนั้น ควรแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ
 - 4.1 ประสบการณ์ใหม่ ที่มุ่งฝึกความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมให้แน่นแฟ้นยิ่งขึ้น เด็กจะได้รับประสบการณ์ใหม่เข้ากับโครงสร้างความรู้ความคิดเดิม โดยการดูดซึมเข้าไป (Assimilation)
 - 4.2 ประสบการณ์ที่เป็นความรู้ใหม่ เด็กจะเรียนได้ต้องมีฐานความรู้ที่เพียงพอ จากนั้นครูจึงนำประสบการณ์ใหม่มาสอนให้เด็กได้ขยายกรอบโครงสร้างความรู้เดิมออกไป (Accommodation)
5. วิธีสอน หรือกิจกรรมการเรียนการสอน จะต้องทำให้เด็กขาดสมดุลเสียก่อน (เกิดความสงสัย) แล้วทำให้เด็กพยายามปรับตัว(ทำการแสวงหาความรู้) เพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุล (ได้คำตอบหมดข้อสงสัย) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้จะต้องให้ผู้เรียนมีการปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม จึงต้องจัดให้เด็กเป็นผู้กระทำ (Active Learning)
6. สิ่งแวดล้อมเป็นตัวการสำคัญในการพัฒนาความคิด (การขยายกรอบโครงสร้างความรู้-ความคิดเดิม) ครูต้องจัดสิ่งแวดล้อมให้เด็กได้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรง จึงจะเกิดการเรียนรู้ได้

1.5.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์

บรูเนอร์ (Jerome S. Bruner. 1915) เป็นนักจิตวิทยาที่สนใจและศึกษาเรื่องของพัฒนาการทางสติปัญญาต่อเนื่องจากเพียเจต์ เชื่อว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (ทิสนา แชมมณี. 2545: 66 – 68) บรูเนอร์สร้างทฤษฎีเกี่ยวกับการสอน โดยเสนอหลักการสำคัญว่าควรจะได้คำนึงถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและวิธีสอน ควรพิจารณาว่าในขณะนั้นเด็กมีพัฒนาการอยู่ในระดับใด มีความสามารถเพียงใดก็ปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับความสามารถของเด็กที่จะเรียนหรือที่จะรับรู้ได้ โดยวิธีการให้เหมาะสมกับเด็กในวัยนั้น ซึ่งโดยวิธีการนี้ครูสามารถ

สอนได้โดยไม่ต้องรอให้เด็กมีความสามารถพร้อมก่อน ซึ่งความพร้อมในที่นี้ บรูเนอร์ หมายถึง ความสามารถที่เด็กจะเรียนรู้ทักษะที่ง่าย ๆ ได้ก่อน ทักษะอย่างง่ายนี้จะเป็นพื้นฐานของทักษะที่ยากต่อไป บรูเนอร์ เห็นว่าการจัดการศึกษาควรจัดเนื้อหาให้มีความต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ให้มีความลึกซึ้งซับซ้อนตามประสบการณ์ของผู้เรียน เป็นการ จัดหลักสูตรการเรียนการสอน แบบหมุนวน (Spiral Curriculum) และใช้วิธีสอนให้เด็กเรียนรู้แบบค้นพบด้วยตนเอง

แนวคิดของ บรูเนอร์ เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา คล้ายกับทฤษฎีของเพียเจต์ แต่บรูเนอร์ เน้นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับพัฒนาการทางสติปัญญา เพียเจต์มองข้ามสิ่งแวดล้อมไป บรูเนอร์ได้เสนอว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของคน แบ่งเป็น 3 ขั้น คือ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2542 : 74 - 76)

1. การเรียนรู้โดยการกระทำ(Enactive Representation)
2. การเรียนรู้โดยการรับรู้เป็นภาพในใจ (Iconic Representation)
3. การเรียนรู้โดยการสื่อความหมายทางสัญลักษณ์ (Symbolic

Representation)

แนวคิดของ บรูเนอร์ ถือว่า พัฒนาทางความรู้ความเข้าใจ จะทำได้โดยผ่านขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอน หลังจากผ่านขั้นตอนทั้ง 3 ขั้น แล้วความเจริญของทางสติปัญญา จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมของบุคคล บทบาทการสอนในโรงเรียน ภาษาและองค์ประกอบอื่นจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางสติปัญญา

1.5.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล

ออสซูเบล (David P.Ausubel. 1918) นักจิตวิทยาการศึกษาชาวอเมริกัน ได้เสนอแนะวิธีสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ออสซูเบล มีความเชื่อหลายประการที่ต่างไปจากนักการศึกษาคนอื่น ๆ เช่น มีความเชื่อว่าหน้าที่ของโรงเรียน ก็คือ วินิจฉัยองค์ความรู้ในแต่ละสาขาอย่างเป็นระบบ ชัดเจน แน่นนอน แล้วถ่ายทอดความรู้ดังกล่าวให้กับนักเรียนในลักษณะที่ให้ความรู้ใหม่เชื่อมโยงอย่างมีความหมายกับโครงสร้างหรือระบบความรู้เดิมของนักเรียน ดังนั้นเป้าหมายของการจัดการศึกษาก็คือการให้นักเรียนมีความรู้และทำให้

ผู้เรียนเกิดความรู้ด้วยการเรียนแบบรับรู้ (Reception Learning) (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2536 : 58) และควรมีการนำเสนอความคิดรวบยอดหรือกรอบความคิด (Advance Organizer) ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแก่ผู้เรียนก่อนการเรียนการสอนในเนื้อหานั้นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหานั้นอย่างมีความหมาย (ทิตินา แชมมณี. 2545 : 68)

ออชเชเบล ได้อธิบายถึงการเรียนรู้ว่า จะเกิดขึ้นได้ถ้าการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นผู้เรียน
เคยมีพื้นฐานซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย ออชเชเบล
ได้กำหนดการเรียนรู้เป็น 2 มิติ คือ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 78 – 79)

มิติที่ 1 วิธีการเรียนรู้มี 2 แบบ คือ

1. การเรียนรู้แบบรับรู้ (Reception Learning) ที่ผู้สอนบอกให้หมด
ไม่ต้องค้นคว้า

2. การเรียนรู้แบบค้นพบด้วยตัวเอง (Discovery Learning) ผู้เรียน
ต้องค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้

มิติที่ 2 กระบวนการเรียนรู้ภายในของผู้เรียนมี 2 แบบ คือ

1. การเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote Learning) ที่ผู้เรียนเมื่อเรียนรู้แล้ว
ท่องจำไว้ เพื่อประสบการณ์ของตนเอง

2. การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) ที่ผู้เรียน
สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กับความรู้เดิม

ในส่วนของแนวคิดของ ออชเชเบล ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีพัฒนาการทาง
สติปัญญา ออชเชเบลได้เสนอแนะว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของคนแบ่งได้เป็น 3 ชั้นคือ
(ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 79 – 81)

1. ขั้นความคิดก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Thought)

2. ขั้นการคิดเชิงเหตุผลอาศัยรูปธรรม (Concrete Logical
Operation)

3. ขั้นการคิดเชิงเหตุผลเป็นนามธรรม (Abstract Logical
Operation)

**การนำทฤษฎีการเรียนรู้ของออชเชเบลมาใช้ในการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์**

ออชเชเบล ได้เสนอว่า การสอนเพื่อให้เรียนรู้อย่างมีความหมายขึ้นอยู่กับ
การจัดเนื้อหาในมิติต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนก่อนเรียน มี 2 ลักษณะคือ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542 :
81 – 82)

1. ก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่ ต้องสำรวจความรู้ความเข้าใจของเด็กก่อนว่า
มีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่

2. ช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ โดยวิธีช่วยให้ผู้เรียนมองเห็น ความเหมือนและความแตกต่างของความรู้ใหม่และความรู้เดิม และต้องให้ผู้เรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมได้ เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้และการจำ

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ บรูเนอร์และทฤษฎี การเรียนรู้ที่มีความหมายของ ออชเบล สรุปได้ว่าการนำทฤษฎีทั้งสามนี้ไปประยุกต์ใช้กับ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญา ประสบการณ์ทางกายภาพ สมรรถนะและสังคม ความแตกต่างระหว่างบุคคล และความสามารถใน การเรียนรู้ได้ ซึ่งการจะเข้าใจสภาพต่าง ๆ นั้น คงต้องมีการวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อ ที่จะสามารถจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความสนใจ และความถนัดของนักเรียน รวมทั้งสอดคล้อง กับปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นด้วย

1.6 หลักการในการสอนการคิด

ในส่วนของหลักการสอนการคิด ผู้วิจัยขอก้าวในรายละเอียดของการคิดก่อน เรียงตามลำดับดังนี้

1.6.1 ความหมายของความคิด

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 10 – 11) ได้ให้ความหมาย ของความคิดว่า เป็นกลไกของสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์ที่ใช้ใน การสร้างแนวคิดรวบยอด ด้วยการจำแนกความแตกต่าง การจัดกลุ่มและการกำหนดชื่อเรื่องที่ เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงที่ได้รับและกระบวนการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการสรุปอ้างอิงด้วย การจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการ เกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

1.6.2 ขอบข่ายของความคิด

ในส่วนนี้สามารถแบ่งกลุ่มของความคิดได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ทักษะการคิด หมายถึง ความสามารถย่อย ๆ ในการคิดลักษณะต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ทักษะการคิดอาจจัดเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท คือ (ศิริธร วิทยะสิรินันท์. 2544: 118 – 140)

1.1 ทักษะการคิดพื้นฐาน (Basic Skills) หมายถึง ทักษะการคิดที่เป็น พื้นฐานเบื้องต้นต่อการคิดในระดับที่สูงขึ้นหรือซับซ้อนขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นทักษะการสื่อ ความหมาย (Communication Skills) ที่บุคคลทุกคนจำเป็นต้องใช้ในการสื่อสารความคิดของตน ได้แก่ การฟัง (Listening) การอ่าน (Reading) การรับรู้ (Perception) การจดจำ (Memorizing) การจำ (Remember) การคงสิ่งที่เรียนไปแล้วไว้ได้ภายหลังการเรียนนั้น (Retention) การบอก

ความรู้ได้จากตัวเลือกที่กำหนดให้ (Recognizing) การบอกความรู้ออกมาด้วยตนเอง (Recalling) การทำให้กระจ่าง (Clarifying) การพูด (Speaking) การเขียน (Writing) และการแสดงออกถึงความสามารถของตน

1.2 ทักษะการคิดที่เป็นแกนหรือทักษะการคิดทั่วไป (Core or General Thinking Skill) หมายถึง ทักษะการคิดที่จำเป็นต้องใช้อยู่เสมอในการดำรงชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานของการคิดขั้นสูงที่มีความสลับซับซ้อน เราจำเป็นต้องใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ตลอดจนใช้ในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ ได้แก่ การสังเกต (Observation) การสำรวจ (Exploring) การตั้งคำถาม (Questioning) การเก็บรวบรวมข้อมูล (Information Gathering) การระบุ (Identifying) การจำแนก แยกแยะ (Discrimination) การจัดลำดับ (Ordering) การเปรียบเทียบ (Comparing) การจัดหมวดหมู่ (Classifying) การสรุปอ้างอิง (Inferring) การแปล (Translating) การตีความ (Interpreting) การเชื่อมโยง (Connection) การขยายความ (Elaborating) การให้เหตุผล (Reasoning) และการสรุปย่อ (Summarizing)

1.3 ทักษะการคิดขั้นสูงหรือทักษะการคิดที่ซับซ้อน (Higher Order or more Complexed Thinking Skills) หมายถึง ทักษะการคิดที่มีขั้นตอนหลายขั้นและต้องอาศัยทักษะการสื่อความหมาย และทักษะการคิดที่เป็นแกนหลาย ๆ ทักษะในแต่ละขั้น ทักษะการคิดขั้นสูงจึงพัฒนาได้เมื่อเด็กพัฒนาทักษะการคิดพื้นฐานจนมีความชำนาญพอสมควรแล้ว ได้แก่ การสรุปความ (Drawing Conclusion) การให้คำจำกัดความ (Defining) การวิเคราะห์ (Analyzing) การผสมผสานข้อมูล (Integrating) การจัดระบบความคิด (Organizing) การสร้างองค์ความรู้ใหม่ (Constructing) การกำหนดโครงสร้างความรู้ (Structuring) การปรับปรุงโครงสร้างความรู้ใหม่ (Restructuring) การค้นหาแบบแผน (Finding Patterns) การหาความเชื่อพื้นฐาน (Finding Underlying Assumption) การคาดคะเน/การพยากรณ์ (Predicting) การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) การทดสอบสมมติฐาน (Testing Hypothesis) การตั้งเกณฑ์ (Establishing Criteria) การพิสูจน์ความจริง (Verifying) และการประยุกต์ใช้ความรู้ (Applying)

2. ลักษณะของการคิด หมายถึง ประเภทหรือรูปแบบของการคิดที่มีหลากหลายแตกต่างกันออกไปแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 11 ; จิราภา เต็งไตรรัตน์ และคณะ. 2544: 206 – 208 ; และ ประพนธ์ศิริ สุขเสวรัจ. 2541 : 4 – 5)

2.1 การคิดอย่างไม่มีเป้าหมาย

2.2 การคิดอย่างมีเป้าหมาย ซึ่งทิสนา แหมมณี (2544 :142 – 147) ได้ให้รายละเอียดว่าลักษณะการคิดที่ควรปลูกฝังและพัฒนาให้เกิดขึ้นกับเด็กมี 9 ประการ คือ

1) การคิดคล่อง 2) การคิดหลากหลาย 3) การคิดละเอียด 4) การคิดชัดเจน 5) การคิดอย่างมีเหตุผล 6) การคิดถูกทาง 7) การคิดกว้าง 8) การคิดลึกซึ้ง 9) การคิดไกล

3.กระบวนการคิด กระบวนการหมายถึงขั้นตอน สิ่งใดที่มีลักษณะเป็นกระบวนการสิ่งนั้นจะประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการ เช่น กระบวนการแก้ปัญหา หมายถึงขั้นตอน

ในการดำเนินการสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ กระบวนการคิดที่สำคัญ มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น กระบวนการคิดตัดสินใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหา อาจกล่าวได้ว่ากระบวนการคิดเป็นเรื่องของการใช้ทักษะการคิดระดับสูงนั่นเอง (ทิสนา เขมมณี. 2544: 148 ; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: 12)

1.6.3 ยุทธวิธีในการสอนให้คิด

เบรนต์ (Brandt. 1984) สรุปแนวทางในการสอนการคิดไว้ 3 แนวทาง (เชิดศักดิ์ โสมวาสินธุ์. 2530: 28 – 29 ; ศันสนีย์ วัชรคุปต์. 2544: 100 – 101) คือ

1. การสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) เป็นการสอนที่เน้นในด้านเนื้อหาวิชาการโดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอน เพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดของเด็ก ซึ่งในส่วนนี้ เบรนต์ (ศันสนีย์ วัชรคุปต์. 2544: 100 ; อ้างอิงจาก Brandt. 1984) ได้แนะนำยุทธวิธีในการสอน เพื่อให้เกิดได้ดังนี้

- 1) การถกเถียงหรือการโต้เถียง ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้เด็กได้คิด และแสดงความคิดเห็นออกมา
- 2) การแก้ปัญหา โดยการสร้างตัวอย่างปัญหา ให้ช่วยกันหาทางแก้ปัญหา
- 3) การเผชิญสถานการณ์จำลอง
- 4) การทดลอง ช่วยให้ได้คิดตั้งแต่การวางแผน การทำการทดลอง การสรุปผล
- 5) การเขียนรายงาน จากการทดลอง

ซึ่งยุทธวิธี ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นยุทธวิธีที่ต้องใช้ในการทำงานจริง ๆ ผลงานที่ได้จะบ่งบอกถึงความสามารถในการคิด การใช้สติปัญญาและการตัดสินใจของผู้เรียน

2. การสอนการคิด (Teaching of Thinking) เป็นการสอนที่เน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิด โดยเฉพาะการปลูกฝังทักษะการคิดโดยตรง ลักษณะของงานที่นำมาสอนจะไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการในโรงเรียน โดยการสอนแนวคิดในแนวนี้ สเตนเบิร์ก (Beyer. 1987: 4; citing Sternberg. 1984) ได้ให้แนวคิดว่าการสอนในแนวนี้นั้นเป็น

การสอนที่มีความสำคัญเพราะองค์ความรู้แม้จะมีความสำคัญแต่ถ้าจะล้ำสมัย แต่ทักษะการคิดไม่ล้ำสมัย เราสามารถใช้ทักษะนี้ในการแสวงหาความรู้และให้เหตุผล โดยไม่เลือกเวลา สถานที่ หรือชนิดของความรู้ ซึ่งสามารถที่จะประยุกต์ใช้ทักษะการคิดในแนวนี้ได้

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (teaching about thinking) เป็นการสอนที่เน้นการใช้ทักษะการคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยการช่วยเหลือให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจกระบวนการคิดของตนเอง เพื่อให้เด็กเกิดทักษะการคิดที่เรียกว่า Metacognition คือรู้ว่าตนเองรู้อะไร ต้องการรู้อะไร และยังไม่รู้อะไร

และในปี ค.ศ. 1989 โฟการ์ตี้ และ เบลแลนกา (Fogarty ;& Belanca. 1989) ได้เพิ่มเติมแนวทางในการสอนการคิดอีกแนวทางหนึ่งคือ (Fogarty. 1997: 50 - 51)

4. การสอนด้วยการคิด (Teaching with Thinking) เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน โดยการเรียนรู้คือกระบวนการภายใน(ทางสมอง) และการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม สิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ด้วยการสร้างสรรค์ความรู้ตามแนวของ ไวกอตสกี (Vygotsky. 1978) ที่ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความกระตือรือร้น (Active Learning) และการลงมือปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง (Hand - on) การเรียนรู้ลักษณะนี้รวมไปถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผังมโนทัศน์ กรณศึกษา และการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ดังนั้นรูปแบบต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะกระบวนการเรียนรู้ ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.6.4 วิธีการสอนการคิด

ในการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดมีแนวทางทำได้ 2 วิธี คือ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: 12 – 13 ; Kuhn ; Amsel ; & O' Loughlin. 1988: 229 – 232 ; O' Tuel. ; & Bullard. 1993: 4 – 6)

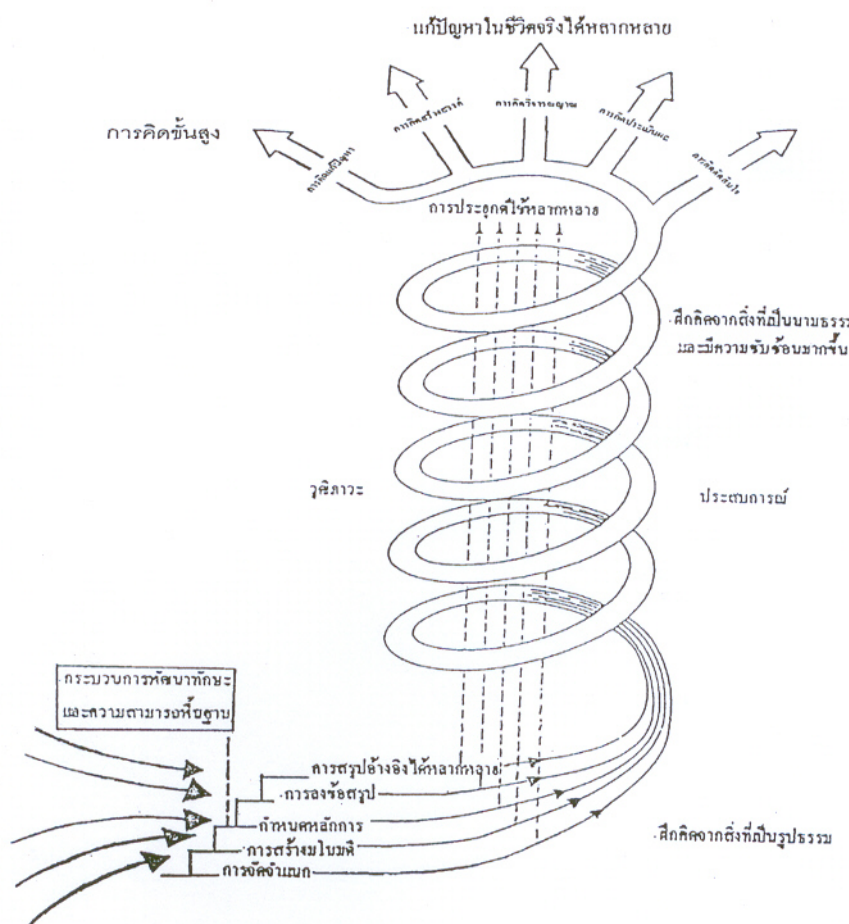
1. การสอนการคิดโดยตรง เป็นการสอนโดยใช้โปรแกรม สื่อการสอน แบบฝึกหัดหรือบทเรียนสำเร็จรูป เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดโดยตรง จะมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความคิดของเด็กโดยเฉพาะ

2. การสอนการคิดโดยผ่านเนื้อหาวิชาในหลักสูตร เป็นการสอนที่สอดแทรกการฝึกหัด หรือบูรณาการการสอนการคิดกับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ โดยครูจะใช้กระบวนการ และวิธีการสอนเพื่อเสริมทักษะการคิดสอดแทรกเข้าไปในขั้นตอนของการสอนวิชาต่าง ๆ เหล่านั้น

ซึ่งในการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดทั้ง 2 วิธีนั้น สชีฟเวอร์ (Schiever. 1991: 3 – 17) ได้ให้คำแนะนำในหลักการว่า ควรสอนและพัฒนาความสามารถใน

การคิดของนักเรียนโดยยึดหลักการสอนการคิดแบบบันไดเวียน นั่นคือเด็กควรได้รับการฝึกทักษะการคิดที่เป็นพื้นฐานก่อน (Enabling Skills) อันประกอบด้วย ทักษะการจัดจำแนกหมวดหมู่ การพัฒนามโนคติ การกำหนดหลักการ การลงข้อสรุป และการสรุปอ้างอิงได้หลากหลาย ด้วยการฝึกการคิดจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมก่อน และเมื่อเด็กมีประสบการณ์และวุฒิภาวะสูงขึ้นก็ควรได้เรียนรู้และฝึกทักษะการคิดจากสิ่งที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น จนสามารถนำทักษะต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ในการคิดขั้นสูงต่อไป เพื่อจะสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของการพัฒนาความสามารถด้านการคิดแบบบันไดเวียนได้

ดังแผนภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 รูปแบบการคิดแบบบันไดเวียน

ที่มา: Schiever. (1991): 4

การสอนการคิด เบเยอร์ (Beyer. 1987: 75 – 80) ให้คำแนะนำว่าประกอบด้วย ขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นแนะนำ เป็นขั้นตอนของการแนะนำนักเรียนให้เข้าใจในคุณลักษณะ หรือองค์ประกอบของปฏิบัติการทางความคิด
2. ขั้นแนะนำการปฏิบัติการ เป็นขั้นที่แนะนำให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ให้รอบคอบ
3. ขั้นประยุกต์ใช้โดยอิสระ เป็นขั้นที่แสดงออกซึ่งความสามารถในการคิด และปฏิบัติการทางความคิด แล้วทำให้สำเร็จโดยปราศจากผู้ช่วยเหลือหรือให้คำแนะนำ
4. ขั้นถ่ายโอนและการวางแผนอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถที่จะประยุกต์ใช้ทักษะและยุทธศาสตร์เดิมไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้
5. ขั้นแนะนำการปฏิบัติการ เป็นขั้นที่นักเรียนยังต้องการคำแนะนำจากครู เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่สามารถหาแนวทางแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม
6. ขั้นการใช้โดยอัตโนมัติ ขั้นนี้นักเรียนจะใช้ทักษะการคิดโดยอัตโนมัติ ดังนั้นครูควรให้โอกาสและเวลาแก่นักเรียนอย่างเพียงพอในการคิดเพื่อให้ประสบผลสำเร็จ

1.6.5 ปัจจัยที่ส่งผลทางความคิด

ประกอบด้วยปัจจัยพื้นฐานดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: 16 – 18)

1. พื้นฐานทางครอบครัว ถือว่า เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อการพัฒนาความคิด นับตั้งแต่การเตรียมความพร้อมในด้านโภชนาการที่จะทำให้เซลล์สมองแข็งแรงสมบูรณ์พร้อมที่จะรับรู้ได้ อิทธิพลจากวิธีการเลี้ยงดู ประสบการณ์จากกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
2. พื้นฐานความรู้ โดยผู้ที่มีการศึกษาสูงกับผู้ที่ขาดโอกาสทางการศึกษา จะมีวิธีการคิดแตกต่างกันคนละแนว คนละความเชื่อ ทั้งนี้จากการฝึกฝนของแต่ละสาขาวิชา
3. ประสบการณ์ชีวิต ประสบการณ์ในชีวิตเป็นข้อมูลที่มีผลโดยตรง โดยคนที่มีโอกาสการเรียนรู้โลกกว้างมาก เห็นหลากหลายประสบการณ์ย่อมมีวิธีคิดที่หลากหลายกว่าและมีข้อมูลที่น่ามาใช้ในการชีวิตประจำวันได้มากกว่า
4. การทำงานของสมอง ของแต่ละคนจะมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่ละเอียดอ่อน ที่ทำให้ทุกคนมีเอกลักษณ์ของความรู้สึกนึกคิด ศักยภาพด้านต่าง ๆ ไม่เท่ากัน
5. วัฒนธรรม เป็นวิถีชีวิตที่มีอิทธิพลต่อความคิด ความเชื่อและการปฏิบัติของคน

6. จริยธรรม ผู้ที่มีจริยธรรมสูงย่อมมีกรอบความคิด การตัดสินใจ และการหาแนวทางในการแก้ปัญหา การประมวลความคิดที่แตกต่างจากผู้ที่มีขาดจริยธรรม

7. การรับรู้ เป็นสถานะที่เราตอบสนองต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดภายใต้กลไกของสมอง จิตใจ ฯลฯ ที่มีผลต่อวิธีการคิดของคนเป็นอย่างมาก

8. สภาพแวดล้อม เป็นสิ่งกระตุ้นที่สำคัญยิ่งต่อการเรียนรู้และวิธีการคิดของเด็ก

9. ศักยภาพการเรียนรู้ แต่ละคนมีศักยภาพการเรียนรู้ การประมวลผลข้อมูลในอัตราที่ต่างกัน รวมทั้งความเร็วและความลุ่มลึก ส่งผลให้เด็กแต่ละคนคิดไม่เหมือนกัน

1.6.6 เทคนิคการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการคิด

คำถามเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการที่จะได้มาซึ่งความรู้ และการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง ดังนั้นการใช้คำถามที่ดีจะสามารถทำให้เด็กสามารถพัฒนาการคิดของเขาได้ ซึ่งการใช้คำถามมีหลักการดังนี้ (Schiever. 1991: 79 – 89 ; Parry ; Gregory. 1998: 142 – 145)

1. ถามคำถามให้ตรงจุดมุ่งหมายและให้ทั่วถึงนักเรียนทุก ๆ กลุ่ม
2. ควรใช้คำถามปลายเปิด จะทำให้ได้รับคำตอบที่หลากหลาย
3. เป็นคำถามที่ต้องใช้ข้อมูลในการตอบ ไม่ควรเป็นคำถามที่เน้นการท่องจำ แต่ต้องเป็นคำถามระดับสูงในขั้นการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
4. ใช้คำถามเพื่อให้พิสูจน์หรือให้เหตุผลในการตอบ
5. การรอคอยคำตอบ ให้เวลาเด็กได้คิดเพื่อตอบสนองต่อคำถามนั้น
6. อภิปรายในเวลาที่เหมาะสม ควรให้เวลาในการอภิปรายร่วมกัน
7. การตอบสนองอย่างอิสระไม่เร่งเวลาจนเกินไปและพยายามพูดเสริมแรง
8. การตอบสนองของนักเรียนไม่ควรกล่าวซ้ำอีกโดยครู
9. ความคิดที่หลากหลายและการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน

งานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยใช้แนวทางในการสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) โดยมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองและฝึกการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทั้งการคำนวณ ความคิดรวบยอด โดยใช้คำถามของครูกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแล้วแสดงความคิดเห็น มีการประเมินผลความเข้าใจในความคิดรวบยอด โดยให้นักเรียนได้เขียนแผนภูมิสรุป ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวข้างต้น จะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจต่อไป

1.7 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับยุทธวิธีในการคิด

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เอกสารเกี่ยวข้องขอสรุปเรียงตามหัวข้อ ดังนี้

1.7.1 การแก้ปัญหา (Problem Solving)

การแก้ปัญหา ถือเป็นกระบวนการสำคัญ ในอันที่จะนำความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ต้องการ จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้นนี้ ได้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในหมวดที่ 4 มาตรา 24 ข้อที่ 2 ที่ระบุว่าสถานศึกษาควรให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้แก้ปัญหามีได้ สรุปเอกสารตามลำดับดังนี้

1.7.1.1 ความหมายของปัญหา (Problem)

มีหน่วยงาน สถาบันและผู้เชี่ยวชาญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาได้ให้คำจำกัดความของปัญหาไว้ พอสรุปตามลำดับได้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 221) กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที

ครูลิขิต และ รูดริก (Krulik.; & Rudrick. 1987: 3 ; Krulik ; & Rudrick. 1996: 3) กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ที่เมื่อพบแล้ว ต้องตัดสินใจเพื่อหาทางออกของปัญหา

อังเดร (Andre. 1986: 170) กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ ซึ่งบุคคลต้องการที่จะทำอะไร แต่ไม่รู้วิธีการในการลงมือปฏิบัติ เพื่อที่จะทำให้บรรลุผลตามเป้าหมายที่ต้องการ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2543: 139) กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง กิจกรรมที่ต้องการบรรลุเป้าหมายและมีเหตุขัดข้องเกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้

จากคำจำกัดความของปัญหาพอสรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ ที่เผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาได้ทันที หรือเป็นสิ่งที่มีความขัดข้องที่ไม่สามารถทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ได้ ปัญหาเป็นสิ่งที่ต้องการการตัดสินใจในการหาทางออกของปัญหา เพื่อให้งานนั้นบรรลุเป้าหมายที่วางไว้

1.7.1.2 การแก้ปัญหา (Problem Solving)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 272) ให้ความหมาย การแก้ปัญหา หมายถึง การหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อน ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิทยาศาสตร์โดยตรงและปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิค วิธีการหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ

ครูลิค และ รูดริก (Krulik ; & Rudrick. 1987: 4 ; Krulik ; & Rudrick. 1996: 3) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ใช้ความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่เพื่อสนองต่อความต้องการของปัญหาที่เราไม่คุ้นเคย

ไมเออร์, ฮอร์ดและไมเออร์ (Meier.; Horde.; & Meier. 1996: 230 – 231) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งทางออกของปัญหาจากคำถามหรือเหตุการณ์ที่ทำให้เราสับสนไม่เข้าใจ

เมเยอร์ และ วิตทรอก (Mayer. ; & Wittrock. 1996: 47) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการทางความคิดที่มุ่งให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย

ซาพาร์ลิส และ แอนจิโลโพลอส (Tsapalis.; & Angelopoulos. 2000: 131) กล่าวว่า การแก้ปัญหามีถึง กระบวนการซึ่งผู้เรียนสามารถนำกฎ หลักการ ความรู้เดิมไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ให้บรรลุผลสำเร็จ

แมทลิน (Matlin. 2002: 361) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ใช้ เพื่อให้ได้มาซึ่งทางออกของปัญหาในชีวิตประจำวัน

เลตัน และ สเติร์นเบิร์ก (Leighton. ; & Sternberg. 2003: 623) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ใช้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเอาชนะอุปสรรค ซึ่งเป็นสิ่งที่ขัดขวางแนวทางในการหาคำตอบของปัญหา

ซูนาล และ ซูนาล (Sunal.; & Sunal. 2003: 90) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง ยุทธศาสตร์ของการคิดที่พยายามใช้ เพื่อแก้ไขอุปสรรคปัญหา

โรเบิร์ต อี. ซิลเวอร์แมน (2545: 231) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมขั้นสูงทางการคิด เกิดจากความต้องการของคนเราในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

ดังนั้นพอที่จะสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึง การค้นหาคำตอบของปัญหาโดยการใช้ความรู้ ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้ได้มาซึ่งทางออกของปัญหาและบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ได้วางไว้

1.7.1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving Abilities)

มอร์แกน (Morgan. 1978: 154 – 155) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ทักษะทางปัญญาที่สามารถสอนได้ และสามารถถ่ายทอดไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ ความสามารถของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ สติปัญญา แรงจูงใจ ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ ๆ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

โซเดน (Soden. 1994: 27) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นทักษะด้านการคิด เช่นเดียวกับการเรียนรู้ทักษะทางด้านการคิด นักเรียนจะต้องรู้วิธีการที่จะกระทำกับข้อมูลใหม่ ๆ ที่ได้มาเพื่อแก้ปัญหา

ยูพาพันธ์ มินวงษ์ (2541: 26) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้มาแก้ปัญหาที่พบ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อุษา จินเจนกิจ (2544: 49) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถด้านการคิดที่มีความสัมพันธ์กับสติปัญญา สามารถมีการพัฒนาได้โดยบุคคลจะใช้ประสบการณ์และทักษะความรู้ที่เรียนรู้มาก่อนใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ และสามารถฝึกได้ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน มอร์แกน (Morgan. 1978: 154 – 155) ได้สรุปว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ สติปัญญา (Intelligence) แรงจูงใจ (Motivation) ความพร้อม (Readiness) การเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Function Fixedness)

จากรายละเอียดข้างต้นที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติ เพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น โดยอาศัยองค์ประกอบทั้งสติปัญญา แรงจูงใจ ความพร้อมและการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการแก้ปัญหของบุคคลนั้นจะแตกต่างกัน ขึ้นกับวุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ ความพร้อม แรงจูงใจ สภาพแวดล้อม พัฒนาการตามระดับอายุด้วย

1.7.1.4 ประเภทของปัญหา (Type of Problems)

ซาพาลิส และ แอนกิโลโพลอส (Tsaparlis.; & Angelopoulos. 2000: 131; อ้างอิงจาก Johnston. 1993) ได้พิจารณาถึงข้อมูล วิธีการ ผลลัพธ์/เป้าหมาย แล้วแบ่งปัญหาออกเป็น 8 ประเภทด้วยกัน สรุปรายละเอียดได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 ประเภทของปัญหา

ชนิดของปัญหา	ข้อมูล	วิธีการ	ผลลัพธ์/เป้าหมาย	ทักษะที่ใช้พิเศษ/เพิ่มเติม
1	ให้ข้อมูล	รู้	กำหนดให้	ระลึกถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา
2	ให้ข้อมูล	ไม่รู้	กำหนดให้	พิจารณาถึงปัญหาอื่นที่คล้าย ๆ กัน เพื่อที่จะได้รู้วิธีแก้ปัญหา
3	ให้บางส่วน	รู้	กำหนดให้	วิเคราะห์ปัญหาเพื่อตัดสินใจว่ายังต้องการข้อมูลอะไรเพิ่มอีก
4	ให้บางส่วน	ไม่รู้	กำหนดให้	ซึ่งน้ำหนักรูปภาพที่เป็นไปได้
5	ให้ข้อมูล	รู้	เปิดกว้าง/อิสระ	ตัดสินใจเกี่ยวกับเป้าหมายที่เหมาะสม ตรวจสอบเทคนิคและความรู้
6	ให้ข้อมูล	ไม่รู้	เปิดกว้าง/อิสระ	ตัดสินใจเกี่ยวกับเป้าหมายและทางเลือกที่เหมาะสม ตรวจสอบเทคนิคและความ
7	ให้บางส่วน	รู้	เปิดกว้าง/ อิสระ	เป้าหมายครั้งแรกมีไว้เฉพาะนักเรียน ข้อมูลที่มียังไม่สมบูรณ์
8	ให้บางส่วน	ไม่รู้	เปิดกว้าง/ อิสระ	แนะนำเป้าหมายและวิธีการเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จต้องการผลที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติม ต้องการทักษะ

ที่มา: Tsapalis. ; & Angelopoulos. (2000): 131.

ประเภทของปัญหาดังแต่ชนิดที่ 1 – 8 นั้น สรุปได้ว่า ปัญหาชนิดที่ 1 เป็นปัญหาที่สามารถแก้ได้ง่ายที่สุด โดยมีข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา มีการระบุผลลัพธ์และเป้าหมายและที่สำคัญผู้แก้ปัญหารู้วิธีการแก้ปัญหา ส่วนปัญหาชนิดที่ 2 ถึงปัญหาชนิดที่ 8 มีความยาก/ซับซ้อนขึ้นตามลำดับ โดยปัญหาชนิดที่ 8 มีข้อมูลให้บางส่วน โดยผู้แก้ปัญหารู้วิธีการแก้ปัญหา และ

ผลลัพธ์/เป้าหมายเปิดกว้าง จึงเป็นปัญหาชนิดที่มีความยาก/ซับซ้อนมากที่สุด

1.7.1.5 กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process)

ในส่วนของการกระบวนการแก้ปัญหานั้น นักปรัชญา นักจิตวิทยา นักการศึกษา และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ต่าง ๆ กัน สรุปรายละเอียดของแต่ละรูปแบบได้ ดังนี้

โพลยา (Polya. 1957: 6 - 19) เสนอขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือทำตามแผน

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ

บรูเนอร์ (Bruner. 1965: 123 – 127) ได้เสนอขั้นตอนสำหรับการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รู้จักปัญหา (Problem Isolating)

ขั้นตอนที่ 2 แสวงหาเค้่างื่อน (Search for Case)

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความถูกต้อง (Confermation Check)

ขั้นตอนที่ 4 การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา เพื่อลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 313) เสนอกระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) เพื่อตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริง

2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) พิจารณาส่ิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญ

3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production)

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification)

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication)

เบรนฟอร์ดและสแตน, เฮอรอนและแจ๊คสัน (Kauchak ; & Eggen. 1998 : 308 – 311 ; citing Bransford.; & Stein. 1984: Herron.; & Jackson. 1991: 81) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Identifying the Problem)

2. แสดงปัญหา (Representating the Problem)
3. เลือกยุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Selecting a Strategy)
4. ดำเนินการแก้ปัญหา (Implementation)
5. ประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluation the Result)

จิก (Gick. 1988: 99 – 120) ได้เสนอแนะไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างตัวแทนปัญหา โดยทำความเข้าใจ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่และสร้างเป็นตัวแทนของปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สัญลักษณ์ เพื่อให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจน

2. การคิดวิธีการแก้ปัญหา เป็นการรวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบรวมถึงการวางแผน การจัดลำดับขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหา

3. การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการปฏิบัติงานตามแผนการและขั้นตอนที่ได้วางไว้

4. การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อพิจารณามุ่งไปสู่คำตอบ หรือเป้าหมายที่วางไว้จนบรรลุผลสำเร็จ

ลอว์สัน (Lawson. 1995: 158) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหา ระบุถึงพฤติกรรมนักเรียนในแต่ละขั้น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบปรากฏการณ์ปัญหาและถามคำถาม เพื่อให้ทราบสถานการณ์ของปัญหานั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 2 ครูกระตุ้นนักเรียนให้แสดงความคิดเห็น ตั้งสมมุติฐานในการแก้ปัญหา

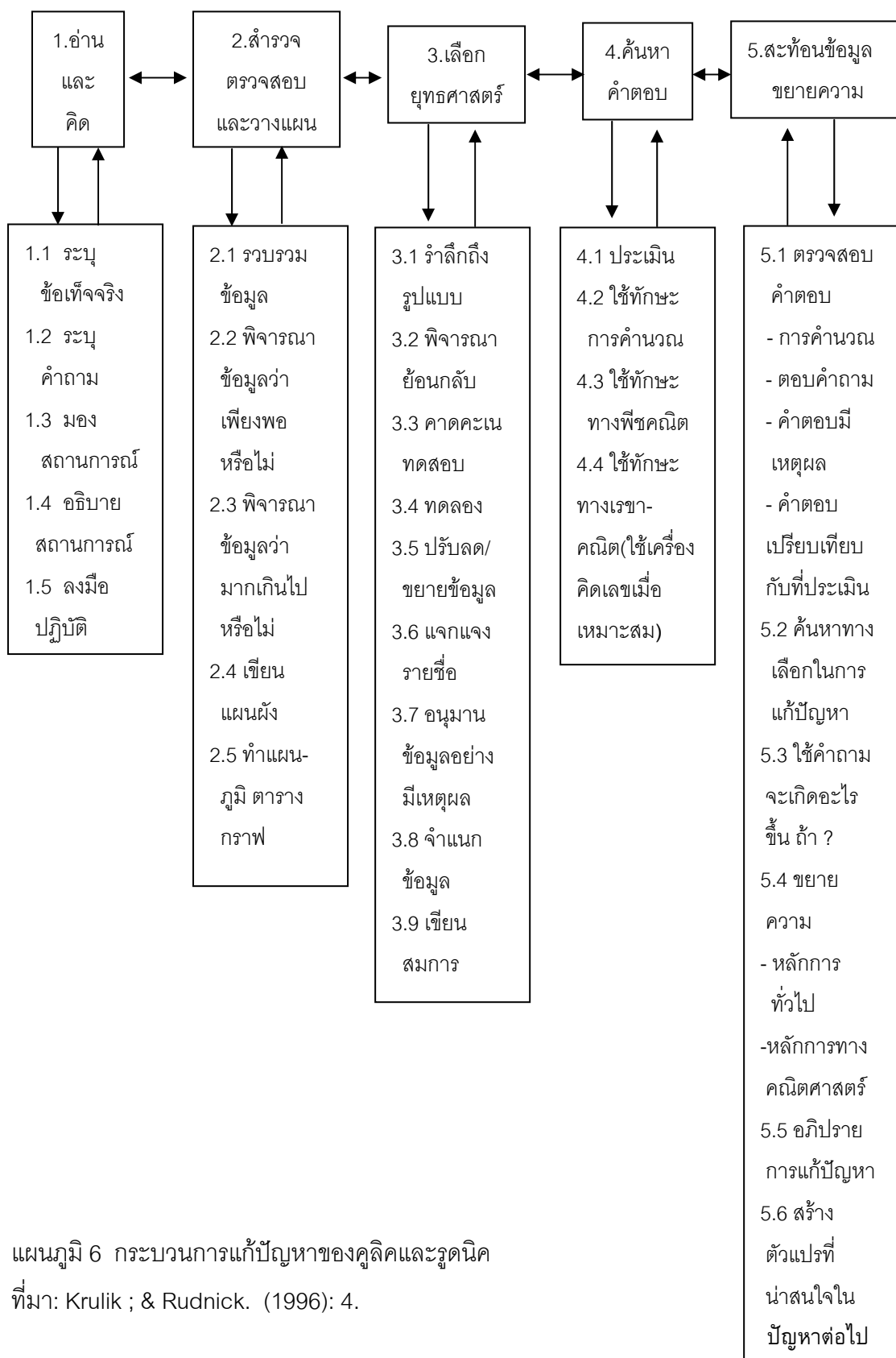
ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนออกแบบและทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน

ขั้นตอนที่ 4 นักเรียนรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ขั้นตอนที่ 5 นักเรียนได้รับคำแนะนำ เพื่อสรุปผลหรือบางครั้งเพื่อตัดสินใจในการยกเลิกผลการทดลอง และลงมือทำการทดลองใหม่อีกครั้ง

นอกจากนั้นลอว์สัน กล่าวสรุปถึงความสัมพันธ์ว่า การแก้ปัญหาก็คือการสืบเสาะหาความรู้ หรือการค้นพบแบบให้คำแนะนำนั่นเอง (Problem as Inquiry & As Guide Discovery)

คูคลิกและรูดนิก (Krulik ; & Rudnick. 1996: 4 – 6) ได้เสนอยุทธศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งมีกระบวนการอยู่ 5 ขั้นตอน สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังแผนภูมิ 6



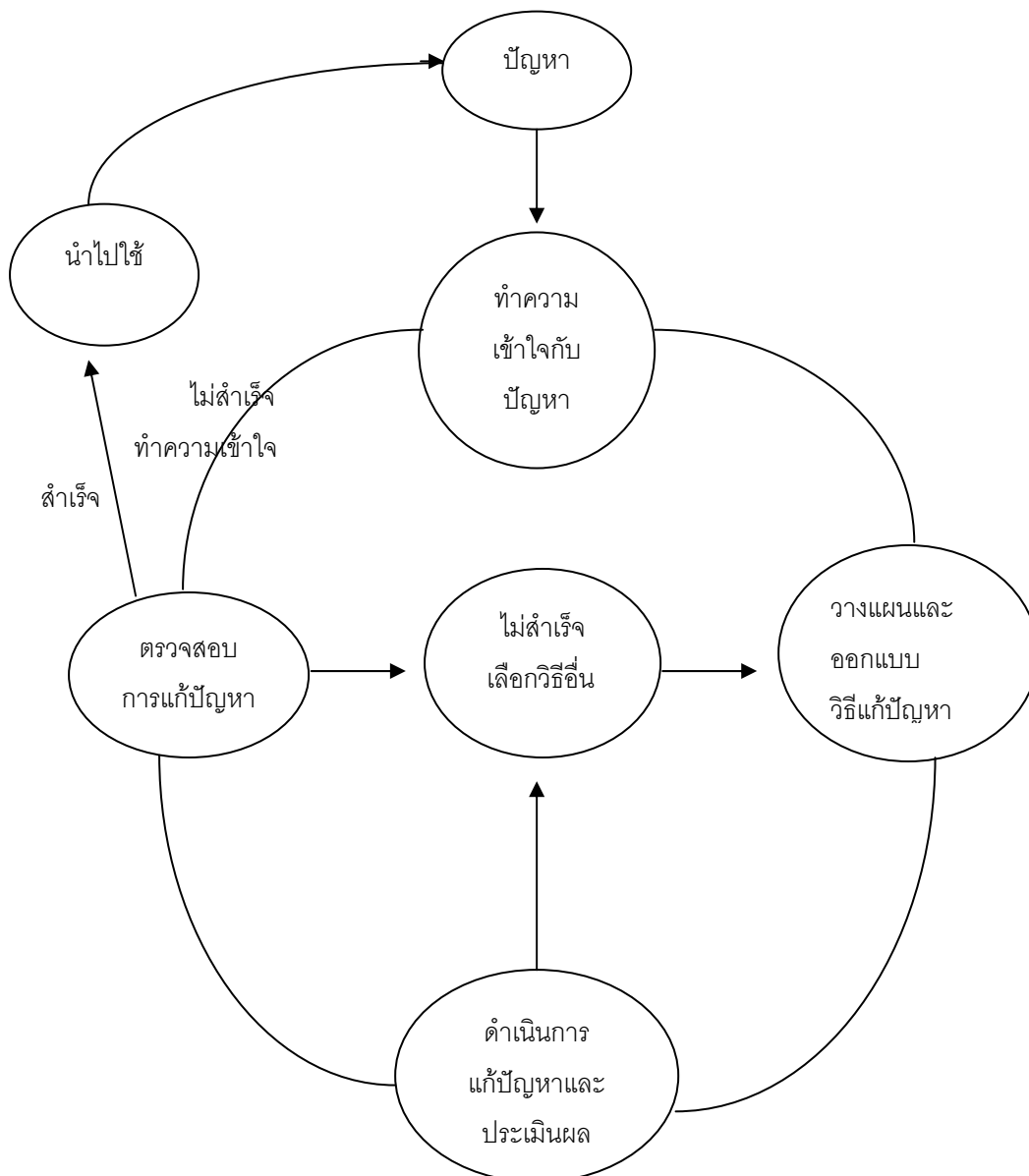
แผนภูมิ 6 กระบวนการแก้ปัญหาของคูคลิกและรูดนิก

ที่มา: Krulik ; & Rudnick. (1996): 4.

ในส่วนของประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เสนอแนะว่าการแก้ปัญหาอาจทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และ
ประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น และได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน
ดังมีรายละเอียดดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 222 - 223)

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหา จะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้
ถ่องแท้ในประเด็นต่าง ๆ คือ
 - 1.1 ปัญหาถามว่าอย่างไร
 - 1.2 ข้อมูลใดบ้างแล้ว
 - 1.3 มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่
2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนคิดหาวิธีการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้
ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ
ปัญหานั้นแล้วนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา
3. ดำเนินการแก้ปัญหาและการประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหา
และประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้
ถูกต้องก็จะมีประเมินต่อว่าวิธีนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ หรือไม่ แต่ถ้าพบว่า
การแก้ปัญหานั้นไม่ประสบผลสำเร็จก็ต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่ได้กำหนดไว้
แล้วในขั้นตอนที่ 2 ถ้ายังไม่ประสบผลสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่
ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลกำหนดให้ไม่เพียงพอ เพื่อจะได้เริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่
4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งในด้าน
วิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการ
แก้ปัญหาใด ๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน สามารถสรุปความสัมพันธ์ได้ดังแผนภูมิ 7 ด้านล่างนี้



แผนภูมิ 7 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546): 222.

พิชิตินิ ; ซีพาร์ดสัน ; และเอเบล (วิลล สำนวนวนิช. 2537: 27 – 29) ;

อ้างอิงจาก (Pizzini ; Shepardson ; & Abell. 1987: 526 – 528) สรุปรูปแบบการแก้ปัญหา

3 รูปแบบคือ รูปแบบการแก้ปัญหาแบบ CPS (Creative Problem Solving) ของ Parnes and

Osborn's รูปแบบการแก้ปัญหาแบบ IDEAL (Identify , Define , Expore , Act and Look) ของ Bransford.; & Stein's และรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS (Search , Solve , Create , Share) ของ พิชชินี ซึ่งรูปแบบของ พิชชินี ได้พัฒนามาจาก 2 รูปแบบแรกและต่อมา ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 40 – 42) กล่าวว่ารูปแบบของพิชชินี ได้เพิ่มเติมขั้นตอนที่ 5 กระทำการ (Action) รวมเป็นรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCSA ซึ่งรูปแบบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบสรุปได้ดังนี้

1. การแก้ปัญหารูปแบบ CPS (Creative Problem Solving) มี 5 ขั้นตอน คือ
 - 1.1 การค้นหาความจริง เป็นการหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่
 - 1.2 การค้นพบปัญหา เป็นการหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้น ๆ
 - 1.3 การจำกัดขอบเขตของปัญหา เป็นการหาแนวคิดหรือขอบเขตของปัญหา
 - 1.4 หาทางเลือกในการแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหา
 - 1.5 การแก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบของปัญหา
2. การแก้ปัญหารูปแบบ IDEAL (Identify, Define, Explore, Act and Look) มี 5 ขั้นตอน คือ
 - 2.1 การรวบรวมข้อมูลของปัญหา (Identify)
 - 2.2 การเสนอปัญหา (Define)
 - 2.3 หาวิธีการแก้ปัญหา (Expore)
 - 2.4 ปฏิบัติตามทางเลือกของการแก้ปัญหา (Act)
 - 2.5 พิจารณาผลที่ได้พร้อมทั้งประเมินผล (Look)
3. การแก้ปัญหารูปแบบ SSCSA มี 5 ขั้นตอน คือ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 40 – 42)
 - 3.1 ขั้นการสืบเสาะค้นหา(Search)
 - 3.2 ขั้นแก้ปัญหา (Solve)
 - 3.3 ขั้นสร้างความรู้ (Create)
 - 3.4 ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น(Share)
 - 3.5 ขั้นกระทำการ (Action)

นอกจากนี้ แอลิออต และคณะ (Elliott.; et al. 2000: 311 – 318) ได้เสนอรูปแบบการแก้ปัญหาที่ชื่อว่า DUPE MODEL ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. D ขั้นกำหนดธรรมชาติของปัญหา
2. U ขั้นทำความเข้าใจธรรมชาติของปัญหา
3. P ขั้นวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา
4. E ขั้นประเมินแผนการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ โคซาค; และ เอกเจน; โทบริดจ์; และ ไบปี (Kauchak. ; & Eggen. 1998: 311 – 314 ; Trowbridge. ;& Bybee. 1996: 181) ยังได้แนะนำครูในฐานะเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ควรนำเสนอปัญหาที่สอดคล้องกับบทเรียน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงปัญหากับประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้
2. ยกตัวอย่างปัญหาที่มีความหลากหลาย ที่สอดคล้องกับข้อเท็จจริง หลักการ กฎ และชีวิตประจำวันของนักเรียน
3. อภิปรายในรายละเอียดของปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหา
4. เตรียมการปฏิบัติการแก้ปัญหา ครูควรช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาและสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง
5. ครูให้ความช่วยเหลือนักเรียน สำหรับนักเรียนที่เริ่มฝึกแก้ปัญหาใหม่ ๆ
6. ครูช่วยให้นักเรียนเห็นปัญหาและแสดงปัญหาที่แท้จริง
7. ครูสอนนักเรียนเกี่ยวกับยุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหาโดยทั่วไป
8. มอบหมายงานให้เด็กแต่ละกลุ่มให้มีความหลากหลาย
9. เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ในการเรียนการสอนวิชาเคมีเอง มีการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาด้วยเช่นกัน เห็นได้จากตำราเคมีโดยทั่วไปได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาด้วย ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาด้วยทางเคมีสรุปได้ ดังนี้

พีเตอร์ และ สคอกกิน (Peter ; & Scroggins. 1992: 36 – 37) ได้สรุปการแก้ปัญหาด้วยทางเคมี โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา เริ่มต้นแก้ปัญหาด้วยทางเคมีโดยเขียนสิ่งที่โจทย์ให้
2. ขั้นระบุสิ่งที่ต้องการ หลังจากนั้นให้เขียนสิ่งที่โจทย์ถามหรือต้องการให้หา
3. ขั้นระบุเขียนความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างสิ่งที่ให้มากับสิ่งที่ต้องการ

ที่ต้องการ

4. ขั้นคำนวณและเขียนคำตอบ
5. ขั้นยืนยันคำตอบด้วยเหตุผลที่เหมาะสม

อลมสเตท และ วิลเลียม (Olmsted III ; & Williams. 1997: 28) ได้สรุป
การแก้ปัญหาทางเคมีโดยแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นพิจารณาปัญหา ให้ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม
2. ขั้นพิจารณาโมเลกุลของสาร มีสารตั้งต้นอะไรบ้าง มีมวล มวลโมเลกุล

เท่าใด

3. ขั้นระบุกระบวนการแก้ปัญหา โจทย์ต้องการอะไร
4. ขั้นจัดระบบข้อมูลที่โจทย์ให้มา โจทย์ให้อะไรมาบ้างและต้องการ

ให้หาสิ่งใด

5. ขั้นใช้สมการแก้ปัญหา เลือกใช้สมการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
6. ขั้นแทนค่าในสูตรและคำนวณ หาสิ่งที่โจทย์ถาม จากสมการการ

แก้ปัญหา

7. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง ตรวจสอบคำตอบที่คำนวณได้อีกครั้ง

จากกระบวนการแก้ปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นกระบวนการแก้ปัญหา
ของสถาบัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) หน่วยงาน (สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ) หรือนักการศึกษา นักจิตวิทยา นักวิทยาศาสตร์ศึกษา นั้นจะ
เห็นว่า กระบวนการแก้ปัญหามีการนำเสนอขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจ
เนื่อง

มาจากมีบริบทที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน หรืออาจมีจุดประสงค์ทางการเรียนการสอนหรือ
การประเมินเพื่อเฉพาะ ในเรื่องนี้ วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544: 35) ได้แสดงความคิดเห็นว่า
ทุก ๆ รูปแบบของการแก้ปัญหา จะมีลักษณะที่ร่วมกันหลายประการ พอสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์และวัตถุจริง ๆ โดยการลงมือ
2. มีการใช้ทักษะทางสติปัญญาขั้นสูง
3. ผลผลิตที่ได้มาจากการแก้ปัญหาคือองค์ความรู้และกระบวนการ
4. การแก้ปัญหประกอบด้วยลำดับขั้นของการกระทำ แต่ถึงแม้ว่าการ

แก้ปัญหามีลำดับขั้นตอนก็ตาม การแก้ปัญหาก็สามารถเริ่มต้นที่ขั้นตอนใดก็ได้

1.7.1.6 ความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ดี จอง และ เฟอ์กูสัน (De Jong. ; & Ferguson. 1996) ได้อธิบายชนิดของความรู้ที่ต้องใช้เพื่อเป็นการวางแผนในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีของการดำเนินการ
2. ความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา
3. ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องความจริง หลักการ กฎ
4. ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ

1.7.1.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา

แมทลิน (Matlin. 2002: 377 – 380) ได้สรุป ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาไว้ มีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้พื้นฐาน เป็นสาระสำคัญที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
2. ความจำ ผู้ชำนาญการมีความสามารถในการระลึกความจำระยะสั้นได้ดีกว่าผู้เริ่มฝึกหัดและสามารถขยายกรอบความคิดเพื่อเป็นพื้นฐานในความจำระยะยาวได้
3. ข้อคิดเห็น ผู้เริ่มฝึกหัดและผู้ชำนาญการจะมีข้อคิดเห็นต่อปัญหาที่แตกต่างกัน
4. วิธีในการแก้ปัญหา การเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาที่ดี จะส่งผลต่อการแก้ปัญหา
5. การวางแผนอย่างละเอียดในขั้นเริ่มต้นการแก้ปัญหา
6. ความว่องไวและความถูกต้องในการแก้ปัญหา
7. ทักษะด้านการรู้คิด (Metacognition)

1.7.1.8 การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ถือว่าเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ในการที่จะทำให้นักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้ ค้นพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ในเรื่องนี้ได้มีนักการศึกษาได้ให้ข้อคิดเห็นในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหารูปได้ ดังนี้

ทิสนา แชมมณี (2545: 252 – 253) สรุปว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น มีนักจิตวิทยาได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการคิดขึ้นอยู่หลายท่าน หนึ่งในจำนวนนั้น คือ ทอร์เรนซ์ (Torrance. 1962)

ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิด ทอร์เรนซ์ โดยนำองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่องแคล่ว (Fluence) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Originality) มาใช้ประกอบกับกระบวนการคิดแก้ปัญหา และใช้การประยุกต์จากกลุ่ม ซึ่งมีความคิดหลากหลาย โดยเน้นการใช้เทคนิคระดมสมองเกือบทุกขั้นตอนของการคิด สรุปแต่ละขั้นตอนได้ ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การนำสภาพการณ์อนาคตเข้าสู่ระบบการคิด
- ขั้นที่ 2 การระดมสมองเพื่อค้นหาปัญหา
- ขั้นที่ 3 การสรุปปัญหาและจัดลำดับความสำคัญของปัญหา
- ขั้นที่ 4 การระดมสมองหาวิธีแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 5 การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
- ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีแก้ปัญหาอนาคต

นอกจากนี้ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2541: 91 – 92) ให้ความคิดเห็นว่า สภาพการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา นั้น อาจส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ต่างกัน ซึ่งอาจจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐาน สภาพสังคม ประสบการณ์ คุณลักษณะด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนด้วย ครูจึงควรอย่างยิ่งที่จะต้องจัดสภาพการณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธี ให้นักเรียนฝึกฝนแก้ปัญหาให้มาก ๆ
2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้นักเรียนได้ฝึกฝน ควรเป็นปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน และอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของนักเรียน
3. การฝึกแก้ปัญหา ครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้แนะให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ปัญหาให้ชัดเจนก่อนว่าปัญหานั้นเกี่ยวกับอะไร ถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาแต่ละปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อแล้วก็เท่ากับแก้ปัญหาใหญ่ได้นั่นเอง
4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอนหรือจัดสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียนให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว นักเรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรบางอย่างในบทบาทต่าง ๆ
5. ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอยู่เสมอ

6. การฝึกฝนแก้ปัญหา ครูไม่ควรบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรง ๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วนักเรียนอาจไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิดของตนเองเท่าที่ควร

1.7.2 การตัดสินใจ (Decision Making)

การตัดสินใจถือว่าเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญและมีความเกี่ยวข้องเนื่องกับการแก้ปัญหา ในส่วนนี้สรุปเอกสารเรียงตามลำดับได้ ดังนี้

1.7.2.1 ความหมายของการตัดสินใจ

ได้มีหน่วยงานและนักการศึกษา นักวิจัยได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ดังนี้

ฮีท และคนอื่น ๆ (Heath; et al. 1987: 821) ให้ความหมายว่า การตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการเลือกทางเลือกอย่างมีเหตุผล ระหว่างทางเลือกที่หลากหลาย

คอร์ทแลนด์ (Kortland. 1996: 675) ให้ความหมายว่า การคิดตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการคิดใช้เหตุผลในการเลือกที่จะลงมือปฏิบัติสิ่งใด ๆ จากการเลือกที่หลากหลาย

มอร์ลิส (Morris. 1996: 248) การตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการเลือกทางเลือกจากทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

พีดริคตี (Pedretti. 1999: 178) การตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการที่ซับซ้อนที่ต้องกระทำเพื่อเลือกทางเลือกที่เป็นไปได้ จากทางเลือกอันหลากหลายในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

แมทลิน (Matlin. 2002: 401) การตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการที่ใช้ประเมินทางเลือกเพื่อเลือกทางเลือกในการปฏิบัติจากที่เลือกที่มีอยู่หลาย ๆ ทางเลือก

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่า การตัดสินใจหมายถึง กระบวนการคิด การกระทำที่จะคิดพิจารณาสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่าสิ่งไหนหรือทางเลือกใดเป็นที่เหมาะสมที่จะกระทำการหรือเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

1.7.2.2 ความสามารถในการตัดสินใจ

ความสามารถในการตัดสินใจ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาสถานการณ์เกี่ยวกับตนเอง เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกมาจากสถานการณ์สำหรับที่จะนำไปปฏิบัติ วัดได้โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการตัดสินใจ ที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 รู้ว่าสิ่งที่ต้องการตัดสินใจคืออะไร

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์

ขั้นที่ 3 รู้ทางเลือกที่มีอยู่ เพื่อการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การชั่งน้ำหนักตัวเลือกแต่ละตัว

ขั้นที่ 5 ตัดสินใจเลือก ทางเลือกที่ดีและเหมาะสมที่สุด

1.7.2.3 ประเภทของการตัดสินใจ (Decision Type)

เยสต์ (Yates. 1990: 3 – 5) แบ่งการตัดสินใจแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การตัดสินใจเลือกทางเลือก (Choice) ในสถานการณ์นี้ผู้ตัดสินใจจะเผชิญกับทางเลือกที่หลากหลาย ให้ผู้ตัดสินใจพิจารณาทางเลือกอย่างรอบคอบ แล้วเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกทั้งหมด
 2. การตัดสินใจประเมินค่า (Evaluation) การประเมินค่าสถานการณ์มุ่งพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดขณะนั้น ต้องชี้ให้เห็นถึงความสำคัญ ประโยชน์ของทางเลือกที่เลือกไว้
 3. การตัดสินใจสร้างสรรค์ทางเลือก (Constructions) ในสถานการณ์สร้างสรรค์ทางเลือก หน้าที่ของผู้ตัดสินใจคือใช้ทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อสร้างสรรค์ทางเลือกที่น่าสนใจ
- การตัดสินใจทั้ง 3 ประเภท มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันทุก ๆ สถานการณ์ ผู้ตัดสินใจจะเริ่มตั้งแต่การสร้างสรรค์ทางเลือก (Construction) การประเมินค่าทางเลือก (Evaluation) และการตัดสินใจเลือกทางเลือก (Choice) เพื่อที่จะลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ได้วางไว้

1.7.2.4 กระบวนการตัดสินใจ

กระบวนการตัดสินใจ เป็นกระบวนการที่มีหลายขั้นตอน นักการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักวิจัยได้เสนอกระบวนการ/ขั้นตอน ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อแก้ปัญหา ดังนี้

เอคเคิล , วิกฟิลด์ และบายส์ และทิสแมน , เพอร์กิน, และ เจย์ (Eccles ;

Wigfield ;& Byenes. 2003: 328 ; Tishman ; Perkins ; & Jay. 1995: 141 – 115) ได้เสนอ

ขั้นตอนในการตัดสินใจแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งเป้าหมายของการตัดสินใจ

ขั้นที่ 2 รวบรวมทางเลือกสำหรับตัดสินใจเพื่อให้บรรลุผลเป้าหมาย

ขั้นที่ 3 ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

วีเลอร์ และ เจนิส (Aikenhead. 1985: 464 ; citing Wheeler.; & Janis. 1980) ได้สรุปขั้นตอน เพื่อใช้ในการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตอบสนองสิ่งที่ท้าทาย (Accepting the Challenge)

ขั้นที่ 2 ค้นหาทางเลือก (Searching for Alternatives)

ขั้นที่ 3 ประเมินทางเลือก (Evaluation Alternatives)

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ (Becoming Committed)

ขั้นที่ 5 ยึดมั่นในสิ่งที่ต้องตัดสินใจ (Adhering to the Decision)

เบเยอร์ (Beyer. 1987: 47 – 48 ; & Beyer. 1991: 17) เสนอยุทธศาสตร์

ตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมาย/จุดประสงค์ที่ต้องการให้บรรลุผลสำเร็จ

ขั้นที่ 2 ระบุทางเลือกหลากหลาย

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ทางเลือก

ขั้นที่ 4 จัดลำดับทางเลือก

ขั้นที่ 5 เลือกทางเลือกที่ดีไว้พิจารณา โดยการประเมินความเสี่ยง

ขั้นที่ 6 เลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อแก้ปัญหา

นอกจากนี้ สชีเฟอร์ (Schiever. 1991: 49 – 50) ได้ให้ความคิดเห็นว่า การตัดสินใจเป็นการประเมินทางเลือกจากสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จากกการพิจารณาทางเลือกที่มีอยู่หลากหลาย เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้กับเด็กตามความเหมาะสมดังนี้

1. นักเรียนระดับประถมศึกษา ควรสอนทักษะการตัดสินใจ 4 ขั้นตอน

คือ (Schiever. 1991: 50 ; citing Nardi.; & Wales. 1985)

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายและพิจารณาปัญหา

ขั้นที่ 2 พิจารณาเงื่อนไขของปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา

2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป ควรสอนทักษะการตัดสินใจ

6 ขั้นตอน คือ (Schiever. 1991: 50 ; citing Beyer. 1987)

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายหรือจุดประสงค์

ขั้นที่ 2 ระบุทางเลือกหลากหลาย

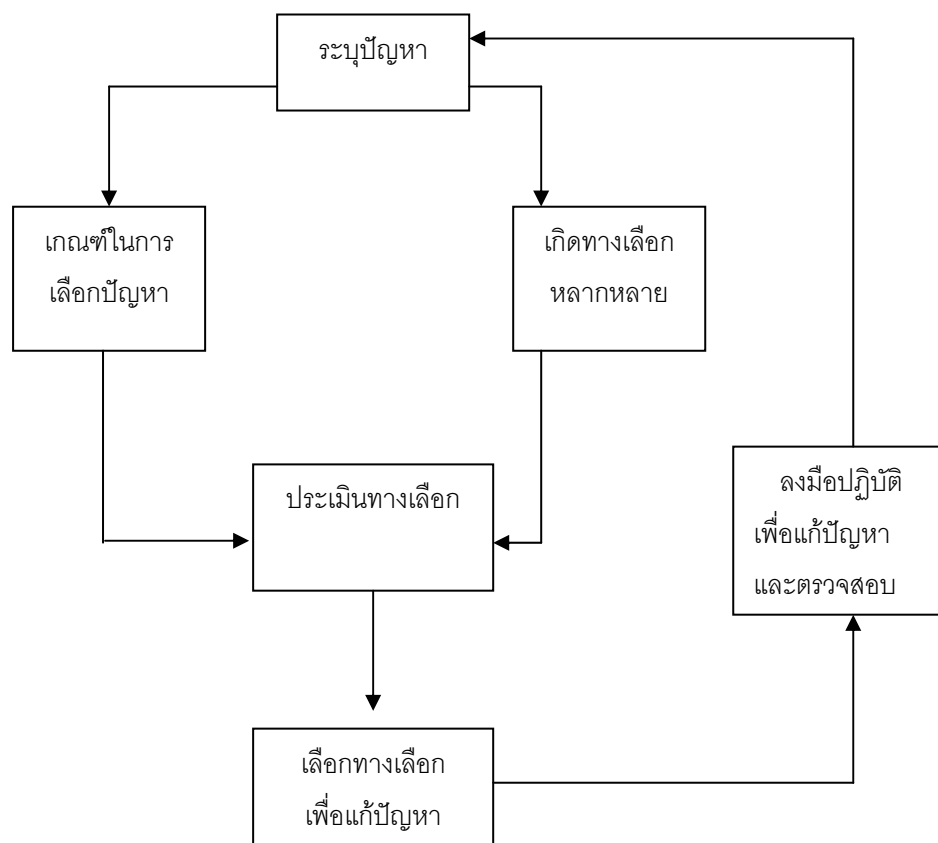
ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ทางเลือก

ขั้นที่ 4 จัดลำดับความสำคัญของทางเลือก

ขั้นที่ 5 เลือกทางเลือกอันดับต้น ๆ

ขั้นที่ 6 ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

คาร์รอลและจอห์นสัน (Kortland. 1996: 675 ; citing Carrall. ; & Johnson. 1990) ได้เสนอรูปแบบมาตรฐานของกระบวนการตัดสินใจ ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ดังแผนภูมิ 8



แผนภูมิ 8 กระบวนการตัดสินใจของคอร์ทแลนด์

1.7.2.5 วิธีการสอนเพื่อการตัดสินใจ

รพีพรรณ เอกสุภาพันธุ์. 2538 ; วราพร ศรีสุพรรณ. 2532 ; ลาวัลย์ รักสัตย์ (2543: 7 ; อ้างอิงจาก Beyer. 1991 ; Sheffieldbeam.; et al. 1971) ให้ความหมายของกระบวนการสอน เพื่อการตัดสินใจว่าเป็นกระบวนการที่มีความหลากหลายของเทคนิควิธีสอน ให้พิจารณาเลือกสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้อย่างถูกต้องและมีหลักเกณฑ์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดสมรรถนะการตัดสินใจ กระบวนการสอนให้เกิดความคิดนี้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดเป้าหมายที่จะทำการศึกษา การรับรู้และการสร้าง

องค์ความรู้

2. การระบุทางเลือก
3. การวิเคราะห์ข้อดี – ข้อเสียของทางเลือก
4. การจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก
5. การคัดตัดสินทางเลือก
6. ผลการตัดสินใจ ได้ทางเลือกที่ดีที่สุด

นอกจากนั้น ลาวัลย์ รักสัตย์ (2543: 26) ได้เสนอวิธีการสอนเพื่อการตัดสินใจ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน จำแนกย่อยออกเป็น ขั้นตอนปัญหาที่จะทำการศึกษาขั้นรับรู้ปัญหา และขั้นสร้างองค์ความรู้หรือออกไปเก็บรวบรวมความรู้
2. ชี้นำระบุทางเลือก
3. ชี้นำวิเคราะห์ทางเลือก
4. ชี้นำจัดลำดับทางเลือก
5. ชี้นำตัดสินทางเลือก
6. ผลของการตัดสินใจ ได้ทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อนำไปวางแผนปฏิบัติต่อไป

วิธีการสอนเพื่อการตัดสินใจนี้ เอเคนเฮด (Aikenhead. 1989: 190 – 191) ได้สรุปว่าส่งผลเกิดขึ้นกับนักเรียนในการเรียนการสอนการตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ความคิดรวบยอด
 - 1.1 มีความเชื่อถือได้และข้อมูลมีความถูกต้อง
 - 1.2 การทดลองมีทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร สังเกต
 - 1.3 มีความคิดเห็นที่สอดคล้องกับการตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.4 เข้าใจในกฎและทฤษฎีเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.5 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เฉพาะตัวบุคคลและเป็น

สาธารณะ

- 1.6 รู้ความจริงและเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์
2. กระบวนการสืบเสาะ นักเรียนมีทักษะในการตั้งสมมุติฐานตัดสินใจเลือกตัวแปรออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล เขียนกราฟเพื่ออธิบายข้อมูลการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

1.7.2.6 ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการตัดสินใจ

เอเคนเฮด (Aikenhead. 1985: 468 - 471) สรุปปัจจัยที่อาจจะเป็น

อุปสรรคดังนี้

1. ความรู้พื้นฐานที่ควรมีมาก่อน (Prerequisite Knowledge)
2. ความสามารถในการประยุกต์หลักการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
3. ความมีเหตุผล(Rationality) ใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจอย่างมี

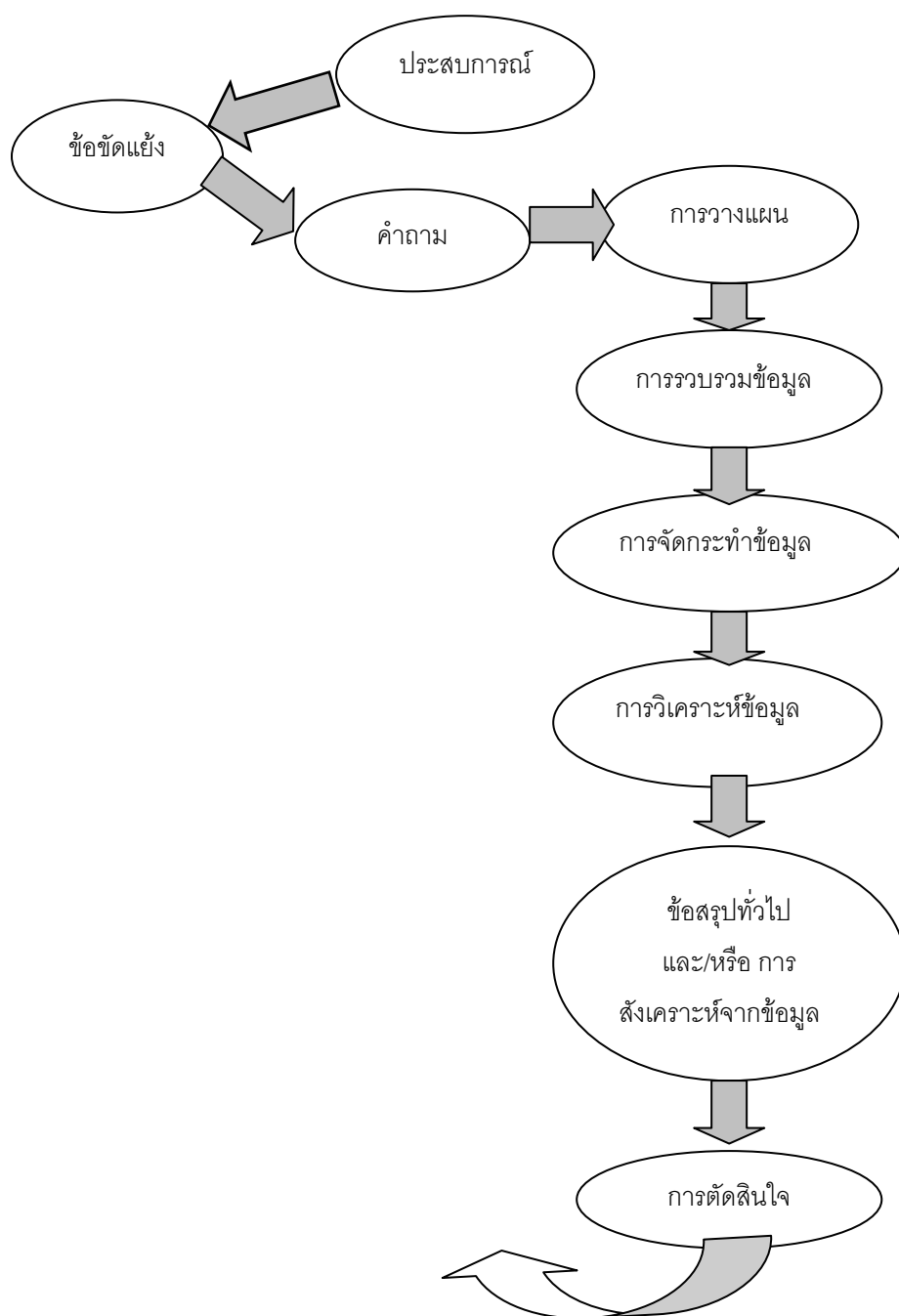
เหตุผล

4. การยอมรับของชุมชน เกี่ยวกับทางเลือกที่ตัดสินใจ เมื่อได้

ตัดสินใจลงมือปฏิบัติไปแล้วได้รับการยอมรับจากชุมชนมากนักน้อยเพียงใด

1.7.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

คารริน (Carin. 1993: 26 – 30) เสนอรูปแบบของการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เป็นรูปแบบที่อ้างอิงมาจาก รูปแบบการสอนการแก้ปัญหาที่ใช้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของรัฐนิวยอร์ก ในสหรัฐอเมริกา (NYSED ; Albany, NY : The University of the State of New York, The State Education Department, Division of Program Development, 1985) สรุปรายละเอียดได้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 รูปแบบการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของคาริน
ที่มา: Carin. (1993): 28.

จากรูปแบบการแก้ปัญหาและการตัดสินใจข้างต้น สรุปย่อละเอียดยได้ว่าการแก้ปัญหาใด ๆ ผู้แก้ปัญหาก็จะสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่ ขึ้นกับองค์ประกอบ 3 ประการคือคำถาม

ทักษะและผลผลิต คาริน (Carin. 1993: 28 – 29) อธิบายรายละเอียดเรียงตามลำดับดังนี้

1. การวางแผน เป็นการพิจารณาคำถามเพื่อใช้ในการวางแผนแก้ปัญหา
ดังนี้

- 1.1 ปัญหาคืออะไร
- 1.2 ต้องการข้อมูลพื้นฐานอะไรบ้าง
- 1.3 ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอะไรบ้าง
- 1.4 มีกระบวนการและลำดับในการแก้ปัญหาอย่างไร
- 1.5 จะรู้ได้อย่างไรว่าต้องแก้ปัญหา

2. การรวบรวมข้อมูล เป็นการพิจารณาถึงคำถามว่าต้องการข้อมูลใหม่
อะไรบ้าง

3. จัดระบบข้อมูล ผู้แก้ปัญหาสร้างรูปแบบในการรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณารูปแบบในการวิเคราะห์ข้อมูล
5. การสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อสรุปผล และสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา

ครั้งต่อไป

6. การตัดสินใจ ขั้นตอนการตัดสินใจผู้แก้ปัญหาใช้ลำดับของการ
แก้ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้บรรลุถึงผลของการตัดสินใจ

- 6.1 จะตัดสินใจทำอะไร
- 6.2 มีทางเลือกและเหตุผลอะไรบ้าง
- 6.3 ผลลัพธ์ที่จะตามมามีอะไรบ้างจากการที่จะตัดสินใจเลือก

ทางเลือก

- 6.4 การตัดสินใจจะมีผลกระทบต่อใครบ้าง
- 6.5 มีคุณค่าและความสัมพันธ์อะไรบ้างในการตัดสินใจ
- 6.6 ทางเลือกใดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

จากข้างต้นจะเห็นว่าการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เป็นกระบวนการ
ที่มีความสัมพันธ์กัน เป็นกระบวนการที่สำคัญที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยอาศัย
การฝึกฝนที่มียุทธวิธีที่มีประสิทธิภาพ ด้วยความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ
ที่จะพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ในอันที่จะเป็นประโยชน์ให้นักเรียนได้นำไป
ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา การตัดสินใจในเรื่องที่เป็นประเด็นในปัจจุบัน และสามารถนำไปเป็น
กรอบความคิดพื้นฐานที่จะนำไปแก้ปัญหาในเรื่องที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้

1.8 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอในรายละเอียดเรียงตามลำดับ ดังนี้

1.8.1 แนวทางการวัดผลและประเมินผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 231) ได้ให้แนวทางในการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ดังนี้

- 1) ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้และความคิด ความสามารถ ทักษะ และกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 2) วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
- 3) ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและการประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา
- 4) ผลการวัดและการประเมินผลต้องนำไปสู่การแปรผล ลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
- 5) การวัดและการประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม

1.8.2 จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 231) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ ดังนี้

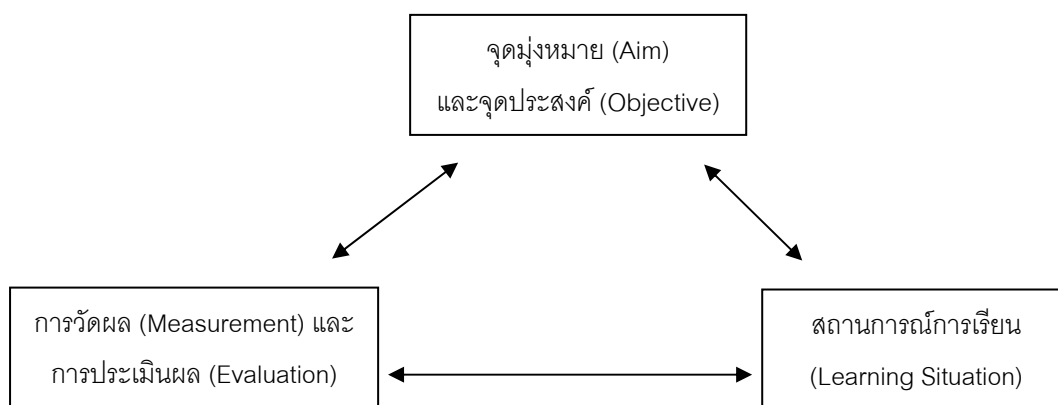
- 1) เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถ และทักษะได้
- 2) เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับแก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด
- 3) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และการเปรียบเทียบระดับพัฒนาการ

ดังนั้นการวัด และการประเมินผล จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน วิธีการวัดและประเมินผลควรครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

ทั้ง 3 ด้าน คือ การวัดและการประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment)

1.8.3 การวัดและการประเมินผลกับกระบวนการเรียนการสอน

การวัดผลและการประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอน ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดผล ประเมินผลกับองค์ประกอบอื่นของกระบวนการเรียนการสอน แสดงเป็นแผนภูมิได้องค์ประกอบดังแผนภูมิ 9 (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542: 6 ดัดแปลงจาก Gronlund. 1985: 33)



แผนภูมิ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดผลและการประเมินผลกับกระบวนการเรียนการสอน
ที่มา: ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542): 6

1.8.4 พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์

การจัดการศึกษาเป็นกระบวนการ ทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ขึ้น พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในแนววิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Leopold E. Klopfer) ได้แบ่งไว้เป็น 6 ประเภทคือ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 329 – 341)

- 1) ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension)
- 2) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Processes of Scientific Inquiry)
- 3) การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods)
- 4) ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ (Manual Skills)

5) เจตคติและความสนใจ (Attitudes and Interests)

6) การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ (Orientation)

1.8.5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

1.8.5.1 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย หมายถึง พฤติกรรมการเรียนที่เกี่ยวข้องกับการใช้สมองรับรู้และขบคิด ซึ่ง บลูม (Benjamin, S. Bloom) และคณะจำแนกออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) (Krathwohl ; Bloom; & Masia. 1964: 186 - 193) พฤติกรรมแต่ละด้านมีความหมาย ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ – ความจำ (Knowledge)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. การนำไปใช้ (Application)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)
6. การประเมินค่า (Evaluation)

ในส่วนของวิธีการประเมินพุทธิพิสัย มีการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมการทดสอบ (Testing Culture) เป็นวัฒนธรรมการประเมิน (Assessment Culture) เน้นการประเมินกระบวนการมากกว่าการประเมินผลผลิต ประเมินกระบวนการคิดมากกว่าความรู้ความจำ เน้นการประเมินองค์รวมหรือการบูรณาการความรู้จากหลายสาขาวิชา ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายให้เหมาะสมกับเด็กแต่ละคน หรือแต่ละกลุ่ม ดังนั้นการนำเสนอผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน จึงไม่ใช้การนำเสนอแต่ตัวเลขเพียงอย่างเดียว แต่จะนำเสนอในลักษณะเส้นภาพ และการนำเสนอผลสัมฤทธิ์อยู่ในลักษณะการเปรียบเทียบความก้าวหน้าของแต่ละคน มากกว่าการเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น

1.8.5.2 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย

พฤติกรรมด้านทักษะพิสัยมีองค์ประกอบหลักอยู่ 2 ส่วน คือ ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) และทักษะทางปฏิบัติในกิจกรรมการทดลอง (Manipulative Skills) ในส่วนของทักษะทางปัญญา เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์นิยมเรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ขอก้าวในรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหา แบ่งเป็น 13 ทักษะ โดยทักษะที่ 1 – 8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9 – 13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะมี ดังนี้ (Abruscato. 1996: 37 – 52 ; Gega ; & Peters. 1998: 79 – 96)

1. การสังเกต (Observation)
2. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
3. การจำแนกประเภท (Classification)
4. การวัด (Measuring)
5. การใช้ตัวเลข (Using Numbers)
6. การสื่อความหมาย (Communication)
7. การพยากรณ์ (Prediction)
8. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา(Using Space/Time Relationship)
9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
10. การตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis)
11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally)
12. การทดลอง (Experimenting) ประกอบไปด้วย 3 ขั้น คือ
 - 12.1 การออกแบบการทดลอง
 - 12.2 การปฏิบัติการทดลอง
 - 12.3 การบันทึกผลการทดลอง
13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

2. ทักษะทางปฏิบัติในกิจกรรมการทดลอง (Manual skills)

เอกลิน และ เคมปา (Eglen; & Kempa. 1974: 261 – 273) ให้ความหมายของทักษะการปฏิบัติในกิจกรรมการทดลอง หมายถึง การมีแบบแผนในการดำเนินการทดลอง มีเทคนิคในการทำการทดลองอย่างถูกต้องและคล่องแคล่วในการทำการทดลอง รวมถึงมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย คำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น

โดยสรุปทักษะการปฏิบัติในการทดลอง หมายถึง ทักษะความชำนาญ คล่องแคล่ว และมีความถูกต้องในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำการทดลองให้มี ประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยต่อตนเองและเพื่อร่วมงาน

การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการ

กิจกรรมปฏิบัติการและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนในการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ทุกสาขา จึงไม่ควรประเมินผล เฉพาะความรู้ความคิดเท่านั้น แต่ควรประเมินผลพฤติกรรมด้านปฏิบัติการด้วย เช่น ความสามารถในการใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การสังเกต การบันทึก การสื่อความหมายและการ รายงานผล เป็นต้น วิธีการประเมินผลพฤติกรรมด้านการปฏิบัติการอาจทำได้ดังนี้

1) การสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ 2) การตรวจจากรายงานผลปฏิบัติการ 3) การสอบ ภาควิปฏิบัติ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 343 – 347)

การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการอีกแบบหนึ่งอาจใช้วิธีการสอบ ภาควิปฏิบัติ ในการสอบภาควิปฏิบัติ ครูอาจเลือกกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนเคยทำการทดลอง มาแล้วในชั้นเรียน หรืออาจกำหนดการทดลองขึ้นมาใหม่ก็ได้ แล้วสังเกตนักเรียนว่านักเรียน สามารถออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลองและได้ผลการทดลองถูกต้องเพียงใด

1.8.5.3 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย

ในการวัดพฤติกรรมทางด้านนี้อาจทำได้ 2 วิธี คือ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 347 – 354)

1. ใช้การสังเกตความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์

2. ใช้แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำเสนอในรายละเอียดของแต่ละวิธีดังต่อไปนี้

1) ใช้การสังเกตความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เป็นการประเมินพฤติกรรมความสนใจของนักเรียนในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่ควรส่งเสริมและฝึกให้นักเรียนปฏิบัติมี 5 ด้านคือ การมาเรียน ความตั้งใจเรียนและความรับผิดชอบ ความร่วมมือ ความมีระเบียบในการทำงาน การใช้วิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

2) ใช้แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในการวัดพฤติกรรมด้านความรู้สึก เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการใช้แบบสอบถามนั้น ผลที่ได้ไม่ควรนำไปใช้ในการตัดสินผลการเรียน

การสอน แต่จะใช้ในการพิจารณาว่านักเรียนคนนั้นมีพฤติกรรมทางด้านนี้เป็นอย่างไร ซึ่ง คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) ได้กล่าวถึง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่า คุณลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. เป็นผู้ที่มีเหตุผล
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง
4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
5. มีความเพียรพยายาม
6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

การวัดเจตคตินั้นไม่สามารถวัดโดยตรงได้ จึงควรใช้วิธีการวัดโดยการ ใช้แบบสอบถามความคิดเห็นจากการตอบว่า “เห็นด้วย” “ไม่เห็นด้วย” ซึ่งจะเป็นข้อคำถาม เกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิดในเรื่องที่จะทำการศึกษามีเจตคติที่ดีหรือไม่ อย่างไร

1.8.5.4 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการ แก้ปัญหา

โดยปกติแล้วการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นในบริบทของการ สืบเสาะหาความรู้ หรือในบริบทของวิทยาศาสตร์ที่มีการลงมือปฏิบัติ (Practical Science) ซึ่งมี วิธีการหลายวิธีในการประเมินทักษะการแก้ปัญหา เช่น

1. การประเมินทักษะการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงในการแก้ปัญหา สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การสังเกตพร้อมทั้งคำถามเพื่อให้เกิดความชัดเจนว่านักเรียนกำลัง ทำอะไรหรือด้วยวิธีการให้นักเรียนอ่านงานที่จะต้องลงมือปฏิบัติ หรือบอกงานที่นักเรียนจะต้องทำ ให้นักเรียนทราบแล้วให้นักเรียนลงมือทำแล้วตอบคำถามลงในสมุดทดสอบ การสังเกตของครู เหมาะสำหรับการประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคล ขณะที่การลงมือปฏิบัติ กิจกรรมสามารถ ประเมินกับนักเรียนเป็นกลุ่มได้ ซึ่งนักเรียนทั้งกลุ่มนี้จะถูกประเมินด้วยกิจกรรมที่เหมือนกัน โดยการหมุนเวียนกันทำกิจกรรมในแต่ละ “สถานี” ซึ่งในแต่ละสถานีจะประเมินด้วยกิจกรรม ที่แตกต่างกัน

2. การสังเกตนักเรียนเป็นรายบุคคล ทำให้ครูสามารถประเมินทักษะ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาได้กว้างขึ้น ถึงแม้ว่าครูไม่ได้ให้นักเรียนบันทึกวิธีการในการสืบเสาะหา ความรู้มาก่อนการเริ่มต้นกิจกรรม ครูสามารถสังเกตลำดับขั้นตอนในการลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแก้ปัญหาของนักเรียนได้เช่นเดียวกันกับการตรวจสอบความถูกต้องในระหว่างการปฏิบัติการ ทดลองของนักเรียน ในระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนต้องทำการทดลองอย่างระมัดระวัง

ใช้สัญลักษณ์อย่างเหมาะสมในการสืบเสาะ และในระหว่างการวิเคราะห์และการตีความหมายข้อมูล นักเรียนต้องกระทำต่อข้อมูลเพื่อบ่งชี้ความสัมพันธ์ลงข้อสรุปที่เป็นไปตามข้อค้นพบที่ได้จากการสืบเสาะ

นอกจากนี้ ฌ็อง-ฌัก กูว์ซอง (2002: 156) ให้แนวความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาว่าการแก้ปัญหามีขั้นตอนที่แตกต่างกัน แต่โดยภาพรวมถือว่ามีความคล้ายคลึงกัน เมื่อนำขั้นตอนการแก้ปัญหามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มักจะนำขั้นตอนเหล่านี้มาหลอมรวมกันกับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แล้วมีการกำหนดขั้นตอนให้กระชับขึ้น การสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหานั้นอาจใช้รูปแบบของการกำหนดสถานการณ์ หรืออาจมีการดัดแปลงมาเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมที่ประยุกต์จากวิธีการของแฟลนเดอร์ อีกชั้นหนึ่งก็ได้

1.8.5.5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการตัดสินใจ

ในส่วนของการวัดผลการตัดสินใจนั้น ลาสกี และ แคมป์เบลล์ (ฌ็อง-ฌัก กูว์ซอง, 2002: 160 ; อ้างอิงจาก Laskey; & Campbell. 1991) แนะนำเอาไว้ว่า อาจทำได้ 2 วิธีคือ

1. การวัดผลอย่างเป็นทางการ อาจจะทำได้โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดหรือใช้การทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดผลอย่างไม่เป็นทางการ อาจจะทำได้โดยการสังเกตพฤติกรรม ซึ่งในการสังเกตพฤติกรรมนั้น หากมีการออกแบบสังเกตพฤติกรรมตามวิธีการของแฟลนเดอร์ ก็จะช่วยให้การสังเกตมีความชัดเจนและกลายเป็นการวัดผลอย่างเป็นทางการได้

ดังนั้นสรุปได้ว่า การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรมีการวัดพฤติกรรมให้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นด้านที่เกี่ยวกับการใช้สมองรับรู้ความคิด ด้านทักษะพิสัย เป็นด้านที่มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ทักษะทางสติปัญญา และทักษะการปฏิบัติการทดลอง และด้านจิตพิสัย เป็นการวัดความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมและการวัดความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงจะถือว่าการวัดและประเมินผู้เรียนได้อย่างครอบคลุมที่สุด

คะแนนจุดตัด

แฮมเบิลตัน (Hambleton. 1978 : 277 – 288) ให้ความหมายของคะแนนจุดตัดคือ คะแนนที่ได้จากการสอบ ซึ่งให้ผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม ตามความสามารถที่แตกต่างกัน เป็นกลุ่มรอบรู้ (Master) และกลุ่มที่ไม่รอบรู้ (Non-master)

เบอร์ (Berk. 1986: 138) ให้ความหมายของคะแนนจุดตัดว่า หมายถึง จุดที่ใช้แบ่งการแจกแจงของคะแนนออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเป็นคะแนนของผู้สอบที่จัดว่าเป็นผู้รอบรู้ และอีกส่วนหนึ่งเป็นคะแนนของผู้สอบที่จัดว่าเป็นผู้ไม่รอบรู้

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2526: 146) นิยามว่า เกณฑ์คือ คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มผู้สอบออกเป็นสอบได้ – สอบตก หรือผู้ที่มีสมรรถภาพหรือไม่มีสมรรถภาพ

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539: 266) ได้กล่าวว่า คะแนนจุดตัดเป็นคะแนนที่ใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการนำผลการสอบแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไปเปรียบเทียบกับว่า นักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำกว่าคะแนนจุดตัด ถ้าคะแนนสูงกว่าคะแนนจุดตัดแสดงว่านักเรียนเป็นผู้รอบรู้ (Master) สมควรที่จะผ่านไปเรียนจุดประสงค์การเรียนรู้ใหม่ต่อไป แต่ถ้าคะแนนสอบต่ำกว่าคะแนนจุดตัดก็แสดงว่านักเรียนไม่รอบรู้ (Non – master) ก็จะต้องกลับมาเรียนซ่อมเสริมในจุดมุ่งหมายในการเรียนนั้นอีก

สรุปได้ว่า คะแนนจุดตัด หมายถึง คะแนนที่ได้จากการสอบซึ่งใช้แยกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มรอบรู้ (Master) และกลุ่มไม่รอบรู้ (Non-master)

การกำหนดคะแนนจุดตัด

การกำหนดคะแนนจุดตัดล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2539: 268 – 295) ได้เสนอวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดไว้ 3 วิธี คือ

1. การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา (Judgmental Methods) วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินจากเนื้อหา และข้อสอบแต่ละข้อ แล้วนำมาคำนวณหาค่าคะแนนจุดตัด มีหลายวิธี

1.1 วิธีของนีเดสกี (Nedelsky. 1954)

1.2 เทคนิคของแองกอฟฟ์ (Angoff. 1971)

1.3 เทคนิคอีเบล (Ebel's Techinque. 1972)

2. การกำหนดคะแนนจุดตัดด้วยวิธีแบบผสม เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดที่มีทั้งวิธีพิจารณาดุลยพินิจและวิธีเชิงประจักษ์ (Judgment – Empirical) มีหลายวิธี เช่น วิธีกลุ่มตรงข้าม (Contrasting Groups) ของไซกี และ ลิวิงสตัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539: 285 ; อ้างอิงจาก Berk. 1980:105 ; citing Zieky; & Livindston. 1977) วิธีการของเบอร์ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539: 285 ; อ้างอิงจาก Berk. 1980) ซึ่งในที่นี้จะเสนอวิธีของ เบอร์ เพราะเป็นวิธีที่คำนวณง่าย และใช้กันมากในวงการวัดผล

2.1 การกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบโดยวิธีของเบอร์ก เป็นวิธีที่พิจารณาคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบก่อน โดยนำเอาคะแนนแจกแจงความถี่ระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียนและกลุ่มที่เรียนเนื้อหาขึ้นมาแล้วมาสร้างกราฟเพื่อพิจารณาจุดตัดของกราฟ แล้วกำหนดเกณฑ์แบบทดสอบเป็นเกณฑ์พยากรณ์ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 286) ถ้าใช้คะแนนจุดตัดจำแนกกลุ่มนักเรียนกลุ่มที่เรียนแล้ว (ได้รับการสอน) กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียน (ไม่ได้รับการสอน) จะได้ลักษณะกลุ่มนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ คือ กลุ่มที่รอบรู้จริง (True Master : TM) กลุ่มไม่รอบรู้จริง (True Nonmasters : TN) กลุ่มรอบรู้ไม่จริง (False Masters : FM) และกลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง (False Nonmasters : FN) การกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาดังนี้

2.1.1 การพิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้ความน่าจะเป็นในการตัดสินใจในการหาคะแนนจุดตัดซึ่งจะเป็นคะแนนพยากรณ์ จากตารางแสดงการจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

2.1.1.1 ความน่าจะเป็นของการรอบรู้จริง : $P(TM)$

2.1.1.2 ความน่าจะเป็นของการรอบรู้ไม่จริง : $P(FM)$

2.1.1.3 ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้จริง : $P(TN)$

2.1.1.4 ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้ไม่จริง : $P(FN)$

2.1.2 คะแนนจุดตัดที่เหมาะสม เป็นค่าที่ตัดสินใจจากการทดลองความน่าจะเป็นของเหตุการณ์หรือของแต่ละกลุ่ม ซึ่งคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมนั้นจะต้องสามารถพยากรณ์ความรอบรู้ของนักเรียนได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่จำแนก ดังนั้นคะแนนที่เหมาะสมจึงต้องพิจารณาจากความน่าจะเป็น 2 แบบ โดยให้ค่าความน่าจะเป็นแต่ละแบบมีลักษณะดังนี้

2.1.2.1 ค่าความน่าจะเป็นของการตัดสินใจถูกมีค่าสูงสุด
นั่นคือจะต้องหา $P(TM) + P(FN)$ สูงสุด

2.1.2.2 ค่าความน่าจะเป็นของการตัดสินใจผิดมีค่าต่ำสุด
นั่นคือจะต้องหา $P(TM) + P(FN)$ ต่ำสุด

2.1.2.3 การพิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง (Validity of Coefficient)

การพิจารณาค่าคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม นอกจากจะใช้วิธีความน่าจะเป็นในการตัดสินใจแล้ว ยังมีทางเลือกซึ่งสอดคล้องกัน นั่นคือ พิจารณาจากสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงจะแสดงให้เห็นว่าคะแนนจุดตัดในการจำแนกได้ดี

เพียงใด คำนวณได้จากสูตร

$$\phi_{vc} = \frac{P(TM) - BR(SR)}{BR(1 - BR)SR(1 - SR)}$$

จากสูตรจะเห็นว่า ถ้า $BR = SR$ แล้วจะทำให้ค่า ϕ_{vc} มีค่าสูงสุดเข้าใกล้ 1.00 แต่ถ้า BR, SR มีค่าไม่เท่ากันหรือแตกต่างกัน แล้วทำให้ค่า ϕ_{vc} ลดลง จากค่า ϕ_{vc} สามารถมาแปลความหมายได้ว่าถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด (ϕ_{vc}) มีค่ามาก แสดงให้เห็นว่าคะแนนจุดตัดมีความเหมาะสม

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรมีอยู่จำนวนมาก ผู้วิจัยนำเสนอในประเด็นเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้ได้แนวคิดในการที่จะนำไปเป็นแนวปฏิบัติในการออกแบบการวิจัยของผู้วิจัยในบทที่ 3 สรุปรายละเอียดของงานวิจัยได้ ดังนี้

กชกร ธิปัตติ (2539: 160 – 174) เรื่องการสร้างหลักสูตรเสริมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างซับซ้อนสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สูง ผลการทดลองใช้หลักสูตรพบว่า หลักสูตรสามารถพัฒนาให้นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยหลักสูตรเสริมที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการคิดอย่างซับซ้อนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดค้นผลงานที่แปลกใหม่สร้างสรรค์ได้

เปรมจิตร บุญสาย (2541: 265 – 323) เรื่องการพัฒนาหลักสูตรวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง ผลการทดลองใช้หลักสูตรพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรที่สร้างขึ้นมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองสอน และนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนทุกด้านสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรเดิมของสสวท.

จิต นวนแก้ว (2543: 91 – 125) เรื่องการพัฒนาความสามารถด้านการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือสำคัญคือแผนการสอนที่เน้นกระบวนการ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนที่ใช้แผนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดขั้นสูงมี

ความสามารถด้านการคิดขั้นสูงโดยรวมและการคิดแต่ละประเภทคือการคิดสร้างสรรค์ การคิด วิจัย วิจารณ์ การคิดประเมินผล การคิดตัดสินใจ และการคิดแก้ปัญหาหลังการทดลองมีระดับ ที่สูงขึ้น

ยุพร ริมชลการ (2543: 59 – 68) เรื่องการพัฒนาลักสูตรพีชคณิตสำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ พบว่าคะแนนที่ได้จากการ ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนลักสูตรพีชคณิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนลักสูตรพีชคณิต มีค่าเท่ากับ 59.11 ซึ่งมีค่ามากกว่าคะแนนจุดตัด (52 คะแนน)

วิจิตรพร หล่อสุวรรณ (2544: 10 – 123) เรื่องการพัฒนาลักสูตรเพื่อพัฒนาทักษะ การคิดอย่างมีวิจารณญาณในกระบวนการพยาบาล ผลการทดลองใช้ลักสูตรพบว่าทักษะการคิด วิचारณญาณในกระบวนการพยาบาลหลังการทดลองใช้ลักสูตรเสริมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่ม ควบคุมและสูงกว่าก่อนทดลองใช้ลักสูตรเสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมเกียรติ แก้วจรัสสุสันติ (2544: 54 – 80) เรื่องการพัฒนาศักยภาพปฏิบัติการวิชา เคมีสภาวะแวดล้อมเรื่องการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีในผัก สำหรับลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต ของสถาบันราชภัฏ ผลการทดลองพบว่า ผลการเรียนรู้ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการ เรียนบทปฏิบัติการสูงกว่าก่อนเรียน

ไชยรัตน์ ปราณี (2545: 204 – 228) เรื่องการพัฒนาลักสูตรให้สอดคล้องกับ สภาพแวดล้อมและความต้องการของท้องถิ่น โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน ผลการทดลองใช้ ลักสูตรพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความรู้สึกรักท้องถิ่นของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภัทราภรณ์ ภัทรโยธิน (2545: 177 – 204) เรื่องการพัฒนาลักสูตรรายวิชา พยาบาลผู้ใหญ่เพื่อส่งเสริมการคิดวิจารณ์ญาณ จากการนำลักสูตรไปใช้พบว่า นักเรียน มีความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณ ขณะทำงานกลุ่มภายหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปกรอบความคิดที่ได้จากกระบวนการวิจัยในการพัฒนาลักสูตร

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาลักสูตรที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อทำการวิเคราะห์ แล้วทำให้ผู้วิจัยได้แนวความคิดว่า ขั้นตอนของการวิจัยที่ใช้ในกระบวนการพัฒนาลักสูตร มีขั้นตอนและรายละเอียดปลีกย่อยในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณา

โดยภาพรวมแล้วพอที่จะสรุปได้ว่านักวิจัยส่วนใหญ่ใช้กระบวนการพัฒนาหลักสูตร 6 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐานสำหรับสร้างหลักสูตร
2. การสร้างหลักสูตรและการตรวจสอบเอกสารหลักสูตร
3. การประเมินหลักสูตรก่อนนำไปใช้
4. การปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปใช้
5. การทดลองใช้หลักสูตร
6. การปรับปรุงหลักสูตรหลังการทดลองใช้

ซึ่งในส่วนของข้อ 6 นั้น มีงานวิจัยบางฉบับไม่ได้ทำ จะมีเพียงการรายงานผลการทดลองใช้หลักสูตรและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรเท่านั้น แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ทำการทดลองเก็บข้อมูลในสถานศึกษา และมีครู/อาจารย์ในสถานศึกษาเป็นผู้วิจัยหรือผู้ช่วยนักวิจัย ถือว่าขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่จะต้องทำการปรับปรุงหลักสูตรไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้หลักสูตรที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้สามารถนำหลักสูตรที่ปรับปรุงนี้ไปใช้ได้ใหม่อีก อนาคตเป็นการรับประกันได้ว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

2.2.1 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

หอมหวน ใจชื่อ (2529: 63) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับครู พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532: 70) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมุติฐาน กับไม่มีสถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมุติฐาน พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

นันทเดช โชคถาวร (2532: 56) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นระบุแนวทางการแก้ปัญหาสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

วิมล ดำริห์ศิลป์ (2533: 56) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสร้าง และทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อิสริยา สิริวิทยาวรรณ (2534: 91) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทปโทรทัศน์สร้างสถานการณ์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีด้านทฤษฎีและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชุติมา วัฒนะศิริ (2536: 87) ได้ศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ สสวท. พบว่าความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539: 74) ศึกษาผลการสอนโดยใช้แผนที่มโนมิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านมโนมิต และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมิตทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนก ความสัมพันธ์ ทฤษฎีและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปภาวี ลิขิตบุญฤทธิ์ (2540: 62 – 63) ศึกษา และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นระดับของคำถามกับการสอนตามคู่มือครู

พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นระดับคำถามมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยรัตน์ แสงจันทร์ (2540: 55) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง กับการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

รพีพร ไตไทยะ (2540: 40) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหา ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2541: 126) ได้ศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน 2 คู่ คือ ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง

วรรณภา โพธิ์สอาด (2542: 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดวิจารณ์ญาณกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 3 สูงกว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดวิจารณ์ญาณมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริวรรณ ตะรุสานนท์ (2542: 93) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนในรายวิชาสังคมศึกษา โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุไรวรรณ รักดอน (2542: 97) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอส (SSCS) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบเอสเอสซีเอส มีผู้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 70 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบนี้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุษา จินเจนกิจ (2544: 91) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศุภลักษณ์ สนิธนา (2545: 142 – 143) ได้ศึกษาการคิดอภิमानโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การคิดอภิमानมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความถนัดทางการเรียน ความเชื่อในสมรรถภาพของตน เป้าหมายในการเรียนแบบมุ่งเรียนรู้ และเป้าหมายในการเรียนแบบมุ่งตนเอง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเป้าหมายในการเรียนแบบเลี้ยงงาน และความวิตกกังวลในการสอบ

สรุปงานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ระดับการศึกษาที่เกี่ยวข้องในการศึกษาวิจัย ประกอบด้วย ระดับประถมศึกษาจำนวน 5 ฉบับ ระดับมัธยมศึกษาจำนวน 13 ฉบับ และระดับอุดมศึกษาจำนวน 3 ฉบับ
2. การคิดวิจารณ์ญาณและการคิดอภิमान (Metacognition) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา
3. องค์ประกอบของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยวิธีสอน เช่น วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ วิธีสอนโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิธีสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS วิธีสอนแบบ 4 MAT เป็นต้น เทคนิคการสอน เช่น การอภิปราย การฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน การสอนโดยใช้เทคโนโลยีสร้างสถานการณ์ การสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ การสอนโดยใช้แผนที่มีโนมตี การสอนโดยใช้การเน้นระดับคำถาม การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง การสอนการแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เป็นต้น ระดับชั้นเรียน เช่น ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนโดยส่วนใหญ่มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ ความจำ และด้านการคิดค้นต่อไปอยู่ในระดับสูง รองลงมา ได้แก่ ด้านการใช้หลักการและด้านการนำไปใช้

2.2.2 งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

อีเนียอียี่จู (Eniayeju. 1983: 795 – 801) ได้เปรียบเทียบรูปแบบการสอน การใช้ชุดการเรียนการสอนโดยการสาธิตของครูกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง ต่อความเข้าใจในโมเมนต์ และทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาเคมีในระดับวิทยาลัย พบว่า การเรียนการสอนโดยการ เรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในโมเมนต์สูงกว่าการเรียนการสอนโดยการสาธิต ของครู และยังพบว่า การเรียนการสอนโดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นวิธีที่ทำให้นักศึกษามีทักษะ การแก้ปัญหาสูงกว่าการเรียนการสอนโดยการสาธิตของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กาเบล และ เซอร์วูด (Gabel; & Sherwood. 1983: 163 – 177) ได้ศึกษา เทคนิคการสอนที่จะช่วยในการแก้ปัญหาทางเคมีให้ง่ายขึ้น กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย จำนวน 609 คน จาก 8 โรงเรียน โดยมีรายละเอียดวิธีการสอนดังนี้

1. การเทียบหน่วย (Factor - label) โดยให้นักเรียนแสดงปัจจัยที่ควร ยกเลิกและปัจจัยที่ควรนำมากำหนดเพื่อคำนวณหาคำตอบให้ถูกต้อง
2. อุปมาอุปไมย (Analogies) โดยการให้ตัวอย่างที่คล้ายกันแก่นักเรียน เพื่อนำไปเป็นแนวคิดในการแก้ปัญหาอื่น ๆ
3. การเขียนแผนผัง (Diagrams) โดยให้นักเรียนใช้แผนผังที่สรุปมโนคติ ในแต่ละเรื่องแล้วนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
4. วิธีการสัดส่วน (Proportional) โดยการใช้ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ หาค่าของตัวแปรที่ต้องการทราบค่า

นำเทคนิคการสอนทั้ง 4 วิธีไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง 1) มโนคติของ โมล 2) กฎของแก๊ส 3) ปริมาณสัมพันธ์ และ 4) โมลาริตี พบว่า วิธีสอน แบบเทียบหน่วยเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการสอนมโนคติของโมล ส่วนวิธีการสัดส่วนเป็นวิธีที่กระตุ้น ความสนใจของนักเรียนน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการสัดส่วนเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการสอน เรื่องกฎของแก๊ส และเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความกังวลใจในการใช้สมการทาง คณิตศาสตร์ และความสามารถในการใช้เหตุผลกับความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางเคมี พบว่า นักเรียนที่มีความกังวลใจ ในการใช้สมการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในระดับสูงมีความสำเร็จ ในการแก้ปัญหาทางเคมีต่ำกว่านักเรียนที่มีความกังวลใจในการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ใน ระดับต่ำ และยังพบว่านักเรียนที่มีความสามารถในการใช้เหตุผลในระดับสูงมีความสำเร็จใน การแก้ปัญหาทางเคมีสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการใช้เหตุผลในระดับต่ำ

บันซ์ และ เฮคคิแนน (Bunce; & Heikkinen. 1986: 11 – 20) ได้ศึกษาผลของ การใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเคมีคำนวณ โดยกลุ่มทดลองสอน

โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอน และกลุ่มควบคุมสอนโดยการวิเคราะห์ 2 มิติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

แซนแดรน ;ทรีกัส; และโทบิน (Chandran; Treagust; & Tobin. 1987: 145 – 160) ได้ศึกษาบทบาทด้านการรู้คิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยศึกษาปัจจัยทั้งหมด 4 ปัจจัย คือ ความสามารถในการใช้เหตุผลตามรูปแบบ ความรู้พื้นฐานเดิม การศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระตามที่ได้รับมอบหมายและความสามารถในการจำ พบว่าปัจจัยด้านความรู้พื้นฐานเดิมและความสามารถในการใช้เหตุผลตามรูปแบบมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทิงเกิล (Tingle. 1988: 49 – 08A) ได้ศึกษาผลการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกันเป็นกลุ่มและการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลในการแก้ปัญหาทางเคมีเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาแบบร่วมมือกันเป็นกลุ่มมีการเรียนรู้อย่างมีความสุข

สตูซี่ (Stuessy. 1988: 41 – 53) ได้วิเคราะห์เส้นทางเพื่อศึกษารูปแบบการพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 190 คน พบว่า อายุและระดับสติปัญญาของนักเรียน เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สทาเวอร์ และคณะ (Staver; et al. 1989: 313) ได้สรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ และการสอนแบบแก้ปัญหาด้วยการลงมือปฏิบัติ โดยเปรียบเทียบกับวิธีสอนแบบเดิม พบว่า การสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาที่หลากหลายจะช่วยเพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหาแก่นักเรียนและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่คล้าย ๆ กันได้ และยังพบว่าสามารถเพิ่มทักษะความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

ชีฟาร์ดสัน (Shepardson. 1990: 51 – 09A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการแก้ปัญหา ปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน และทักษะการคิดในกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่สอนโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS โดยให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 5 กิจกรรม แล้วเก็บข้อมูลโดยการสังเกตการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน และการใช้ทักษะการคิดในขั้นตอนการแก้ปัญหา พบว่า การสอนโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิดในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน

แอทวอเตอร์ และ เอลิค (Atwater; & Alick. 1990: 157 – 172) ได้ศึกษาพัฒนาการด้านการรู้คิดและการแก้ปัญหาทางเคมีของเด็กนักเรียนชาวอเมริกันผิวดำในหัวข้อ

เรื่องปริมาณสัมพันธ์ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างการเลือกยุทธศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกับพัฒนาการด้านการรู้คิด และนักเรียนที่มีพัฒนาการด้านการรู้คิดอยู่ในขั้นปฏิบัติการนามธรรม จะประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาเรื่องโมลสูงกว่านักเรียนที่มีพัฒนาการรู้คิดอยู่ในขั้นปฏิบัติการรูปธรรม

บรันช์ กาเบล และ แซมมิล (Brunce; Gabel; & Samuel. 1991: 505 – 521) ได้ศึกษาการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางเคมี โดยใช้ลำดับขั้นในการแก้ปัญหา ดังนี้ 1) การให้รหัสข้อมูลในการแก้ปัญหา 2) การแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับความจำระยะยาว และ 3) การวางแผนในการแก้ปัญหา ก่อนที่จะมีการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ พบว่า การลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อนสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ผลสัมฤทธิ์นี้มีข้อจำกัดคือการขาดความเชื่อมโยงระหว่างความเข้าใจในโมติของนักเรียนกับการเพิ่มขึ้นของทักษะการแก้ปัญหา

คริสแนน (Krishnan. 1991: 870 – A) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดในวิชาเคมีโดยการสอนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนโดยใช้ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ กลุ่มที่สองเรียนโดยใช้ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาแบบเอกตบุคคล พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาแบบร่วมมือประสบผลสำเร็จในการเปลี่ยนแปลงความคิดในวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาแบบเอกตบุคคล

ลีรี (Leary. 1993: 54 – 03A) ได้ศึกษาผลของการใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเดิม และกลุ่มที่ 2 ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเดิม แต่เสริมด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ พบว่า

1. นักเรียนในกลุ่มที่เรียน โดยเสริมกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ มีคะแนนการเรียนรู้ทางเคมีสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการเรียนการสอนแบบเดิม
2. มีความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้มโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางเคมีเกี่ยวกับตัวเลข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะในกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเดิม แต่เสริมด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์
3. คะแนนการเรียนรู้มโนทัศน์ไม่สามารถพยากรณ์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีได้
4. ความสามารถในการคำนวณสามารถพยากรณ์คะแนนการเรียนรู้มโนทัศน์ได้

5. มีความสัมพันธ์กันระหว่างการเรียนรู้โน้ตส์และการแก้ปัญหาสำหรับกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเดิม แต่เสริมด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังโน้ตส์

ค็อช (Koch. 1995: 36 – 39) ได้ศึกษาเทคนิคการสอนการแก้ปัญหาทางเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิมกับวิธีการเขียนแผนภาพล่วงหน้า (Graphic Organizer) พบว่า วิธีการเขียนแผนภาพช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และยังทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานเพราะได้มองเห็นวิธีการคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

สทาเวอร์ และ ลัมป์ (Staver; & Lumpe. 1995: 177 – 193) ได้สำรวจความเข้าใจของนักศึกษาระดับวิทยาลัยในโมโนติเรอโมล และการนำโมโนติไปใช้ในการแก้ปัญหา พบว่า 1) นักศึกษาให้คำจำกัดความตามระบบ SI แต่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน 2) นักศึกษาอธิบายลักษณะทางตัวเลขระหว่างมวลอะตอม หรือมวลโมเลกุลและจำนวนโมลของสารในลักษณะที่ยังคลุมเครือ ขาดข้อมูลหรือใช้ความสัมพันธ์ไม่ถูกต้อง 3) มีความสัมพันธ์ระหว่างการให้คำจำกัดความของโมล และการอธิบายลักษณะตัวเลขระหว่างมวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลและจำนวนโมลของสาร 4) ความสัมพันธ์ในข้อ(3) มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง “โมล” ของนักศึกษา

โฟเลย์ (Foley. 1996: 3523 – A – 3524 - A) ได้ศึกษาผลของการสอนการแก้ปัญหาในวิชาเคมีเรื่องโมล โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือและการจัดข้อมูลให้สามารถมองเห็นได้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่มคือ 1) กลุ่มที่เรียนรู้แบบร่วมมือและจัดข้อมูลให้สามารถมองเห็นได้ 2) กลุ่มที่เรียนรู้แบบร่วมมือเพียงอย่างเดียว 3) กลุ่มที่เรียนรู้แบบจัดข้อมูลให้สามารถมองเห็นได้เพียงอย่างเดียว 4) กลุ่มควบคุมที่สอนโดยครู แล้ววัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า กลุ่มที่เรียนรู้แบบร่วมมือและจัดข้อมูลให้สามารถมองเห็นได้มีความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีเพิ่มสูงขึ้นมากกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบอื่นๆ

จิulichโน (Giuliano. 1997: 59 – 01A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการรู้คิดและยุทธศาสตร์การแก้ปัญหานักเรียนในห้องเรียนเคมีที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน โดยใช้ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหา 4 ยุทธศาสตร์ดังนี้ 1) ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหการใช้เหตุผลเชิงนิรนัย 2) ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาที่ใช้การคาดการณ์และการใช้เหตุผลเชิงอุปนัย 3) ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาที่ใช้ขั้นตอนแน่นอน 4) ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาที่ใช้การเปรียบเทียบและรูปแบบการระลึกได้พบว่านักเรียนที่มีโครงสร้างการรู้คิดที่คล้ายกันจะใช้ยุทธศาสตร์ของการแก้ปัญหาที่คล้ายกันและการกระทำของนักเรียนเมื่อมีการแก้ปัญหาในกลุ่มมีความสัมพันธ์กันกับโครงสร้างการรู้คิด

นอห์ และ สชาร์แมนน์ (Noh; & Scharmann. 1997: 199) ได้ศึกษาผลของการสอนวิชาเคมี เรื่องระดับโมเลกุลโดยใช้ภาพแสดงประกอบการเรียนการสอนกับการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีโนมิติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

จอลลี่ (Jolly. 1998: 95 – 09A) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากการเรียนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยแผนผังมโนทัศน์ ของนักเรียนเกรด 6 พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์มีการปฏิบัติการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนในรูปแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) ผลการทดสอบความสามารถด้านการรู้คิดขั้นสูงของนักเรียนเป็นสิ่งที่สามารถพยากรณ์การแก้ปัญหาของนักเรียนได้ด้วย 3) การปฏิบัติการแก้ปัญหาของนักเรียนชายและหญิงไม่แตกต่างกัน

อดิกวิ (Adigwe. 1998: 54 – 62) ได้ศึกษายุทธศาสตร์การสอนแก้ปัญหา 3 วิธี และผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเคมี 1) กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพยา มี 4 ขั้นตอนคือ การเข้าใจปัญหา การคิดวางแผนในการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนและการตรวจสอบการดำเนินการ 2) กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของเมททีส (PAM) 3) กลุ่มทดลองที่ 3 ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของเซลวีเรนัมและฟลาเซอร์ มี 5 ขั้นตอน 4) กลุ่มควบคุม ใช้รูปแบบวิธีการสอนแบบเดิม พบว่า การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบเมททีส (PAM) ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและมีเจตคติต่อการแก้ปัญหาสูงกว่ารูปแบบการสอนแก้ปัญหารูปแบบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่าทุกรูปแบบการแก้ปัญหาล้วนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นเรียงตามลำดับดังนี้ รูปแบบการแก้ปัญหาของเมททีส รูปแบบการแก้ปัญหของเซลวีเรนัม และฟลาเซอร์ รูปแบบการแก้ปัญหของ โพยา และรูปแบบการสอนแบบเดิมตามลำดับ

บอเมอร์ท และคนอื่นๆ (Baumert; et al. 1998: 1004) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน การควบคุมความเชื่อในเรื่องเฉพาะต่าง ๆ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เทคนิคการควบคุมความเชื่อในเรื่องเฉพาะต่าง ๆ และความสามารถทางสติปัญญามีอิทธิพลโดยตรงต่อเทคนิคการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ดอริ และ ฮามิรี (Dori; & Hameiri. 1998: 317 – 333) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์มิติในการแก้ปัญหาเคมีเชิงปริมาณ โดยมีการบูรณาการประเด็นสิ่งแวดล้อมเข้าไปในการสอนเคมี และเนื้อหาของปัญหามีความสัมพันธ์กับประเด็นทาง

สิ่งแวดล้อม เมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม มีแนวโน้มสูงขึ้น

ซัมเวย์ (Shumway. 1999: 60 – 11A) ได้เปรียบเทียบวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ – ร่วมมือกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ – แข่งขันและผลต่อการปฏิบัติการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มและเจตคติต่อการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบร่วมมือ – ร่วมมือ มีเจตคติทางบวกต่อการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบร่วมมือ – แข่งขัน และพบว่าคะแนนเฉลี่ยของการปฏิบัติการ ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

สโตนคิง (Stoneking. 1999: 37 – 06) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการจินตนาการรูปร่างโมเลกุลของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีในระดับวิทยาลัย โดยใช้แบบสอบถามการวินิจฉัยปัญหาทางเคมี เพื่อวัดจิตนาการในรูปร่างโมเลกุลและการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาไม่ได้เป็นดัชนีที่บอกลถึงว่านักเรียนมีจินตนาการในรูปร่างโมเลกุลและนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะการแก้ปัญหาและการจินตนาการรูปร่างโมเลกุลที่คล้าย ๆ กัน

ฟอสเตอร์ (Foster. 2000 : 61 – 05A) ได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนจากการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาเชิงคุณภาพ พบว่านักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหามีแนวโน้มที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมแต่พบว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมมีคะแนนของเกรดเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง

เอนเงแมนน์ (Engemann. 2000: 61 – 05A) ได้ศึกษายุทธศาสตร์การแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ/ผู้เริ่มฝึกหัด และปัจจัยด้านการรู้คิดเฉพาะกรณี กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ในมหาวิทยาลัย จำนวน 29 คน พบว่า การปฏิบัติการแก้ปัญหาทางเคมีของนักศึกษามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ ความสามารถทางสติปัญญา และพบความสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้นปีกับการปฏิบัติการแก้ปัญหา

วูล์ฟเฟอร์ (Wolfer. 2000: 61 – 05A) ได้ศึกษาความเข้าใจในวิชาเคมีเบื้องต้นในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักศึกษาในวิทยาลัย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเข้าใจในโมโนมิติทางเคมีและความสามารถในการคำนวณ เพื่อแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษามีการยอมรับที่จะทำความเข้าใจในธรรมชาติของสาร แต่ไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในเรื่องเหล่านี้ในการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาได้ และยังพบว่าโครงสร้างทางมโนมิติทางเคมีมีความสัมพันธ์กันกับความสามารถในการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาทางเคมี

เคิร์ก (Kirk. 2000: 61 – 05A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์รูปแบบของการคิด (การคิดอย่างอิสระด้วยตนเอง การคิดที่ต้องพึ่งพาคนอื่น)และ

มโนคติในตนเองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษา ในสหรัฐอเมริกา พบว่าการคิดอย่างอิสระด้วยตนเองมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ในการทำปฏิบัติการของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อ็อตท์ (Ott. 2001: 62 – 05A) ได้ศึกษาการใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของนักเรียนในการเรียน วิชาเคมีทั่วไป ในระดับวิทยาลัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสาธิตการทดลอง การเขียนและการประยุกต์ใช้เทคนิคการแก้ปัญหาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสาธิตการทดลองทักษะการแก้ปัญหา

วากเนอร์ (Wagner. 2001: 10 – 22) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้แผนภูมิอัตราส่วนโดยโมลและการวิเคราะห์ใน 2 มิติ สำหรับการสอน เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่มีหัวข้อย่อยคือ มโนคติเรื่องโมลการดุลสมการเคมี วิธีการทางพีชคณิตและการแปลความหมายของปัญหาสู่สมการทางคณิตศาสตร์ พบว่า การใช้แผนภูมิอัตราส่วนโดยโมล (The Mole Ratio Flow Chart = MRFC) เป็นวิธีการที่สามารถปฏิบัติได้ในการสอนการคำนวณเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้นในการทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชา

ดอริ และ ฮามิรี (Dori; & Hameiri. 2003: 278 – 302) ได้ศึกษาระบบการวิเคราะห์หลายมิติ สำหรับการแก้ปัญหาเคมีเชิงปริมาณ พบว่า อัตราความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางเคมีลดลงในขณะที่ปัญหามีความยากขึ้น และยังพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางเคมีสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ระดับการศึกษาที่เกี่ยวข้องในการศึกษาวิจัยประกอบด้วยระดับประถมศึกษาจำนวน 2 ฉบับ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 4 ฉบับ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 13 ฉบับ และระดับอุดม-ศึกษาจำนวน 4 ฉบับ
2. องค์ประกอบของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่
 - 2.1 วิธีการสอน เช่น วิธีการสอนโดยการแก้ปัญหตามขั้นตอนต่าง ๆ การแก้ปัญหแบบร่วมมือ การแก้ปัญหาด้วยการลงมือปฏิบัติ การแก้ปัญหโดยใช้รูปแบบ SSCS, รูปแบบของโพยา รูปแบบของเมททีส (PAM) และรูปแบบของเซลรีเรนัมและฟลาเซอร์
 - 2.2 เทคนิคการสอน เช่น การเทียบหน่วย การอุปมาอุปไมย การเขียนแผนผัง วิธีการสัดส่วน การเขียนแผนภาพลวงหน้า การใช้ภาพประกอบการสอน การวิเคราะห์มิติ การวิเคราะห์หลายมิติ และการสาธิตการทดลอง
 - 2.3 รูปแบบการเรียนการสอน เช่น การเรียนการสอนโดยการใช้ชุดการเรียนรู้
 - 2.4 ระดับชั้นเรียน

2.5 ความสามารถทางสติปัญญา

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. โครงสร้างการรู้คิดและลักษณะของการคิดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา

4. นักเรียนเพศชายและนักเรียนเพศหญิงมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ต่างกัน

5. ระดับพัฒนาการด้านการรู้คิด พบว่า นักเรียนที่มีระดับพัฒนาการรู้คิดอยู่ในขั้นปฏิบัติการนามธรรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่มีพัฒนาการด้านการรู้คิดอยู่ในขั้นปฏิบัติการรูปธรรม

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ

2.3.1 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ

บุญยิ่ง วรรณศิริกุล (2540: 81) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กิตติภูมิ ภิญญ (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคัดสรร ระดับความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาทางการพยาบาล พบว่าไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคัดสรรกับระดับความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา และไม่พบตัวพยากรณ์ที่สามารถทำนายความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหาทางการพยาบาลในชุมชนของนักศึกษาพยาบาลได้

ลาวัลย์ รักสัตย์ (2543: 90) ได้พัฒนาระบบการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา

สิ่งแวดล้อมด้วยเทคนิคอนุรักษ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงกว่า นักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปงานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ดังนี้

1. ระดับการศึกษาที่เกี่ยวข้องในการศึกษาวิจัยตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ

ความสามารถในการตัดสินใจ

3. องค์ประกอบของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการตัดสินใจ เช่น วิธีการสอนโดยใช้แบบฝึก เทคนิคการสอนโดยการอนุรักษ เป็นต้น

4. ปัจจัยคัดสรรไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา

2.3.2 งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ

พีเดอร์เซน และคนอื่นๆ (Pedersen; et al. 1988: 15 – 21) ได้ศึกษามผลของการตัดสินใจในการเรียนวิชาเคมีจากตำรากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาเคมี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่มคือ 1)กลุ่มที่ใช้คำถามเพื่อการตัดสินใจ 2) กลุ่มที่ใช้คำถามแต่ไม่ต้องการตัดสินใจ 3) กลุ่มที่ใช้คำถามในเนื้อหาบทเรียน 4) กลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ใช้คำถามเพื่อการตัดสินใจ มีความสามารถในการจำเนื้อหาในบทเรียนได้สูงกว่านักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนในกลุ่มที่ใช้คำถาม แต่ไม่ต้องการตัดสินใจมีความสามารถในการจำเนื้อหาในบทเรียนได้สูงกว่า นักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คอร์ทแลนด์ (Kortland. 1996: 673 – 689) ได้ศึกษากระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้ง พบว่า หลังจากนักเรียนได้เรียนโดยใช้บทเรียนแล้ว นักเรียนมีความเข้าใจในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งเพิ่มสูงขึ้น และสามารถอภิปราย ตรวจสอบข้อมูลด้วยความระมัดระวัง และสามารถใช้เป็นบรรทัดฐานในการประเมินทางเลือกหลากหลายเพื่อการตัดสินใจแก้ปัญหาได้

บราวน์ (Brown. 1998: 59 – 10A) ได้ศึกษานิยมติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เรียน วิชาชีววิทยาเรื่องพันธุศาสตร์ โดยการสอนที่ใช้กรณีศึกษาการสร้างจริยธรรมทางชีววิทยาและรูปแบบของการตัดสินใจ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนชีววิทยาโดยใช้กรณีศึกษาและรูปแบบการตัดสินใจ มีมโนคติทางชีววิทยาในเรื่องพันธุศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนในกลุ่มควบคุม ที่เรียนชีววิทยาโดยไม่ใช้กรณีศึกษาและรูปแบบการตัดสินใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ซีเจล (Siegel. 1999: 61 – 03A) ได้ศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจกับนักเรียนในเกรด 10 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการเพิ่มเติมประเด็นเกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในปัจจุบันมาให้ความสนใจในเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น มีความสามารถในการตัดสินใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบล (Bell. 1999: 60 – 09A) ได้ศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจในประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีกลุ่มทดลองคือ กลุ่มทดลองที่ 1 เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดถามเพื่อให้ตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มทดลองที่ 2 เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการวัดการตัดสินใจ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ยุทธศาสตร์การตัดสินใจของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม พบว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีการตัดสินใจในประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่แตกต่างกัน และยังพบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีมุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ลี (Lee. 2000 – 61 – 05A) ได้สำรวจพฤติกรรมการตัดสินใจในประเด็นสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม กับนักเรียนชาวอเมริกัน และนักเรียนชาวเกาหลีที่เรียนในระดับวิทยาลัย พบว่า นักเรียนชาวเกาหลีมีการประยุกต์ใช้ยุทธศาสตร์เพื่อการตัดสินใจมากกว่านักเรียนชาวอเมริกันแต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีการใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจไม่แตกต่างกัน

สรุปงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ดังนี้

1. ระดับการศึกษาที่เกี่ยวข้องในการศึกษาวิจัยตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป
2. องค์ประกอบของตัวแปรที่มีผลต่อความสามารถในการตัดสินใจ เช่น เทคนิค

การสอน อันประกอบด้วย เทคนิคการใช้คำถามเพื่อการตัดสินใจ รูปแบบการสอน ได้แก่ การใช้รูปแบบมาตรฐานของการตัดสินใจ รูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษา รูปแบบการสอนที่มีการเพิ่มเติมประเด็นเรื่องวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมไปในกิจกรรมการเรียนการสอน

กรอบความคิดในการวิจัย

จากสภาพปัญหาในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความสำคัญในการบูรณาการทักษะการคิดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของแนวคิดและรูปแบบในการพัฒนาหลักสูตร การบูรณาการการคิดในเนื้อหาวิชา การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ รวมทั้งความสนใจของผู้วิจัย จึงได้กำหนดกรอบความคิดในการวิจัยขึ้น โดยเริ่มจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน การประเมินความต้องการของครูและนักเรียน และการสัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตร ผู้ใช้หลักสูตรในโรงเรียนนำร่องและโรงเรียนในสหวิทยาเขตศีลานคร แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ให้ได้ประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร พบว่า หลักสูตรสถานศึกษายังขาดความสมบูรณ์ทั้งในด้านเอกสารประกอบหลักสูตร วิธีการสอน สื่อและอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ตลอดจนส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ต่ำทั้งทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญา โดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แนวทางว่าปัญหาที่เกิดขึ้น อาจใช้กระบวนการพัฒนาหลักสูตรเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงได้กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจโดยศึกษาแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler. 1949) ทาบา (Taba. 1962) โอลิวา (Oliva. 1992) และการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544) เป็นหลักสำคัญและจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาที่เน้นพัฒนาระบวนการคิด 2 ประเภท คือการแก้ปัญหาและการตัดสินใจในการพัฒนาหลักสูตรครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตร การประเมินหลักสูตรและการทดลองใช้หลักสูตร โดยมีความคาดหวังว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น จะเป็นหลักสูตรที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย ตลอดจนได้พัฒนาระบวนการคิดอันเป็นเป้าหมายหลักของการพัฒนาหลักสูตรนี้

ขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรมีรายละเอียด ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 4 ด้าน คือ ทฤษฎีในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตรและการประเมินความต้องการของครูและนักเรียนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน ปัญหาของหลักสูตรฉบับ

ปัจจุบันและเป็นแนวทางของการวางแผนหลักสูตรต่อไป

2. การสร้างหลักสูตร เป็นการกำหนดโครงสร้างหลักสูตรซึ่งประกอบด้วย หลักการ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร กำหนดเนื้อหาและรายละเอียด คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หลังจากนั้นนำไปตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มย่อย นำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตร เพื่อให้ได้หลักสูตรที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ต่อไป

3. การประเมินหลักสูตร เป็นการจัดทำเครื่องมือสำหรับประเมินคุณภาพของ หลักสูตร เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของหลักสูตรเป็นแบบทดสอบและแบบสอบถาม จำนวน 4 ฉบับคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

4. การทดลองใช้หลักสูตร เป็นการนำหลักสูตรที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง แล้วประเมินผลคุณภาพของหลักสูตรโดยใช้เครื่องมือ 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ก่อนนำหลักสูตรไปใช้ได้นำหลักสูตรไปฝึกอบรมครูผู้สอน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อม และทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตร ดังนั้นจึงประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนคือ การฝึกอบรมครูผู้สอน โดยมีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่ครูผู้สอน เป็นเวลา 2 วัน ให้ครูผู้สอน วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้เข้าใจถึงการนำหลักสูตรสถานศึกษาไปใช้ให้เกิด ประสิทธิภาพสูงสุด และการทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นการประเมินหลักสูตร โดยการศึกษาผลการใช้หลักสูตรในด้านต่าง ๆ คือด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

จากกรอบความคิดในการวิจัยข้างต้นนี้ ผู้วิจัยมีความมุ่งหวังว่าจะได้หลักสูตร สถานศึกษาที่มีประสิทธิภาพ สามารถส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนเกิดผลการเรียนรู้ ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ได้ตั้งไว้ครบทุกประการ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเป็นการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา มีขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน
2. การสร้างหลักสูตร ประกอบด้วย
 - 2.1 การจัดทำหลักหลักสูตร
 - 2.2 การตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตร
 - 2.3 การทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มย่อย
 - 2.4 การปรับปรุงหลักสูตร
3. การประเมินหลักสูตร เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วย
 - 3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
4. การทดลองใช้หลักสูตร
 - 4.1 การฝึกอบรมครูผู้สอน
 - 4.2 การทดลองใช้หลักสูตร

การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรในแต่ละขั้นตอน สรุปในรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาเอกสารและสำรวจข้อมูลพื้นฐานในการสร้างหลักสูตรจากข้อมูลพื้นฐาน 4 ด้าน คือ 1) ทฤษฎีในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา 2) หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 3) การสัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตร 4) การประเมินความต้องการของครูและนักเรียนด้วยวิธีการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากเอกสารการพัฒนาหลักสูตรและการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา
2. ประเมินความต้องการของครูและนักเรียน เพื่อให้ทราบระดับความต้องการ

ในการสร้างหลักสูตรสถานศึกษาที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

3. สัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตรเพื่อให้ทราบปัญหาในการจัดทำหลักสูตรและการใช้หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ทราบระดับความต้องการและประเด็น ข้อสังเกต ซึ่งเป็นแนวทางในการสร้างหลักสูตร

รายละเอียดขั้นตอนของการศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐานมี ดังนี้

1. ชนิดของข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ศึกษา
 - 1.1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีในการพัฒนาหลักสูตร ทฤษฎีและหลักการสอน ทักษะการคิด หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หลักการวัดและประเมินผล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การสร้างหน่วยการเรียนรู้
 - 1.2 การประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง เป็นการประเมินความต้องการในเรื่องแบบแผนของหลักสูตร ลักษณะการจัดการหลักสูตร การใช้หลักสูตร การบูรณาการทักษะการคิดเข้าไปในหลักสูตร การวัดและประเมินผลหลักสูตร เพื่อนำมาใช้ในการสร้างหลักสูตรต่อไป
 - 1.3 การสัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตร เกี่ยวกับปัญหาของการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาและปัญหาเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรสถานศึกษา เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรต่อไป
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 2.1 ประชากร
 - 2.1.1 ประชากรที่ใช้ในการประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง ประกอบด้วย ครูผู้สอนรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกลุ่มพัฒนาคุณภาพการศึกษาสิบลานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 จำนวน 16 คน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 603 คน และผู้ปกครองจำนวน 603 คน
 - 2.1.2 ประชากรที่ใช้ในการสัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตร ประกอบด้วย ครูผู้จัดทำหลักสูตรและใช้หลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายรายวิชาเคมีในกลุ่มพัฒนาคุณภาพการศึกษาสิบลานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 จำนวน 16 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

2.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจงจากประชากรในข้อ 2.1.1 ประกอบด้วย ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกลุ่มพัฒนาคุณภาพการศึกษาศิลานคร จำนวน 10 คน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 40 คน และผู้ปกครองนักเรียนจำนวน 18 คน

2.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจงจากประชากรในข้อ 2.1.2 ประกอบด้วย ครูผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตรสถานศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายรายวิชาเคมี ในกลุ่มพัฒนาคุณภาพการศึกษาศิลานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 จำนวน 16 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ และแบบสัมภาษณ์ปลายเปิดเพื่อสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการจัดทำหลักสูตรและใช้หลักสูตร มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิเคราะห์ลักษณะของการออกแบบกิจกรรมในหลักสูตร การบูรณาการ การสอนทักษะการคิด การวัดและประเมินผลหลักสูตร

3.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 แบบประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง

นำสาระจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในข้อ 3.1 มากำหนดเป็นสาระในแบบประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง ได้สาระสำคัญมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1.1 ความต้องการด้านเนื้อหาของหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

3.2.1.2 ความต้องการด้านการบูรณาการทักษะการคิด

3.2.1.3 ความต้องการด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.1.4 ความต้องการด้านสื่อและอุปกรณ์การทดลอง

3.2.1.5 ความต้องการด้านการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

3.2.2 แบบสัมภาษณ์ปลายเปิด

นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูผู้ร่วมวิจัย 2 ท่าน มากำหนดเป็น

คำถามสำหรับใช้สัมภาษณ์ครูผู้จัดทำและใช้หลักสูตรสถานศึกษา มีรายละเอียดในการสัมภาษณ์ประเด็นหลัก 2 เรื่องคือ ปัญหาของการจัดทำหลักสูตรและการใช้หลักสูตรสถานศึกษา

3.3 การตรวจสอบเครื่องมือ

นำแบบประเมินความต้องการของครูให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบการแก้ไขจำนวนของคำถามและตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำไปสำรวจความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครองกับครู นักเรียนและผู้ปกครองซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ตามวิธีการของ ครอนบาค

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

เก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล ตามรายละเอียดดังนี้

4.1 การสำรวจความต้องการของครู นักเรียน และผู้ปกครอง ในการสร้างหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 กลุ่มตัวอย่างการสำรวจความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง

นำแบบสำรวจความต้องการไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจากครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 10 คน นักเรียนจำนวน 40 คน และผู้ปกครองนักเรียนจำนวน 18 คน จากการสุ่มแบบเจาะจง มีรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของครู นักเรียนและผู้ปกครองดังนี้

ตาราง 2 แสดงกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง

กลุ่มตัวอย่าง	เพศ	จำนวน
ครู	ชาย	5
	หญิง	5
นักเรียน	ชาย	16
	หญิง	24
ผู้ปกครอง	ชาย	8
	หญิง	10

4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

รวบรวมข้อมูลจากแบบสำรวจความต้องการ โดยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของระดับความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครองแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับดังนี้

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.50 – 3.00 หมายถึงระดับความต้องการมาก

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51 – 2.49 หมายถึงระดับความต้องการปานกลาง

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.50 หมายถึงระดับความต้องการน้อย

ผู้วิจัยได้คัดเลือกหัวข้อที่ครู นักเรียนและผู้ปกครองแสดงระดับความต้องการ ที่มีระดับความต้องการตั้งแต่ 2.50 ขึ้นไป มาใช้เป็นหัวข้อเรื่องในการนำมาสร้างเป็นหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจต่อไป

4.2 การสัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตร

4.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์

นำแบบสัมภาษณ์ปลายเปิด ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจากครูในกลุ่มพัฒนาคุณภาพการศึกษาศิลานคร จำนวน 16 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงเป็นประเด็นและข้อสังเกตในการพัฒนาหลักสูตรต่อไป

2. การสร้างหลักสูตร

การสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเป็นแนวทางในการสร้างหลักสูตร ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ประกอบด้วย

2.1 การจัดทำหลักสูตร

2.2 การตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร

2.3 การประเมินหลักสูตรโดยการนำไปทดลองใช้

2.4 การปรับปรุงหลักสูตร

ขั้นตอนของการสร้างหลักสูตร สามารถสรุปในรายละเอียดได้ดังนี้

2.1 การจัดทำหลักสูตร

ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นำมากรอบแนวคิดในการจัดทำหลักสูตร การจัดทำสาระของหลักสูตร สาระการเรียนรู้รายปี/รายภาค ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ โดยการกำหนดเวลา หน่วยกิต จัดทำคำอธิบายรายวิชา

หน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนย่อยๆ ของการพัฒนาหลักสูตรได้กำหนดรายละเอียดจากผลการศึกษาระเบียบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผลจากการประเมินความต้องการและความจำเป็นของครู ผลจากการสัมภาษณ์ผู้จัดทำและผู้ใช้หลักสูตร มาเป็นข้อสนเทศในการจัดทำหลักสูตร มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. การจัดทำสาระรายปี/รายภาค โดยการวิเคราะห์จากมาตรฐานการเรียนรู้ พื้นฐานและสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สาร และสมบัติของสาร ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนได้บรรลุผลตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
2. การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากนักเรียน โดยรวมถึงการพัฒนาพุทธิพิสัยทั้ง 3 ด้าน คือการพัฒนากระบวนการ ความรู้ความสามารถ และคุณลักษณะ
3. การกำหนดหลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยกำหนดให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความจำเป็น โดยมีความคาดหวังว่า ถ้านักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ แล้วจะได้รับการแก้ไขปัญหาและสนองความต้องการ ตามสภาพปัจจุบันปัญหานั้นๆ
4. การกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตร กำหนดให้สอดคล้องกับหลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรโดยคาดหวังว่าเมื่อดำเนินตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรแล้วจะบรรลุตามหลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
5. การจัดทำคำอธิบายรายวิชา โดยการพิจารณาจากผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้รายปี รายภาคที่ได้กำหนดไว้แล้ว นำมาเรียบเรียงเป็นคำอธิบายรายวิชา ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาและรายละเอียดของรายวิชา
6. การกำหนดเนื้อหาและรายละเอียดของรายวิชาตามรายละเอียดจากข้อมูล ดังนี้
 - 6.1 ข้อมูลจากการประเมินผลความต้องการและความจำเป็นของครู นักเรียน และผู้ปกครอง
 - 6.2 ข้อมูลจากการศึกษาหลักการและแนวคิด ทฤษฎีในการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
7. การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากสาระการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกันให้เป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจ สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ในเรื่องปริมาณสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้แบ่งหน่วยการเรียนรู้เป็น 7 หน่วยการเรียนรู้
8. การจัดทำแผนการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย ที่ผู้เรียนจะได้

ปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ โดยนำเสนอยุทธศาสตร์การสอนเนื้อหาที่บูรณาการเข้ากับการสอนทักษะการคิดแก้ปัญหา และตัดสินใจเข้าไปด้วย เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และตัดสินใจของนักเรียน โดยการนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการแก้ปัญหา และการตัดสินใจของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 143 – 144) ตามกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการตัดสินใจดังนี้

กระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. การกำหนดปัญหา
2. การทำความเข้าใจปัญหา
3. การวางแผนแก้ปัญหา
4. การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา
5. การตรวจสอบการแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

กระบวนการตัดสินใจ 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. การกำหนดเป้าหมายของการตัดสินใจ
2. การสร้างทางเลือก
3. การวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของทางเลือก
4. การจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก
5. การตัดสินใจทางเลือก
6. การนำทางเลือกที่ดีที่สุดไปใช้

9. การกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือ เพื่อใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในด้านต่างๆ จำนวน 5 ฉบับ มีรายละเอียดดังนี้

9.1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 43 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนในการสร้างดังนี้

9.1.1 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา จุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

9.1.2 สร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณาสัดส่วนของข้อสอบในแต่ละพฤติกรรมโดยครอบคลุมทั้งพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้

9.1.3 พิจารณาคำถามของข้อสอบแต่ละข้อ โดยคำนึงถึงการใช้คำถาม

ตัวเลือก ตัวลงที่ดี

9.2 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การทดลองและออกแบบการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ซึ่งเป็นแบบทดสอบจำนวน 35 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ และแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก พร้อมแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ จำนวน 14 ข้อ แบบทดสอบนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองเกี่ยวกับเนื้อหาและกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

9.2.1 วิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ได้แนวคิดในการออกข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในด้านต่างๆ

9.2.2 สร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและกิจกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณาสัดส่วนข้อสอบในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้เหมาะสม

9.2.3 พิจารณาคำถามของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยคำนึงถึงการใช้คำถามตัวเลือก ตัวลงของข้อสอบแต่ละข้อ

9.3 ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ทั้ง 6 ด้านคือ ด้านความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้าง ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ความเพียรพยายาม ความรอบคอบก่อนตัดสินใจ และวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 50 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

9.3.1 กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของเนื้อหาที่ต้องการทราบข้อเท็จจริง

9.3.2 กำหนดลักษณะคำถามโดยเลือกใช้คำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า

9.3.3 เขียนชุดคำถามของแบบสอบถามให้ครอบคลุมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 6 ด้าน และวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ รวม 50 ข้อ

9.4 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เครื่องมือที่ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เป็นแบบทดสอบมีจำนวน 41 ข้อ รวม 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 26 ข้อ ตอนที่ 2 แบบเลือกตอบ

พร้อมแสดงเหตุผล จำนวน 11 ข้อ และตอนที่ 3 แบบเขียนตอบพร้อมแสดงวิธีคำนวณหาคำตอบ จำนวน 5 ข้อ แบบทดสอบ 3 ตอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีสาระเกี่ยวกับเนื้อหา และกิจกรรมในวิชา ที่เรียน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

9.4.1 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา จุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

9.4.2 กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสม ให้ครอบคลุมทั้งมโนคติ การคำนวณและการปฏิบัติการทดลอง

9.4.3 เขียนข้อสอบตามจำนวนข้อที่กำหนดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ได้ข้อสอบรวม 41 ข้อ

9.4.4 พิจารณาคำถามในแต่ละข้อ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและ เนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้และตรวจสอบการใช้คำถาม ตัวเลือกและตัวลวงในแต่ละข้อ

9.5 แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงาน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะลงมือปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบสังเกต พฤติกรรมและแบบประเมินผลงานของฮอฟสไตน์ ฮอร์และคิพนิส (Hoftein, A. ; Shore, R. ;& Kipnis, M. 2004: 47 – 62) ลักษณะของเครื่องมือ ได้แบ่งรูปแบบของการประเมินเป็น 2 แบบ คือ การประเมินจากการสังเกตของครู สิ่งที่ประเมิน ประกอบด้วย ทักษะการสื่อสาร ทักษะ การสังเกต ความร่วมมือในกลุ่ม ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ การตัดสินใจ การปฏิบัติการ แก้ปัญหาและการประเมินจากการตรวจรายงานนักเรียน สิ่งที่ประเมิน ประกอบด้วย การกำหนด ปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การบันทึกผล การสรุปและอภิปรายผล การเขียนรายงานกลุ่ม โดยแต่ละรายการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่ 1 – 4 และกำหนดเกณฑ์ การให้คะแนน (ดังภาคผนวก ค)

2.2 การตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร

การประเมินหลักสูตรในขั้นตอนนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อประเมินความเหมาะสม และ ความสอดคล้องของหลักสูตร ตลอดจนแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องของหลักสูตร โดยมีขั้นตอนสรุป การประเมินหลักสูตร มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

2.2.1 การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นขั้นตอนการประเมินหลักสูตร โดยการ ตรวจสอบคุณภาพและความเหมาะสมของหลักสูตร เอกสารประกอบหลักสูตร ได้แก่ หลักสูตร แผนการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้าน หลักสูตร ด้านการสอน และนักวิทยาศาสตร์ศึกษามีรายละเอียดดังนี้

2.2.1.1 สิ่งที่ประเมิน ประกอบด้วย

2.2.1.1.1 ความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร เป็นการพิจารณาว่า ส่วนประกอบต่างๆ ของหลักสูตร มีความเหมาะสมเพียงใด ได้แก่ ความจำเป็นของหลักสูตร หลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร หน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์ การวัดและประเมินผล

2.2.1.1.2 ความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร เป็นการพิจารณา ส่วนประกอบต่างๆ ของหลักสูตร ว่ามีความสอดคล้องกันเพียงใด ส่วนประกอบที่จะทำการ ประเมิน คือความสอดคล้องระหว่างหลักการและจุดมุ่งหมาย จุดมุ่งหมายกับเนื้อหาวิชา หลักการ กับเนื้อหาวิชา เนื้อหาวิชากับกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาวิชากับแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้กับสื่อ/อุปกรณ์ แผนการจัดการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล เนื้อหาวิชา กับ การวัดและประเมินผล และกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล

2.2.1.1.3 ความคิดเห็นเพิ่มเติม เป็นการให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมของ ผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรต่อไป

2.2.1.2 ผู้ประเมินคุณภาพหลักสูตร ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน (ภาคผนวก ก)

2.2.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ใช้แบบประเมินโครงร่างหลักสูตร ประกอบด้วย 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร ใช้เครื่องมือ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 การประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร ใช้เครื่องมือ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือสอดคล้อง ไม่แน่ใจ และ ไม่สอดคล้อง

ตอนที่ 3 การประเมินความคิดเห็นเพิ่มเติม เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมิน มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมใน องค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร ประกอบด้วย ภาพรวมของหลักสูตร หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา เนื้อหาและกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์ การวัดและประเมินผล

2.2.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้อง

ของโครงร่างหลักสูตร และการให้ความคิดเห็นเพิ่มเติม ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

2.2.1.5 วิธีการจัดกระทำข้อมูล

เมื่อได้รับแบบสอบถามคืนจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์เพื่อแปลความหมาย ดังนี้

2.2.1.5.1 การพิจารณาความเหมาะสม แปลความหมายระดับความเหมาะสม จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ มีน้ำหนักของคะแนนความเหมาะสม ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยของน้ำหนักคะแนนแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ในการพิจารณาค่าความเหมาะสม ผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์เบื้องต้นว่าหลักสูตรมีคุณภาพเหมาะสมมาก

2.2.1.5.2 การพิจารณาความสอดคล้อง แปลความหมายระดับความสอดคล้องจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีน้ำหนักคะแนนความสอดคล้อง ดังนี้

สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น 1

ไม่แน่ใจ กำหนดคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง กำหนดคะแนน -1

ในการพิจารณาค่าความสอดคล้อง พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้อง

2.2.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ มาแจกแจงเพื่อพิจารณาความเหมาะสม โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนการพิจารณาความสอดคล้องใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2.3 การประเมินหลักสูตรโดยการนำไปทดลองใช้

ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน ขวาววิทยาการ จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากนักเรียนทั้งหมด จำนวน 3 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ระหว่างวันที่ 7 – 25 มีนาคม 2548 ระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยสังเกตกิจกรรมการจัดการเรียนรู้พร้อมทั้งบันทึกวีดิทัศน์ทุกชั่วโมงหลังสิ้นสุดกิจกรรมทุกวัน ครูที่ร่วมวิจัย และผู้วิจัย ร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการจัดกิจกรรม เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดของ กิจกรรมและการจัดหาแหล่งเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์ ที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสมต่อไป

2.4 การปรับปรุงหลักสูตร

ขั้นตอนนี้เป็นกรนำข้อมูลจากขั้นตอนการประเมินหลักสูตรโดยการนำไปทดลองใช้ และทั้งจากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้อง เพื่อนำมาเป็นข้อมูล ในการปรับปรุงและแก้ไขในส่วนที่บกพร่องทั้งในด้านตัวหลักสูตร เอกสารประกอบหลักสูตรและ เครื่องมือวัดในด้านต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ สรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

2.4.1 นำผลการประเมินในขั้นตอนที่ 2.2 ซึ่งได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และการนำหลักสูตรไปทดลองใช้ในขั้นตอนที่ 2.3 มาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาให้สมบูรณ์ ใน ส่วนประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรดังนี้

2.4.1.1 หลักการ จุดมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

2.4.1.2 คำอธิบายรายวิชา

2.4.1.3 เนื้อหา

2.4.1.4 หน่วยการเรียนรู้

2.4.1.5 แผนการจัดการเรียนรู้

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- กิจกรรมการเรียนรู้
- สื่อประกอบการเรียน
- การวัดและการประเมินผล

2.4.1.6 เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- แบบสอบถามเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

3. การประเมินหลักสูตร

เป็นขั้นตอนที่ทำต่อเนื่องจากการตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญและได้มีการปรับปรุงคุณภาพเครื่องมือแล้วนำไปหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 100 คน ข้อมูลที่ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรและเครื่องมือวัดทั้ง 4 ฉบับ เพื่อใช้ในขั้นตอนที่ 2.3 ต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วย (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพหลักสูตรเป็นแบบทดสอบและแบบสอบถามที่นำไปใช้วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

การหาคุณภาพเครื่องมือทั้ง 4 ฉบับ คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจโดยการนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขวาววิทยาคาร โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคมและโรงเรียนวังหลวงวิทยาคม ทำการทดสอบกับนักเรียนจำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือแต่ละฉบับ มีขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือแต่ละฉบับ ดังนี้

3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบทดสอบที่วัดผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

3.1.1 ข้อสอบเป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 43 ข้อ ซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และมีค่า IOC มากกว่า 0.5 และได้ปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแล้ว นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขวาววิทยาคาร โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม และโรงเรียนวังหลวงวิทยาคม ที่ได้เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 100 คน

3.1.2 ตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ดังนี้ ข้อที่ตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์แบบทดสอบ

เป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ (TAP) แล้วเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 – .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 – .74 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .17 ถึง .87 (ภาคผนวก ง)

3.1.3 ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 40 ข้อ นำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน ได้แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

3.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย การให้นิยามเชิงปฏิบัติการและตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการออกแบบการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 แบบทดสอบมี 2 แบบ แบบที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 21 ข้อ แบบที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก พร้อมแสดงเหตุผล ซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 และได้ปรับปรุงตามที่ยุ่เชี่ยวชาญ

3.2.2 แบบทดสอบที่ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเสถภูมิพิทยาคม โรงเรียนขวาววิทยาคาร โรงเรียนวังหลวงวิทยาคม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 100 คน

3.2.3 ตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ดังนี้ ในตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ตอนที่ 2 แบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก พร้อมแสดงเหตุผล ให้ข้อที่ตอบถูกพร้อมแสดงเหตุผลได้ถูกต้องให้ 2 คะแนน ตอบถูกแต่แสดงเหตุผลไม่ถูกต้องหรือสอดคล้อง ให้ 1 คะแนนและข้อที่ตอบไม่ถูกให้ 0 คะแนน โดยผู้ร่วมวิจัยและครูผู้ร่วมวิจัย 1 คน เป็นผู้ตรวจให้คะแนน สหสัมพันธ์ของการให้คะแนนมีค่าเท่ากับ 0.84 เมื่อตรวจให้คะแนนเรียบร้อยแล้ว ข้อสอบตอนที่ 1 นำมาวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.81 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.15 – 0.56 ข้อสอบตอนที่ 2 นำมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของวินิย์และซาเบอร์ (โกวิท ประวาลพุกษ์ ; อ้างอิงจาก Whitney, D.R.; Sabers, D.L.) พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกข้อสอบรายข้อ (Index of Discrimination) อยู่ระหว่าง 0.28 – 0.73 (ภาคผนวก ง)

3.2.4 ข้อสอบทั้งฉบับ ซึ่งมีค่าความยากง่าย และมีค่าอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์

ทั้งหมด 35 ข้อ นำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (α) ได้แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.63

3.3 แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ทั้ง 6 ด้าน คือด้านความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้าง ความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง ความเพียรพยายาม ความรอบคอบก่อนตัดสินใจและวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ศึกษาความหมาย ขอบเขตของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการเขียนคำถาม

3.3.2 เขียนคำถามให้ครอบคลุมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมทั้ง 6 ด้าน และครอบคลุมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ รวม 50 ข้อ

3.3.3 แบบสอบถามที่ได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมด้านต่างๆ ของเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.3.4 แบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วนำไปสอบถามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม โรงเรียนขวาววิทยาคาร และโรงเรียนวังหลวงวิทยาคม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 100 คน

3.3.5 ตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ดังนี้ เจตคติด้านบวก ให้ระดับความคิดเห็นเป็น 5, 4, 3, 2, และ 1 ตามลำดับ ส่วนเจตคติด้านลบให้ระดับความคิดเห็นเป็น 1, 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ แล้วคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกข้อสอบรายข้อ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.58 คำนวณค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.87 (ภาคผนวก ง)

3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจตามขั้นตอนต่าง ๆ คือ การกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหาและการประเมินผลการแก้ปัญหา การตรวจสอบการแก้ปัญหา และการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาในหลักสูตร แล้วทำการวิเคราะห์เนื้อหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ดังรายละเอียดเบื้องต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว

3.4.2 ออกข้อสอบตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

3.4.2.1 การแก้ปัญหาแบบเขียนตอบจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

3.4.2.2 การแก้ปัญหาแบบเขียนตอบโดยการแสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบ

3.4.2.3 การตัดสินใจแบบเขียนตอบพร้อมแสดงเหตุผล

รวมข้อสอบทั้ง 3 ลักษณะ จำนวน 41 ข้อ

3.4.3 แบบทดสอบที่ได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม และเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหามากกว่า 0.5 ขึ้นไป

3.4.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม โรงเรียนขวาววิทยาคาร และโรงเรียนวังหลวงวิทยาคม จำนวน 100 คน

3.4.5 ตรวจให้คะแนนโดย (1) การแก้ปัญหาแบบเขียนตอบจากสถานการณ์ ปัญหา ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน (2) การแก้ปัญหาแบบเขียนตอบพร้อมแสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบ ตอบถูกแต่ละคำถามย่อยให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน (3) การตัดสินใจแบบเขียนตอบพร้อมแสดงเหตุผล ถ้าเลือกและแสดงเหตุผลได้สอดคล้องกันให้ 2 คะแนน ถ้าเลือกแต่แสดงเหตุผลไม่สอดคล้องหรือไม่เขียนตอบให้ 0 คะแนน โดยการตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัย 1 คน เป็นผู้ตรวจให้คะแนน สหสัมพันธ์ของการให้คะแนนเท่ากับ .88 เมื่อตรวจคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์รายข้อหาความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของ วิทนีย์ และ ซาเบอร์ เลือกข้อสอบที่มีความยาก (p) ระหว่าง .20 – .80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้ต่อไป

3.4.6 ข้อสอบที่คัดเลือกไว้ ซึ่งมีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ทั้งหมด 41 ข้อ นำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร Coefficient Alpha ได้แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.63

4. การทดลองใช้หลักสูตร

การทดลองใช้หลักสูตร เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยการประเมินจากผลของการใช้หลักสูตรของนักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ ในชั้นตอนนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนดังนี้

4.1 การฝึกอบรมครู

4.2 การทดลองใช้หลักสูตร

รายละเอียดของขั้นตอนการทดลองหลักสูตรมีดังนี้

4.1 การฝึกอบรมครูผู้สอน

หลักสูตรที่ผ่านการประเมินหาประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญและจากการนำไปทดลองใช้และได้มีการปรับปรุงตามคำแนะนำแล้วนำไปฝึกอบรมครูผู้สอนจำนวน 1 คน ระหว่างวันที่ 9 – 10 พฤษภาคม 2548 เพื่อใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยอบรมครูผู้สอนได้มีความรู้ความเข้าใจในหัวข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้

4.1.1 หลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

4.1.2 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

4.1.3 เนื้อหาและรายละเอียดของเนื้อหา

4.1.4 หน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้

4.1.5 การวัดและการประเมินผลในด้านต่างๆ

โดยผู้วิจัยเป็นวิทยากรในการฝึกอบรมและครูผู้สอนในกลุ่มทดลองหลักสูตรก่อนนำไปใช้เป็นผู้ช่วยวิทยากร การฝึกอบรมครูจะจัดในรูปแบบของการประชุมเชิงปฏิบัติการเป็นเวลา 2 วัน ซึ่งมีแผนการจัดกิจกรรมดังนี้

วันที่ 1

- การให้กรอบแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตร
- แนวทางในการสอนทักษะการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
- เทคนิคการสอนทักษะการคิด การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้
- การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- ประชุมปฏิบัติการหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และ 2

วันที่ 2

- ประชุมปฏิบัติการหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 – 7
- การอภิปราย ชักถามและให้ข้อเสนอแนะ

4.2 การทดลองใช้หลักสูตร

การทดลองใช้หลักสูตร เป็นขั้นตอนการศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร ได้ดำเนินการทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาผลการดำเนินการใช้หลักสูตรในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ในแต่ละขั้นตอนของการทดลองใช้หลักสูตร มีรายละเอียด ได้ดังนี้

4.2.1 ขอบเขตและแบบแผนการทดลอง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 81 คน

ระยะเวลาในการทดลอง

ดำเนินการทดลองใช้หลักสูตร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ใช้ระยะเวลาในการทดลองใช้หลักสูตรรวม 36 ชั่วโมง โดยอาจารย์ผู้สอนเป็นอาจารย์ผู้สอนรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จำนวน 1 คน ผู้วิจัยทำหน้าที่ในการช่วยเตรียมการสอน ให้คำแนะนำครูผู้สอน สังเกตการสอน/การทำกิจกรรมของนักเรียนโดยการบันทึกแบบสังเกตพฤติกรรมและช่วยเหลืออาจารย์ผู้สอนในการประเมินผลงานนักเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือ แก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้

ลักษณะโดยทั่วไปของนักเรียน ครูและห้องเรียน

นักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนจำนวน 81 คน เป็นนักเรียนคละความสามารถในการเรียนครูผู้สอนจบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกเคมี ประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นระยะเวลา 25 ปี ลักษณะห้องเรียนขนาดกว้าง 8 เมตร ยาว 12 เมตร อากาศถ่ายเทได้สะดวก หน้าชั้นเรียนมีกระดานดำ โต๊ะครูและอ่างน้ำ ห้องเรียนมีโต๊ะปฏิบัติการขนาดใหญ่จำนวน 6 ตัว นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 7 คน หลังห้องเรียนมีห้องเก็บสารเคมีและอุปกรณ์การทดลองอย่างเพียงพอ ด้านข้างมีอ่างน้ำล้างอุปกรณ์ 3 จุด โดยภาพรวมแล้วมีสารเคมีและอุปกรณ์เพียงพอในการทำกิจกรรมการทดลอง

แบบแผนการทดลอง

การดำเนินการในขั้นตอนนี้ ใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi – experimental Design) โดยมีแบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design ดังนี้

 O_1

X

 O_2

เมื่อ O_1 แทน การสอบก่อนการจัดการทดลอง

X แทน การจัดการทำการทดลอง

O_2 แทน การสอบหลังการจัดการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.2.1.1 ทำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย ถึง ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม และครูผู้สอนวิชาเคมี เพื่อขออนุญาตใช้ หลักสูตรสถานศึกษารวมทั้งการเก็บข้อมูลงานวิจัยและขอความร่วมมือครูผู้สอนร่วมวิจัย ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548

4.2.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้หลักสูตร สุ่มอย่างง่าย จากนักเรียน โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จำนวน 5 ห้องเรียน มา 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน รวม 81 คน

4.2.1.3 เก็บข้อมูลก่อนทดลองใช้หลักสูตร โดยทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียน เก็บข้อมูลทั้ง 3 ฉบับ คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาและการตัดสินใจ

4.2.1.4 หาคะแนนจุดตัด เพื่อเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบกับคะแนนสอบ หลังทดลองใช้หลักสูตร โดยปรับปรุงจากแนวทางการหาจุดตัดตามวิธีการของเบอร์ก มีดังนี้

4.2.1.4.1 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ของ นักเรียนกลุ่มประเมินหลักสูตรก่อนนำไปใช้หลังเรียนมาแจกแจงความถี่

4.2.1.4.2 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ของนักเรียนกลุ่ม ทดลองใช้หลักสูตร โดยนำคะแนนก่อนเรียนมาแจกแจงความถี่

4.2.1.4.3 นำคะแนนและความถี่ในข้อ 4.1 และ 4.2 มาสร้างกราฟ เพื่อ พิจารณาจุดตัด ถ้ามีจุดตัดหลายจุด พิจารณาจุดตัดที่เหมาะสมโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความ เทียงตรงเชิงเกณฑ์ (Validity of Coefficient)

4.2.1.4.4 ได้คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและ การตัดสินใจ พิสัยละ 1 ค่า

4.2.1.5 ดำเนินการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้น

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 13 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 16 พฤษภาคม ถึง 11 สิงหาคม 2548

4.2.1.6 เก็บข้อมูลหลังทดลองใช้หลักสูตร โดยทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้อง ใช้แบบทดสอบ จำนวน 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ตรวจผลการทดสอบหลังทดลองใช้หลักสูตร นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติและทดสอบสมมติฐาน เพื่อเทียบกับคะแนนจุดตัด นำข้อมูลที่ได้ไปสรุปและอภิปรายผล

4.2.1.7 นำคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาเทียบกับเกณฑ์ระดับดี ($\bar{X}$ ของระดับความคิดเห็น ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป) ทดสอบสมมติฐาน สรุป และอภิปรายผล ต่อไป

4.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการประเมินหลักสูตร ได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้ และศึกษาผลการใช้หลักสูตรในด้านต่าง ๆ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

4.2.2.1 เครื่องมือวัดและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 แผน เป็นแบบทดสอบและแบบประเมินผลงานย่อย (ภาคผนวก ข)

4.2.2.2 เครื่องมือวัดและประเมินผลก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย (ภาคผนวก ค)

4.2.2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ วัดพฤติกรรมการรู้ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 43 ข้อ

4.2.2.2.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื้อหาสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ วัดพฤติกรรมการให้นิยาม เชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการออกแบบการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป เป็นแบบทดสอบจำนวน 35 ข้อ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ และแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกพร้อมแสดงเหตุผล จำนวน 14 ข้อ

4.2.2.2.3 แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์จำนวน 6 ด้าน คือ ด้านความมีเหตุผล

ความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้าง ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ความเพียรพยายาม
ความรอบครอบก่อนตัดสินใจและวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 ข้อ

4.2.2.2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
มีเนื้อหาสาระสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ และมีสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่อาจพบในชีวิตประจำวัน
เป็นแบบทดสอบจำนวน 41 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 26 ข้อ แบบเลือกตอบ
พร้อมแสดงเหตุผล จำนวน 11 ข้อ แบบเขียนตอบพร้อมแสดงวิธีคำนวณหาคำตอบ จำนวน 5 ข้อ

4.2.3 การจัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้จัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ดังนี้

4.2.3.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

4.2.3.1.1 หาค่าความเที่ยงตรงโดยวิธีของ เรวีนอลดี และ แสมเบิลตัน

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
 $\frac{\sum R}{N}$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.2.3.1.2 หาค่าความยากง่ายของข้อสอบเป็นรายข้อ

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ดัชนีค่าความยากง่ายของข้อสอบ
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

4.2.3.1.3 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตร

$$r = \frac{Ru - Rl}{f}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	Ru	แทน	จำนวนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	Rl	แทน	จำนวนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (เท่ากัน)

4.2.3.1.4 หาอำนาจจำแนกของแบบสอบถามรายข้อ โดยใช้สูตร

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย
	$\sum X, \sum Y$	แทน	ผลรวมของตัวแปร X และ ตัวแปร Y ตามลำดับ
	$\sum Y^2, \sum X^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของตัวแปร X และตัวแปร Y ตามลำดับ
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปร X และตัวแปร Y
	N	แทน	จำนวนคน

4.2.3.1.5 หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้สูตร Kuder Richardson

(KR-20)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[\frac{1 - \sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	rtt	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$\sum pq$	แทน	ผลรวมระหว่าง p และ q
	S ²	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนของแบบทดสอบ

4.2.3.1.6 หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้สูตรของ Combach

(โกวิทย์ ประवालพฤษ์. 2523: 166)

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

เมื่อ	α แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	S_i^2 แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ
	S_t^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
	n แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ

4.2.3.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

4.2.3.2.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4.2.3.2.2 การหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบโดยวิธีของ เบอร์ก์

การวิจัยนี้แบ่งผู้เรียนที่ได้รับการสอนเป็นพวกรอบรู้และพวกที่ไม่ได้
รับการสอนเป็นพวกไม่รอบรู้ จากนั้นให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบ เมื่อพิจารณา
การกระจายของคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า จะคาบเกี่ยวกัน คือ คะแนนพยากรณ์
ที่แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 4 พวก คือ

		เกณฑ์	
		กลุ่มที่เรียน	กลุ่มที่ยังไม่เรียน
รอบรู้ คะแนนพยากรณ์ ไม่รอบรู้	รอบรู้	รอบรู้จริง (TM)	รอบรู้ไม่จริง (FM)
	ไม่รอบรู้	ไม่รอบรู้ไม่จริง (FN)	ไม่รอบรู้จริง (TN)

คะแนนจุดตัดจะเป็นคะแนนพยากรณ์นำมาหาค่าคะแนนจุดตัดที่ได้ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องคือ ค่า $P(TM) + P(TN)$ สูงสุด หรือให้ค่าความน่าจะเป็นการตัดสินใจที่ผิด $P(FM) + P(FN)$

$$P(TM) = (TM) / (M + N)$$

$$P(FM) = (FM) / (M + N)$$

$$P(TN) = (TN) / (M + N)$$

$$P(FN) = (FN) / (M + N)$$

เมื่อ	TM	แทน	นักเรียนในกลุ่มรอบรู้จริง
	FM	แทน	นักเรียนในกลุ่มรอบรู้ไม่จริง
	TN	แทน	นักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้จริง
	FN	แทน	นักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง
	M + N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$(M + N = FM + FN + TM + TN)$		

คะแนนจุดตัดแต่ละคะแนนตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์เที่ยงตรงเชิงเกณฑ์

$$\phi_{vc} = \frac{P(TM) - BR(SR)}{BR(1 - BR)SR(1 - SR)}$$

เมื่อ	ϕ_{vc}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์
	BR	แทน	ความน่าจะเป็นของความรอบรู้ในประชากร $= P(TM) + P(FM)$
	SR	แทน	ความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ผู้รอบรู้ในประชากร
	BR	แทน	$P(FM) + P(TM)$
	SR	แทน	$P(TM) + P(FM)$

4.2.3.2.3 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยการหาค่า t-test for one sample

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S_{\bar{X}}}$$

เมื่อ	t	แทน	การแจกแจงแบบที
	$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเกณฑ์หรือค่าคาดหวัง
	$S_{\bar{X}}$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาค้นคว้าเรื่องการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ มี 4 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. ผลการศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย
 - 1.1 การประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง
 - 1.2 การสัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตร
2. ผลการสร้างหลักสูตร ประกอบด้วย
 - 2.1 ผลการจัดทำหลักสูตร
 - 2.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตร
 - 2.3 ผลการทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มย่อย
 - 2.4 ผลการปรับปรุงหลักสูตร
3. ผลการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินหลักสูตร ประกอบด้วย
 - 3.1 ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.2 ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ผลการหาคุณภาพของแบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4 ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ
4. ผลการทดลองใช้หลักสูตร ประกอบด้วย
 - 4.1 ผลการฝึกอบรมครูผู้สอน
 - 4.2 ผลการทดลองใช้หลักสูตร

ผลของการศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปในรายละเอียดเรียงตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการศึกษาเอกสารและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1.1 การประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง

ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครองเกี่ยวกับการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น 3 ระดับ จำนวน 10 ข้อ เกี่ยวกับ 1) ความต้องการหลักสูตรเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ 2)หลักสูตรที่บูรณาการการสอนทักษะการคิด 3)เน้นให้นักเรียนทำกิจกรรม 4)ให้นักเรียนวางแผนการทดลอง 5)ปฏิบัติการทดลอง 6)สรุป และอภิปรายผลการทดลอง ด้วยตนเอง 7)หลักสูตรที่นำเสนอเนื้อหาโดยใช้กิจกรรมการทดลองเป็นหลัก 8)หลักสูตรที่มี กิจกรรมอย่างหลากหลาย 9)มีการใช้อุปกรณ์ประกอบการทำกิจกรรมการทดลอง และ 10)หลักสูตรที่มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง สรุปรายละเอียดได้ดัง ตาราง 3

ตาราง 3 ผลการประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ระดับความต้องการในทุกหัวข้อของการประเมิน		
	ครู	นักเรียน	ผู้ปกครอง
1	2.60	2.60	2.80
2	2.60	2.54	2.61
3	2.70	2.70	2.80
4	2.70	2.75	2.83
5	2.80	2.58	2.72
6	2.70	2.70	2.70
7	2.60	2.60	2.83
8	2.70	2.80	2.80
9	2.80	2.80	2.80
10	2.80	2.63	2.78

จากตาราง 3 สรุปได้ดังนี้

1. ผลการประเมินความต้องการของครูพบว่าครูมีระดับความต้องการหลักสูตรสถานศึกษาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} > 2.50$) ทุกข้อ ($\bar{X}$ อยู่ระหว่าง 2.60 – 2.80)
2. ผลการประเมินความต้องการของนักเรียน พบว่านักเรียนมีระดับความต้องการหลักสูตรสถานศึกษาอยู่ในระดับมากทุกข้อ ($\bar{X}$ อยู่ระหว่าง 2.54 – 2.80)
3. ผลการประเมินความต้องการของผู้ปกครอง พบว่าผู้ปกครองมีระดับความต้องการหลักสูตรสถานศึกษาอยู่ในระดับมากทุกข้อ ($\bar{X}$ อยู่ระหว่าง 2.61–2.74)

เมื่อพิจารณาผลการประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครองโดยภาพรวมและในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อและอุปกรณ์การทดลองและการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง พบว่า ระดับความต้องการในการสร้างหลักสูตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.63 – 2.74 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ระหว่าง 0.44 – 0.52 เมื่อประเมินความต้องการโดยภาพรวม พบว่ามีระดับความต้องการในระดับมากทุกข้อ (ภาคผนวก ข)

1.2 การสัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตร จำนวน 16 คน เกี่ยวกับปัญหาของการจัดทำหลักสูตรและใช้หลักสูตร พบปัญหาของการจัดทำหลักสูตร สรุปได้ดัง ตาราง 4

ตาราง 4 ผลการสัมภาษณ์ปัญหาการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา

ข้อ	ปัญหาการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา	จำนวน (16 คน)	
		คน	ร้อยละ
1	ความเข้าใจในหลักการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา	3	18.75
2	ความเข้าใจถึงการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาที่บอกถึงการใช้สภาพแวดล้อมในท้องถิ่นเข้าไปเชื่อมโยงในหลักสูตร ในสัดส่วน 70 : 30	6	37.50
3	การวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา	4	25
4	การกำหนดเป้าหมายของหลักสูตร	4	25
5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน	9	56.25
6	การวัดและประเมินผลการเรียน	8	50

จากตาราง 4 สามารถสรุปปัญหาของการจัดทำหลักสูตรได้ดังนี้ 1) ครู (ร้อยละ 18.75) ยังไม่เข้าใจถึงหลักการของหลักสูตรสถานศึกษา 2) ครู (ร้อยละ 37.50) ไม่เข้าใจถึงการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาที่บอกถึงการใช้สภาพแวดล้อมของท้องถิ่นเข้าไปเชื่อมโยงในหลักสูตรในสัดส่วน 70:30 3) ครู (ร้อยละ 25) ยังวิเคราะห์หลักสูตรไม่เป็น ยังไม่สามารถกำหนดเป้าหมายของหลักสูตรสถานศึกษาได้ 4) ครู (ร้อยละ 56.25) คิดว่าการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นเรื่องยาก โดยส่วนใหญ่ครูก็จะยึดตามกิจกรรมที่พบในหนังสือตามสำนักพิมพ์ต่าง ๆ 5) ครู (ร้อยละ 50) มีความกังวลใจและคิดว่าการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและต้องเก็บข้อมูลอยู่ตลอดเวลา

นอกจากนี้ ยังพบว่า ครูมีปัญหาในการจัดทำหลักสูตรทั้ง 6 ข้อ จำนวน 1 คน มีปัญหาจำนวน 3 ข้อ จำนวน 3 คน มีปัญหาจำนวน 2 ข้อ จำนวน 8 คน มีปัญหา 1 ข้อ จำนวน 3 คน และนอกจากนี้ยังพบว่า มีครูจำนวน 1 คน ที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดทำหลักสูตรในทุกข้อ (ภาคผนวก ข)

นอกจากนี้ ยังพบปัญหาการใช้หลักสูตรสถานศึกษา ซึ่งสำรวจโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ปลายเปิด สรุปได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการสัมภาษณ์ปัญหาการใช้หลักสูตรสถานศึกษา

ข้อ	ปัญหาการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา	จำนวน (16 คน)	
		คน	ร้อยละ
1	ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	3	18.75
2	การผลิตอุปกรณ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4	25
3	แบบทดสอบในหน่วยการเรียนรู้	6	37.50
4	การจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น	6	37.50

จากตาราง 5 สามารถสรุปปัญหาของการใช้หลักสูตรได้ดังนี้ 1) ครู (ร้อยละ 18.75) จัดการเรียนการสอนได้ไม่ครบตามหลักสูตร ต้องใช้เวลามากกว่าที่กำหนดไว้และสอนไม่ทันเวลา 2) ครู (ร้อยละ 25) คาดหวังอยากให้ทางกระทรวงผลิตสื่อการสอน เช่น มัลติมีเดีย แผนภาพให้ไม่ควรให้ผลิตเอง เพราะบางรายการทำไม่ได้ 3) ครู (ร้อยละ 37.50) คาดหวังให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีแบบทดสอบเป็นตัวอย่างทุกหน่วยการเรียนรู้ 4) การใช้หลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น เช่น นำเรื่องเกี่ยวกับท้องถิ่นมาเรียนเป็นเรื่องที่น่าสนใจ แต่ครู (ร้อยละ 37.50) ต้องทำเรื่องนี้เองจึงเป็นเรื่องที่ยากตั้งแต่การออกแบบกิจกรรม การจัดกิจกรรมและการวัดและประเมินผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาของการทำหลักสูตร และการใช้หลักสูตรสถานศึกษาของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างและการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์หลักสูตรแบบตารางให้เข้าใจได้ง่าย การกำหนดเป้าหมาย การออกแบบกิจกรรม การวัดและประเมินผลจัดให้สอดคล้องกัน และมีคำแนะนำสำหรับครูผู้สอนได้ใช้เป็นแนวทาง ให้เวลาในการกิจกรรมอย่างเหมาะสมและมีแบบทดสอบในแต่ละ

หน่วยการเรียนรู้เพื่อให้ครูได้ใช้เป็นแนวทางในการวัดและประเมินผลด้วย

2. ผลการสร้างหลักสูตร

หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นเอกสารฉบับร่าง เพื่อที่จะนำไปตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงจนได้เป็นฉบับทดลอง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตลอดจนการสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตรในขั้นตอนที่ 1 มากำหนดเป็นสภาพปัจจุบันปัญหา และความจำเป็นในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ และมีการกำหนดหลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนรู้ ผลการสร้างหลักสูตรประกอบด้วย

2.1 ผลการจัดทำหลักสูตร

2.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตร

2.3 ผลการทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มย่อย

2.4 ผลการปรับปรุงหลักสูตร

ซึ่งรายละเอียดของผลการสร้างหลักสูตรในแต่ละขั้นตอน ประกอบด้วย

2.1 ผลการจัดทำหลักสูตร

การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ได้ผลการจัดทำหลักสูตร ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.1.1 โครงสร้างของหลักสูตรประกอบด้วย สภาพปัจจุบันปัญหาและความจำเป็นหลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้

2.1.2 เนื้อหาที่ใช้ในหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำรายละเอียดให้สอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และเรื่องลำดับเนื้อหาตามความคิดรวบยอดจากหน่วยการเรียนรู้ที่ผ่านมา โดยพิจารณาจากลักษณะและความต่อเนื่องของความคิดรวบยอดนำมากำหนดเป็นเนื้อหาและกิจกรรมในหลักสูตร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 7 หน่วยการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องมวลอะตอม มวลโมเลกุล กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 การหามวล ปริมาตร และความหนาแน่นของสาร

กิจกรรมที่ 2 มวลของสาร 1 อะตอม

กิจกรรมที่ 3 การคำนวณหามวลโมเลกุลของสาร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโมล กิจกรรมที่ 1 มวลสารสัมพันธ์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสารละลาย กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย

กิจกรรมที่ 2 การเตรียมสารละลาย

กิจกรรมที่ 3 การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

กิจกรรมที่ 4 การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 สูตรเคมี

กิจกรรมที่ 2 การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องสมการเคมี กิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาระหว่างเลด (II)

ไนเตรตกับโพแทสเซียมไอโอไดด์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องมวลและปริมาตรของสารในปฏิกิริยาเคมี กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องสารกำหนดปริมาณและการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาการละลายตัวของโพแทสเซียมคลอเรต

2.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางโดยยึดรูปแบบการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ตามกระบวนการ ดังนี้

2.1.3.1 ขั้นนำ เป็นการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน อาจใช้คำถามกระตุ้นให้คิดเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือให้นักเรียนทำกิจกรรมย่อย ๆ เพื่อทบทวนความรู้เดิมนั้น ๆ

2.1.3.2 ขั้นสอน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ โดยการทำปฏิบัติการทดลองหรือการคำนวณเพื่อหาคำตอบของปัญหา มีขั้นตอน ดังนี้

2.1.3.2.1 การกำหนดปัญหา นักเรียนจะได้พบสถานการณ์ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้หาคำตอบของปัญหา

2.1.3.2.2 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนร่วมอภิปรายถึงสถานการณ์ปัญหา

ที่พบ แล้วระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ถามหรือต้องการให้หาคำตอบ

2.1.3.3 การวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนระดมความคิดเห็น เพื่อวางแผนแก้ปัญหาซึ่งอาจมีหลายวิธี ในขั้นนี้นักเรียนอาจช่วยกันตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

2.1.3.4 การลงมือแก้ปัญหาและการประเมินผลการแก้ปัญหา นักเรียนปฏิบัติการแก้ปัญหตามแนวทางที่ได้เลือกไว้ หลังจากทำเสร็จแล้วร่วมกันสรุปและอภิปรายผล

2.1.3.5 การตรวจสอบการแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับวิธีอื่นครูใช้คำถามนำให้คิดเพื่อตรวจสอบและประยุกต์ใช้วิธีการการแก้ปัญหากับปัญหาอื่น ๆ

2.1.4 แบบรายงานกิจกรรมการทดลอง ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ใช้บันทึกและรายงานผลจากการทดลอง โดยมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยแบบฟอร์มการบันทึกกิจกรรมทุกกิจกรรมในหลักสูตร มีรายละเอียดของโครงร่างแบบรายงานกิจกรรมการทดลองดังนี้ 1) ชื่อเรื่อง 2) จุดประสงค์การทดลอง 3) วิธีการทดลอง 4) ปัญหา 5) สมมติฐาน 6) ตัวแปร 7) อุปกรณ์ / สารเคมี 8) การวางแผนแก้ปัญหา 9) ผลการทดลอง 10) สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

การวิจัยนี้ให้นักเรียนได้ลงมือบันทึกและกระทำกิจกรรมการทดลองเอง เริ่มจากการกำหนดปัญหา (ข้อ 3.4) ไปจนถึงการสรุปและอภิปรายผลการทดลอง (ข้อ 3.10) โดยครูทำหน้าที่สังเกตและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมการทดลอง (รายละเอียดของเอกสารหลักสูตรปรากฏในภาคผนวก ข)

2.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตร

การประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยการประเมินโครงสร้างหลักสูตรที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นในตอนที 2.1 เพื่อศึกษาข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุงตลอดจนหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข ประกอบด้วยการประเมินตามลำดับดังนี้

2.2.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร โดยใช้แบบประเมินโครงสร้างหลักสูตร ประเมินเพื่อศึกษาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข ในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องในองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญได้ผลประเมินดังนี้

2.2.1.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร

ประเมินเพื่อพิจารณาว่าส่วนประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยมีระดับความเหมาะสมตั้งแต่ 1 (เหมาะสมน้อยที่สุด) จนถึงระดับความเหมาะสม 5 (เหมาะสมมากที่สุด) ผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรมีรายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 ความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร

ด้านที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	ระดับความเหมาะสม
1	ความจำเป็นของหลักสูตร	4.37	มาก
2	หลักการของหลักสูตร	4.50	มากที่สุด
3	จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	4.37	มาก
4	เนื้อหาของหลักสูตร	4.25 – 4.37	มาก
5	หน่วยการเรียนรู้	3.62 – 4.50	มากถึงมากที่สุด
6	ระยะเวลาของหลักสูตร	4.37	มาก
7	กิจกรรมการเรียนรู้	3.87 – 4.37	มาก
8	วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.12	มาก
9	สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้	4.00 – 4.25	มาก
10	การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4.37	มาก
11	องค์ประกอบของหลักสูตร	4.12	มาก

ผลการประเมินเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับมากถึงมากที่สุด ($\bar{X} = 3.62 - 4.50$) และพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่ามีระดับความเหมาะสมในระดับมากที่สุด 1 ด้าน คือด้านหลักการของหลักสูตร ($\bar{X} = 4.50$) ระดับความเหมาะสมในระดับมากถึงมากที่สุด 1 ด้าน คือ ด้านหน่วยการเรียนรู้ ($\bar{X} = 3.62 - 4.50$) และระดับความเหมาะสมในระดับมาก รวม 9 ด้าน คือ ด้านความจำเป็นของหลักสูตร ($\bar{X} = 4.37$) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ($\bar{X} = 4.37$) เนื้อหาของหลักสูตร ($\bar{X} = 4.12 - 4.37$) ระยะเวลาของหลักสูตร ($\bar{X} = 4.00$) กิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.12$) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.00 - 4.12$) และองค์ประกอบของหลักสูตร ($\bar{X} = 4.12$) (รายละเอียดในภาคผนวก ณ)

2.2.1.2 ผลการประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร

การประเมินเพื่อพิจารณาส่วนประกอบของโครงร่างหลักสูตร มีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด โดยมีระดับความสอดคล้องตั้งแต่ +1 (สอดคล้องกัน) จนถึงระดับความสอดคล้อง -1 (ไม่สอดคล้องกัน) ผลการประเมินดังตาราง 7 (รายละเอียดดังภาคผนวก ณ)

ตาราง 7 ความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	ระดับความสอดคล้อง
1	หลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	0.87	มาก
2	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาวิชา	1.00	มาก
3	หลักการของหลักสูตรกับเนื้อหา	1.00	มาก
4	เนื้อหากับกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้	0.87	มาก
5	เนื้อหาวิชากับแผนการจัดการเรียนรู้	0.87	มาก
6	กิจกรรมกับแผนการจัดการเรียนรู้	0.87	มาก
7	แผนการจัดการเรียนรู้กับสื่อ/อุปกรณ์	0.87	มาก
8	แผนการจัดการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	0.75	มาก
9	สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	1.00	มาก
10	เนื้อหาวิชากับการวัดและประเมินผล	1.00	มาก
11	กิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	0.87	มาก

จากตาราง 7 สรุปความสอดคล้องในด้านต่าง ๆ ดังนี้ 1) หลักการของหลักสูตร กับ จุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชา มีระดับความสอดคล้องในระดับมาก ($\bar{X} = 0.87 - 1.00$) 2) จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาวิชา มีระดับความสอดคล้องในระดับมาก ($\bar{X} = 1.00$) 3) เนื้อหาของหลักสูตร กับกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล มีระดับความสอดคล้องในระดับมาก ($\bar{X} = 0.87$) 4) กิจกรรมการเรียนรู้กับแผนการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล มีระดับความสอดคล้องในระดับมาก ($\bar{X} = 0.87$) 5) แผนการจัดการเรียนรู้กับสื่อ/อุปกรณ์และการวัดและประเมินผล มีระดับความสอดคล้อง ในระดับมาก ($\bar{X} = 0.75-0.87$) 6) สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีระดับความสอดคล้องในระดับมาก ($\bar{X} = 1.00$) เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม ผลจากการประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร มีความสอดคล้องอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 0.75-1.00$) ทุกข้อของรายการประเมิน

ส่วนของการประเมินความคิดเห็นเพิ่มเติม ผู้วิจัยได้เรียบเรียงและสรุปตามหัวข้อที่ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม มีรายละเอียดดัง ตาราง 8

ตาราง 8 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงหลักสูตร

หัวข้อ	ข้อเสนอแนะ
1. ภาพรวมของหลักสูตร	- ควรเพิ่มเติมสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้
2. หลักการของหลักสูตร	- ควรเพิ่มเติมหลักการด้านการส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม
3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	- ควรเพิ่มจุดมุ่งหมายด้านการส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม
4. คำอธิบายรายวิชา	- ควรเพิ่มกิจกรรมการทดลองให้ครบตามหลักสูตร
5. เนื้อหา/กิจกรรมของหลักสูตร	- ควรเพิ่มเติมรูปภาพและเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก
6. แผนการจัดการเรียนรู้	- ควรเพิ่มเติมนักเรียนที่จะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน - ควรเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก ปรับเวลาให้เหมาะสม
7. สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้	- ควรเสนอสื่อ/นวัตกรรมที่ผู้วิจัยผลิตขึ้นเองเพื่อให้น่าสนใจ
8. การวัดและการประเมินผล	- ควรวัดและประเมินผลหลากหลายและเป็นรูปธรรม
9. อื่น ๆ	- ควรปรับแผนการจัดการเรียนรู้ให้จบเป็นหัวข้อย่อย

2.3 ผลการทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มย่อย

หลักสูตรฉบับร่างที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขวาววิทยาคาร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ระหว่างวันที่ 7-25 มีนาคม 2548 ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ระหว่างการศึกษาดูงานเบื้องต้น ครูผู้สอนในโรงเรียนดังกล่าว ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรคือ การมีสถานการณ์ปัญหาแล้วให้นักเรียนกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน วางแผนแก้ปัญหา ทำการทดลองบันทึกผลการทดลอง พร้อมสรุป และอภิปรายผลการทดลองด้วยตนเอง

ผลการศึกษาดูงานเบื้องต้นในสัปดาห์แรก พบว่านักเรียนไม่สามารถกำหนดปัญหาได้ ตั้งสมมติฐานและการระบุตัวแปรยังไม่ถูกต้อง จึงได้เพิ่มกิจกรรมการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนโดยการให้ความรู้และแบบฝึกหัดในเรื่องดังกล่าว นอกจากนี้ ยังได้เพิ่มเติมนักเรียนสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนได้ระบุปัญหา ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตลอดจนกำหนดสมมติฐาน จนนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 ในส่วนของเอกสารประกอบหลักสูตรทั่วไป เช่น เอกสารประกอบการสอน มีบางคำที่พิมพ์ผิดและนักเรียนได้แจ้งให้ทราบ

และผู้วิจัยได้ทำการแก้ไข นอกจากนั้นในขั้นตอนการบันทึกผลการทดลองได้ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลเอง ตลอดจนสรุปและอภิปรายผล นักเรียนยังไม่สามารถทำได้ตามที่คาดหวัง ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยการให้แนวทางในการบันทึกผลการทดลองและสรุปและอภิปรายผลการทดลองในการทดลองแรก หลังจากนั้นนักเรียนสามารถทำได้ดีขึ้นตามลำดับ

2.4 ผลการปรับปรุงหลักสูตร

ขั้นตอนนี้เป็นการปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงหลักสูตรที่สร้างขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและจากการนำหลักสูตรไปทดลองใช้แล้ว โดยความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ภาพรวมของหลักสูตร ผู้วิจัยได้ปรับปรุงโดยการเพิ่มสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ลงในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ อีกทั้งตรวจสอบความครอบคลุมตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำไว้ พร้อมปรับแก้ให้ถูกต้อง

2.4.2 หลักการของหลักสูตร ผู้วิจัยได้เพิ่มหลักการด้านการส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมไว้ในหัวข้อนี้

2.4.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผู้วิจัยได้เพิ่มจุดมุ่งหมายของหลักสูตรด้านการส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมและได้เพิ่มเติมการนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

2.4.4 เนื้อหา/ กิจกรรมของหลักสูตร ผู้วิจัยได้เรียงลำดับเนื้อหาในบางหน่วยการเรียนรู้ใหม่ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจากง่ายไปยาก

2.4.5 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เรียงลำดับการนำเสนอกิจกรรมจากง่ายไปหายากและเพิ่มกิจกรรมในบางหน่วยที่จะได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้

3. ผลการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินหลักสูตร

ขั้นตอนนี้ทำต่อเนื่องจากการตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ และได้มีการปรับปรุงคุณภาพของเครื่องมือวัดจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดทำได้โดยการประเมิน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ และวัดพฤติกรรมตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยมีระดับความคิดเห็นตั้งแต่ +1 (เห็นด้วยว่าสอดคล้อง) ถึง -1 (ไม่เห็นด้วย) ซึ่งเครื่องมือวัดในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ฉบับ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 43 ข้อ ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ในทุกหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงของข้อสอบ พบว่าคะแนนประเมินมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.66 – 1.00 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ระหว่าง 0.00 – 0.81 และมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากทุกข้อของรายการประเมิน

3.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

เป็นแบบทดสอบจำนวน 35 ข้อ มี 2 แบบ แบบที่ 1 แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ แบบที่ 2 แบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกพร้อมแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ จำนวน 14 ข้อ ผู้วิจัยได้นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงของข้อสอบ ผลปรากฏว่า ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า 0.5 ($\bar{X}$ อยู่ระหว่าง 0.83 – 1.00) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0 - 0.41 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี จึงคัดเลือกข้อสอบไว้ 35 ข้อ เพื่อใช้วัดผลต่อไป

3.3 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เป็นแบบวัดจำนวน 50 ข้อ ซึ่งแสดงระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ผู้วิจัยได้นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัด ผลปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า 0.5 ($\bar{X}$ อยู่ระหว่าง 0.57 – 1) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0 – 0.75 จำนวน 48 ข้อ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์จำนวน 2 ข้อ คือข้อที่ 18 และข้อที่ 33 ได้ตัดออก คงเหลือข้อคำถามที่นำไปใช้ได้ต่อไป จำนวน 48 ข้อ

3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

แบบทดสอบมีจำนวน 41 ข้อ มี 3 ตอน ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 26 ข้อ ตอนที่ 2 แบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผล จำนวน 11 ข้อ และตอนที่ 3 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ผู้วิจัยได้นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่าน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลปรากฏว่า ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มากกว่า 0.5 ($\bar{X}$ อยู่ระหว่าง 0.66 – 1) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0 – 0.45 จำนวน 41 ข้อ จึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด

เครื่องมือที่ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปหาประสิทธิภาพของเครื่องมืออีกครั้งหนึ่งโดยการนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 100 คน จากโรงเรียนในอำเภอเสลภูมิ จำนวน 3 โรงเรียน โดยนักเรียนในแต่ละโรงเรียนกำหนดนักเรียนห้องที่ 1 เป็นกลุ่ม A นักเรียนห้องที่ 2 เป็นกลุ่ม B ข้อมูลนักเรียนในแต่ละโรงเรียนมีรายละเอียดดัง ตาราง 9

ตาราง 9 จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือ	โรงเรียน						รวม
	เสถียรภูมิพิทยาคม		ขวาววิทยาคาร		วังหลวงวิทยาคม		
	(N=80)		(N=80)		(N=40)		
	A(40)	B(40)	A(40)	B(40)	A(20)	B(20)	
1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	/		/		/		100
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ		/		/		/	100
3. แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์	/		/		/		100
4. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ		/		/		/	100

/ หมายถึงกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนที่ใช้ทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

จากตาราง 9 นักเรียนทั้ง 3 โรงเรียนที่ใช้หาคุณภาพของเครื่องมือแต่ละฉบับ จำนวนฉบับละ 100 คน ผลจากการหาคุณภาพของเครื่องมือทั้ง 4 ฉบับ ปรากฏผล ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นำไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนขวาววิทยาคาร และโรงเรียนวังหลวงวิทยาคม รวมนักเรียน 100 คน นำคะแนนคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาหาคำนวนหาคุณภาพของข้อสอบโดยใช้โปรแกรม TAP (Test Analysis Programe) เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่เข้าเกณฑ์ (ค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 – .80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ .20 – 1.00) จำนวน 40 ข้อ จาก 43 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.17 – 0.87 ส่วนข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกไม่อยู่ในเกณฑ์ได้ตัดทิ้ง (ภาคผนวก ง)

คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ (KR-20) โดยใช้โปรแกรม TAP พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม โรงเรียนขวาววิทยาคารและโรงเรียนวังหลวงวิทยาคม รวมนักเรียน 100 คน นำกระดาษคำตอบไปตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย 1 คน เป็นผู้ตรวจให้คะแนนสหสัมพันธ์ของการให้คะแนนเท่ากับ 0.84 เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วข้อสอบ ตอนที่ 1 นำมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ พบว่ามีค่าความยากง่าย 0.21 – 0.81 และมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.15 – 0.56 (ภาคผนวก ง)

ข้อสอบตอนที่ 2 นำมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อหาค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Index of Discrimination) อยู่ระหว่าง .28 – 0.73 นำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63

3. แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นำไปสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน นำระดับความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนมาใช้คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 และนำมาคำนวณหาอำนาจจำแนกรายข้อ (Item total correlation) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.58 (ภาคผนวก ง)

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน ในโรงเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม โรงเรียนขวาววิทยาคาร และโรงเรียนวังหลวงวิทยาคม รวมนักเรียน 100 คน นำคะแนนคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาใช้คำนวณหา ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ปรากฏว่า ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.17 – 0.71 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้ Coefficient Alpha ของ ครอนบาค มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63 (ภาคผนวก ง)

4. ผลการทดลองใช้หลักสูตร

หลังจากที่ได้ปรับปรุงหลักสูตรตามขั้นตอนที่ 2.4 และมีการหาประสิทธิภาพของ เครื่องมือวัดทั้ง 4 ฉบับแล้ว จะได้หลักสูตรที่มีความสมบูรณ์ พร้อมทั้งจะนำไปทดลองใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้มีขั้นตอนการเตรียมการคือการฝึกอบรมครูผู้สอน ดังนั้นในขั้นตอนนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนดังนี้

4.1 ผลการฝึกอบรมครูผู้สอน

หลักสูตรที่ปรับปรุงแล้วในขั้นตอนที่ 4 นำไปทำการฝึกอบรมครูผู้สอน หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เพื่อให้ครูผู้สอน จำนวน 1 คน เพื่อให้สามารถใช้หลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ใช้ระยะเวลา 2 วัน หลังจากนั้นได้เปิดโอกาสให้ครูร่วมซักถามและอภิปราย ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตร ที่มีการบูรณาการการสอนทักษะการคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจเข้าไปด้วย

ผลปรากฏว่า ครูผู้สอนสามารถร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการได้ทั้ง 2 วัน และมีความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ตลอดจนได้ฝึกการทำปฏิบัติการรวมทั้งสอบถามข้อสงสัยทุกกิจกรรมการทดลอง ฝึกการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดในแต่ละขั้นตอน จนผู้วิจัยมั่นใจว่าครูผู้สอนสามารถใช้หลักสูตรได้ตรงตามวัตถุประสงค์

4.2 ผลการทดลองใช้หลักสูตร

การทดลองใช้หลักสูตร ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วในขั้นตอนที่ 2.2 – 2.4 มาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียนรวม 81 คน โดยครูผู้ร่วมวิจัยเป็นผู้สอน ระยะเวลาการทดลองใช้หลักสูตร รวม 39 ชั่วโมง โดยทำการทดลองระหว่างวันที่ 16 พฤษภาคม ถึง 11 สิงหาคม 2548

สภาพทั่วไปของห้องเรียนของโรงเรียนที่ร่วมวิจัยเป็นห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดโต๊ะเรียนแบบแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน การทดลองใช้หลักสูตรมีขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

4.2.2 ดำเนินการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา ใช้ระยะเวลารวม 39 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 16 พฤษภาคม – 11 สิงหาคม 2548 โดยขณะทำการทดลองได้เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานนักเรียน

4.2.3 ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

4.2.4 นำคะแนนที่ได้ไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในการวิจัย โดยการเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัดตามเกณฑ์ที่ได้คำนวณไว้แล้ว ได้ผลการทดสอบสมมติฐานดังนี้

4.2.4.1 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ในการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการใช้หลักสูตรและทำการทดสอบสมมติฐานดังนี้

4.2.4.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมมติฐานข้อที่ 1 กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด

สมมติฐานข้อนี้ เพื่อทดสอบว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร สถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนประเมินจากข้อสอบหลังเรียน เทียบกับคะแนนจุดตัด โดยใช้ t-test for one sample กำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05 ลักษณะของข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ 0.85 ข้อสอบ จำแนกระดับพฤติกรรม 3 ระดับ คือ

ความรู้ความจำ จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็ม 4 คะแนน คะแนน จุดตัด 2 คะแนน ความเข้าใจ จำนวน 32 ข้อ คะแนนเต็ม 32 คะแนน คะแนนจุดตัด 15 คะแนน การนำไปใช้ จำนวน 7 ข้อ คะแนนเต็ม 7 คะแนน คะแนนจุดตัด 3 คะแนน รวม 43 ข้อ คะแนนเต็ม 43 คะแนน คะแนนจุดตัด 20 คะแนน (ดังภาคผนวก ข) ผลการเปรียบเทียบคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนจุดตัด แสดงได้ ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนจุดตัด

พฤติกรรม	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนจุดตัด	df	t
ความรู้ความจำ	4	2.69	0.86	2	80	7.228*
ความเข้าใจ	32	18.96	2.83	15	80	12.601*
การนำไปใช้	7	4.70	0.95	3	80	16.064*
รวม	43	26.39	3.47	20	80	7.29*

*p < .05 $t_{.05(80)} = 1.671$

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายพฤติกรรมพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของพฤติกรรมด้านความรู้ – ความจำ และการนำไปใช้สูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด

4.2.4.1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สมมติฐานข้อที่ 2 กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด

สมมติฐานข้อนี้เพื่อทดสอบว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่าคะแนนจุดตัด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประเมินจากข้อสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองเทียบกับคะแนนจุดตัดโดยใช้ t-test for one sample กำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05 ลักษณะของข้อสอบมี 2 แบบ คือแบบที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ คะแนน 21 คะแนน แบบที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกพร้อมแสดงเหตุผล จำนวน 14 ข้อ คะแนน 28 คะแนน รวมข้อสอบ 35 ข้อ คะแนน 49 คะแนน ข้อสอบจำแนกระดับพฤติกรรมออกเป็น 5 ด้านประกอบด้วย ด้านที่ 1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 2 คะแนน คะแนนจุดตัด 1 คะแนน ด้านที่ 2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 5 คะแนน คะแนนจุดตัด 3 คะแนน ด้านที่ 3 การตั้งสมมติฐาน จำนวน 14 ข้อ คะแนนเต็ม 27 คะแนน คะแนนจุดตัด 19 คะแนน ด้านที่ 4 การทดลองและการออกแบบการทดลอง จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็ม 4 คะแนน คะแนนจุดตัด 2 คะแนน ด้านที่ 5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 11 คะแนน คะแนนจุดตัด 6 คะแนน รวม 35 ข้อ คะแนนเต็ม 49 คะแนน คะแนนจุดตัด 31 คะแนน (ดังภาคผนวก ข)

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนกับคะแนนจุดตัดในแต่ละด้านและโดยภาพรวมได้ผลดัง ตาราง 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
กับคะแนนจุดตัด

ด้าน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนจุดตัด	df	t
1. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ ของตัวแปร	2	0.60	0.66	1	80	-5.348
2. การกำหนดและควบคุม ตัวแปร	5	1.97	1.23	2	80	0.180
3. การตั้งสมมติฐาน	27	23.30	2.25	19	80	17.186*
4. การทดลองและการ ออกแบบการทดลอง	4	2.44	0.98	2	80	4.051*
5. การตีความหมายและการ ลงข้อสรุป	11	4.66	1.85	5	80	1.621
รวม	49	33.70	4.13	29	80	10.234*

$$*p < .05 \quad t_{.05(60)} = 1.671$$

จากตาราง 11 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยรวมของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าเฉพาะด้านที่ 3 การตั้งสมมติฐานและด้านที่ 4 การทดลองและการออกแบบการทดลอง นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีก 2 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร และด้านที่ 5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปข้อมูล มีคะแนนไม่ต่างกัน ส่วนด้านที่ 1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร นักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิจารณาโดยรวมจะเห็นได้ว่าผลการทดลองสนับสนุนสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด

4.2.4.1.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานข้อที่ 3 กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจอยู่ในระดับดี

สมมติฐานข้อนี้ใช้ทดสอบว่าการที่เรียนตามหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับดี

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประเมินจากแบบสอบถามวัดหลังเรียนของกลุ่มทดลองเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ด้าน ได้แก่ ด้านความมีเหตุผล จำนวน 6 ข้อ ด้านความอยากรู้อยากเห็น จำนวน 6 ข้อ ด้านความมีใจกว้าง จำนวน 6 ข้อ ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง จำนวน 6 ข้อ ด้านความเพียรพยายาม จำนวน 5 ข้อ ด้านความรอบคอบก่อนตัดสินใจ จำนวน 5 ข้อ ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 14 ข้อ รวม 48 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ 0.87 ได้ผลการประเมิน ดัง ตาราง 12

ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ด้าน	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนจุดตัด	df	t
1. ความมีเหตุผล	3.3704	0.4192	3.50	80	-2.783
2. ความอยากรู้อยากเห็น	3.7716	0.3930	3.50	80	6.219*
3. ความมีใจกว้าง	3.3509	0.4700	3.50	80	0.083
4. ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง	3.5741	0.5284	3.50	80	1.262
5. ความเพียรพยายาม	3.5597	0.4317	3.50	80	1.244
6. ความรอบคอบก่อนตัดสินใจ	3.5086	0.5235	3.50	80	0.149
7. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	3.7196	0.5127	3.50	80	3.855*
รวม	3.5780	0.3300	3.50	80	2.108*

* $p < .05$ $t_{.05(60)} = 1.671$

จากตาราง 12 พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยรวมของนักเรียนกลุ่มทดลองอยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านความอยากรู้อยากเห็นและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีใจกว้าง ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ความเพียรพยายามและความรอบคอบก่อนตัดสินใจ นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับดี และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผล อยู่ในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าผลการทดลองสนับสนุนสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจอยู่ในระดับดี

4.2.4.1.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

สมมติฐานข้อที่ 4 กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด

สมมติฐานข้อใช้เพื่อทดสอบว่าการที่เรียนหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด

ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจประเมินจากแบบทดสอบวัดหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองเทียบกับคะแนนจุดตัด แบบทดสอบการแก้ปัญหา มี 2 ลักษณะ คือ 1) โจทย์สถานการณ์ปัญหา 2) การคำนวณเพื่อแก้ปัญหา ส่วนการประเมินการตัดสินใจใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบ คำถาม จำนวนข้อและคะแนนของแต่ละทักษะแสดงดัง ตาราง 13

ตาราง 13 แสดงลักษณะข้อคำถาม จำนวนข้อสอบและคะแนนเต็มของการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ทักษะ	ลักษณะคำถาม	จำนวนข้อสอบ	คะแนนเต็ม
1. โจทย์สถานการณ์ปัญหา	เขียนตอบ	7 สถานการณ์	26
2. การคำนวณเพื่อแก้ปัญหา	เขียนตอบ	5 ข้อ	10
3. การตัดสินใจ	เขียนตอบ	5 ข้อ	20
รวม		22 ข้อ	56

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจแยกพิจารณาได้ดังนี้

4.2.4.1.4.1 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้

โจทย์สถานการณ์ปัญหาเทียบกับคะแนนจุดตัด แล้วทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t -test for one-sample แสดงได้ดัง ตาราง 14

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้โจทย์สถานการณ์ปัญหากับคะแนนจุดตัด

ขั้นตอน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนจุดตัด	df	t
การกำหนดปัญหา	5	4.44	0.77	3	80	16.783*
การทำความเข้าใจปัญหา	5	3.75	0.69	3	80	9.700*
การวางแผนแก้ปัญหา	7	3.62	1.16	4	80	12.571*
การลงมือแก้ปัญหาและการประเมินผลการแก้ปัญหา	6	4.76	1.17	3	80	13.517*
การตรวจสอบการแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับวิธีอื่น	5	1.41	0.78	2	80	-6.624
รวม	26	20.01	2.63	15	80	17.096*

$$*p < .05 \quad t_{.05(60)} = 1.671$$

จากตาราง 14 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ปัญหาโดยรวมสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อแยกพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ในขั้นตอนการกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา พบว่า คะแนนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่นมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2.4.1.4.2 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการคำนวณเพื่อแก้ปัญหา เทียบกับคะแนนจุดตัดทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t - test for one – sample แสดงดัง ตาราง 15

ตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการคำนวณกับคะแนนจุดตัด

ทักษะ	$\bar{X}$	S.D.	จุดตัด	df	t
การแก้ปัญหาโดยการคำนวณ	2.21	2.20	6	80	-10.963

$$*p < .05 \quad t_{.05(80)} = 1.671$$

จากตาราง 15 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการคำนวณต่ำกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2.4.1.4.3 การประเมินความสามารถในการตัดสินใจเทียบกับคะแนนจุดตัด แล้วทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ t-test for one – sample แสดงดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการตัดสินใจกับคะแนนจุดตัด

ทักษะ	$\bar{X}$	S.D.	จุดตัด	df	t
การตัดสินใจ	16.65	2.97	15	80	5.011*

$$*p < .05 \quad t_{.05(80)} = 1.671$$

จากตาราง 16 พบว่า ความสามารถในการตัดสินใจโดยรวมมีคะแนนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาและตัดสินใจโดยรวม เมื่อพิจารณาผลการแก้ปัญหาและการตัดสินใจโดยรวมเทียบกับคะแนนจุดตัด แสดงได้ดัง ตาราง 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบผลการแก้ปัญหาและการตัดสินใจโดยรวมกับคะแนนจุดตัด

ทักษะ	$\bar{X}$	S.D.	จุดตัด	df	t
การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ	40.93	5.48	36	80	7.602*

$$*p < .05 \quad t_{.05(80)} = 1.671$$

จากตาราง 17 พบว่า เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่า ผลการทดลองสนับสนุนสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด

ผลการทดสอบสมมติฐานโดยภาพรวมพบว่า

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายพฤติกรรมพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในพฤติกรรมด้านความรู้ – ความจำ และการนำไปใช้สูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่ 3 การตั้งสมมติฐานและด้านที่ 4 การทดลองและการออกแบบการทดลอง นักเรียนมีคะแนนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านที่ 2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร และด้านที่ 5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปข้อมูล นักเรียนมีคะแนนไม่ต่างกัน เฉพาะด้านที่ 1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร นักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านความอยากรู้อยากเห็นและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีใจกว้าง ความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง ความเพียรพยายามและความรอบคอบก่อนตัดสินใจ นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับดี และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผล อยู่ในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นขั้นตอน พบว่านักเรียนมีคะแนนในด้านการกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหาสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่นนักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากการทดสอบสมมติฐานทั้ง 4 ข้อ แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ และทำการประเมินการใช้หลักสูตรกับนักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ส่งผลนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจหลังใช้หลักสูตรสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาเจตคติทางวิทยาศาสตร์พบว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นเป็นหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ เมื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสถานศึกษาแล้วสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจได้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ผู้วิจัยนำผลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างหลักสูตร ในการวิจัยและสร้างหลักสูตรครั้งนี้ สามารถสรุปรายละเอียดในแต่ละเรื่องได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
2. ประเมินหลักสูตร โดยการศึกษาผลการใช้หลักสูตรในด้าน
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
 - 2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษาเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจอยู่ในระดับดี
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด

เครื่องมือที่ใช้

ประกอบด้วย

1. หลักสูตรสถานศึกษา
2. แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตร
3. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
4. แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงาน
5. แบบรายงานกิจกรรมการทดลอง
6. แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ มีขั้นตอนของการวิจัยตามกระบวนการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นการสำรวจข้อมูลเพื่อที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรโดยดำเนินการให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบันปัญหา ข้อมูลได้จากการประเมินความต้องการของครู นักเรียน และผู้ปกครองของนักเรียน และการสัมภาษณ์ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตรสถานศึกษา จากนั้นได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดเป็นประเด็นปัญหาและเป้าหมายในการพัฒนาหลักสูตร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกลุ่มพัฒนาคุณภาพการศึกษาสถานคร จำนวน 16 คน นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 40 คน และผู้ปกครองนักเรียนจำนวน 18 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินความต้องการของครู นักเรียนและผู้ปกครอง และแบบสัมภาษณ์ปลายเปิด เกี่ยวกับปัญหาของการจัดทำหลักสูตรและการใช้หลักสูตรสถานศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำเสนอข้อมูล โดยใช้ตารางและบรรยายข้อมูลจากตาราง

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน มากำหนดเป็นประเด็นต่าง ๆ ในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยสร้างให้สอดคล้องกับประเด็นที่ได้จากข้อ 1 ได้แก่ สภาพปัจจุบันและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้

เนื้อหาการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก โดยคำนึงถึงความต่อเนื่องของความคิดรวบยอด และนำมากำหนดเป็นเนื้อหาและกิจกรรมของหลักสูตร แบ่งออกเป็น 7 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 14 กิจกรรม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ประกอบด้วยขั้นตอนของการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน คือการกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวได้จัดทุกชั่วโมงของการเรียนการสอน ลักษณะการจัดกิจกรรมจะเริ่มจากสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอน 5 ขั้นตอน แล้วให้สรุปอภิปรายผลพร้อมนำเสนอข้อมูลด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกและคอยให้คำแนะนำในบางโอกาส ในส่วนของการวัดและประเมินผล ผู้วิจัยวางแผนการวัดผลการเรียนรู้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัยและด้านจิตพิสัย

การตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตร ทำได้โดยการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร ตลอดจนการนำไปทดลองใช้ในกลุ่มย่อย มีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร เพื่อพัฒนาส่วนประกอบของหลักสูตรว่ามีความเหมาะสมในระดับใด ผู้ประเมินคือ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการสอน และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 8 คน

2. การประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร เพื่อประเมินว่าโครงร่างหลักสูตรมีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด ผู้ประเมินคือ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการสอน และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 8 คน

3. การนำหลักสูตรไปทดลองใช้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงโครงร่างหลักสูตรตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในข้อ 1 และข้อ 2 แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มย่อย เพื่อศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมตามสภาพจริงว่า เนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมของหลักสูตร สื่อ/อุปกรณ์ การวัด

และประเมินผลและเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสมเพียงใด

4. การปรับปรุงหลักสูตร โดยการนำข้อมูลจากการประเมินหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ และการนำหลักสูตรไปทดลองใช้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขส่วนที่บกพร่องในองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินหลักสูตร

เป็นการตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตร ในขั้นตอนนี้ใช้เครื่องมือในการประเมิน 4 ชนิด ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ การหาคุณภาพของเครื่องมือทั้ง 4 ชนิดทำได้โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำ หลังจากนั้นนำไปหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดแต่ละฉบับโดยการนำไปทดสอบกับนักเรียน 100 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อและหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้หลักสูตร

เป็นขั้นตอนการนำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การฝึกอบรมครูผู้สอนโดยการนำหลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทำการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการครูผู้สอนหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ จำนวน 1 คน โดยใช้เวลาในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการรวม 2 วัน ผู้วิจัยและครูผู้สอนได้ร่วมอภิปราย ชักข้อความเข้าใจในเรื่องการใช้หลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ตลอดจนการบันทึกแบบสังเกตพฤติกรรม และประเมินผลงาน การวัดผลหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตรโดยภาพรวม หลังจากนั้นได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 81 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 การทดลองใช้หลักสูตรเป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design การทำการทดลองโดยใช้ครูผู้สอนประจำรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระยะเวลาในการทดลองใช้หลักสูตรรวม 13 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 39 ชั่วโมง ในระหว่างวันที่ 16 พฤษภาคม 2548 ถึง 11 สิงหาคม 2548

การทดสอบได้ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบจำนวน 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชั้นบูรณาการและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ หลังจากนั้น ดำเนินการทดลองใช้หลักสูตรตามระยะเวลาที่กำหนดและทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้ แบบทดสอบจำนวน 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ และแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และด้านความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจกับคะแนนจุดตัด และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ในระดับดี

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ปรากฏผลดังนี้

1. การพัฒนาหลักสูตร หลักสูตรได้รับการพัฒนาให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ข้อ 3 สารและสมบัติของสาร ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร และการสำรวจข้อมูลพื้นฐานจากแหล่งข้อมูล 2 แหล่งคือ 1) จากการประเมินความต้องการของ ครู นักเรียนและผู้ปกครอง 2) จากการสัมภาษณ์ ผู้จัดทำหลักสูตรและผู้ใช้หลักสูตร แล้วนำมา เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรฉบับร่าง โครงสร้างของหลักสูตรประกอบด้วย สภาพ ปัจจุบันปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบาย รายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ 7 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รวม 14 กิจกรรม หลังจากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตร นำไป ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยผ่านความเห็นชอบของคณะกรรมการที่ปรึกษา บริญญานิพนธ์ แล้วนำไปหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดพร้อมปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ พัฒนาขึ้นเพื่อใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เวลาในการจัดกิจกรรม รวม 39 ชั่วโมง หลักการคือเน้นให้ผู้เรียนคิดวางแผนแก้ปัญหา ปฏิบัติการ แก้ปัญหาและสรุปและอภิปรายผลของการแก้ปัญหา โดยใช้ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม ขั้นตอนของการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ คือ การกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหา และการตรวจสอบ การแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

หลักสูตรได้รับการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญนำไปปรับปรุงตามคำแนะนำโดยผ่านความ

เห็นชอบของคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรแล้วนำไปศึกษาทดลองเบื้องต้น เพื่อศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการจัดกิจกรรม สื่อ/อุปกรณ์ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น การเตรียมความพร้อมด้านบุคลากร ได้จัดประชุมเชิงปฏิบัติการครูผู้ร่วมวิจัย เพื่อให้เข้าใจแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ตลอดจนทำให้มีความพร้อมในการใช้หลักสูตร

2. การทดลองใช้หลักสูตร

ผลการทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ได้ข้อมูล 2 ประเภทคือ ข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน และข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการสังเกตการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อใช้อธิบายผลที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยขอเสนอในรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

2.1 การทดสอบสมมติฐาน การทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ได้ผล ดังนี้

2.1.1 สมมติฐานข้อที่ 1 เป็นการทดสอบสมมติฐานด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษาเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเทียบกับคะแนนจุดตัด พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.1.2 สมมติฐานข้อที่ 2 เป็นการทดสอบสมมติฐานด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเทียบกับคะแนนจุดตัด พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนจุดตัด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.1.3 สมมติฐานข้อที่ 3 เป็นการทดสอบสมมติฐานด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเทียบกับระดับคุณภาพที่ตั้งไว้ พบว่านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.1.4 สมมติฐานข้อที่ 4 เป็นการทดสอบสมมติฐานด้านความสามารถ

ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเทียบกับคะแนนจุดตัดพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงกว่าคะแนนจุดตัด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.2 ข้อสรุปจากข้อมูลเชิงคุณภาพ

ข้อมูลเชิงคุณภาพได้จากการประเมินโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานของนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรม ประเมินในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง ส่วนการประเมินผลงานของนักเรียนประเมินหลังจากนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จสิ้นแล้ว โดยการตรวจแบบรายงานการทดลอง ผู้วิจัยสรุปรายละเอียดเรียงตามลำดับดังนี้

2.2.1 จากการสังเกตพฤติกรรม

สรุปผลได้ว่ากิจกรรมแรก คือ กิจกรรมการทดลองที่ 1.1 นักเรียนส่วนมาก (ร้อยละ 91.30) มีคะแนนทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจอยู่ในระดับน้อย ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข มีเพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 8.65) ที่มีคะแนนทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.25 - 2.41$) ปัญหาเหล่านี้ ได้แก่ นักเรียนขาดการวางแผนการทดลองร่วมกัน สังเกตข้อมูลได้ไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน ขาดความร่วมมือในการปฏิบัติการทดลอง มีนักเรียนเพียงบางคนที่ลงมือปฏิบัติการ การใช้อุปกรณ์การทดลองยังไม่ถูกต้อง มีความประมาทและมีบางกลุ่มทำอุปกรณ์เสียหาย การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาใช้วิธีการที่หลากหลาย การปฏิบัติการแก้ปัญหา มีบางกลุ่มเลือกไม่ถูกต้อง ซึ่งทำให้ไม่สามารถหาคำตอบของปัญหาได้ การเลือกวิธีการแก้ปัญหา ยังทำให้สิ้นเปลืองอุปกรณ์และสารเคมี รวมทั้งเสียเวลาด้วย

กิจกรรมถัดมาตั้งแต่กิจกรรมที่ 1.2 ถึงกิจกรรมที่ 4.2 นักเรียนปรับตัวได้ดีขึ้น โดยผู้วิจัยและครูผู้สอนได้สะท้อนผลย้อนกลับทั้งการเตรียมตัวล่วงหน้าในการทำกิจกรรมการทดลอง การทำกิจกรรมการทดลอง รวมทั้งการสรุปและอภิปรายผล ตลอดจนการทำความเข้าใจกับนักเรียนให้ความสนใจเป็นรายบุคคล นักเรียนมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นตามลำดับ มีการวางแผนทำงานร่วมกัน ปฏิบัติการและสังเกตผลร่วมกัน ตลอดจนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลอง ครูผู้สอนได้กระตุ้นให้นักเรียนคิดอยู่ตลอดเวลา โดยการใช้คำถามและกิจกรรมที่ชวนคิด นักเรียนสามารถนำเสนอผลการทดลองได้ดีขึ้นตามลำดับ

กิจกรรมช่วงท้าย ๆ ตั้งแต่กิจกรรมที่ 6.1 ถึงกิจกรรมที่ 7.1 ผู้วิจัยและครูผู้สอนได้ลดบทบาทตัวเองลงจากที่ให้คำแนะนำอยู่ตลอดเวลา เป็นให้คำแนะนำน้อย

หรือไม่ให้คำแนะนำเลย ผลปรากฏว่านักเรียนก็ยังสามารที่จะทำงานร่วมมือกันอย่างเป็นระบบจนสามารถแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ ถึงแม้จะมีบางกิจกรรมจะเริ่มต้นจากไม่ทราบว่า จะทำอย่างไร แต่ก็ช่วยกันระดมความคิดวางแผนการทดลองออกมาได้ นำไปสู่การปฏิบัติการทดลองและสรุปอภิปรายผลได้ดี เมื่อวิเคราะห์โดยภาพรวมแล้วช่วงสุดท้ายนักเรียนทุกกลุ่มมีทักษะความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจอยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} > 2.80$) (ภาคผนวก ฉ)

2.2.2 จากการตรวจแบบรายงานการทดลอง

สรุปผลได้ว่ากิจกรรมแรก คือ กิจกรรมการทดลองที่ 1.1 นักเรียนโดยส่วนมาก (ร้อยละ 91.30) มีคะแนนทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจอยู่ในระดับน้อย ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข มีเพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 8.65) ที่มีคะแนนทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.25 - 2.41$) ปัญหา ได้แก่ นักเรียนไม่สามารถกำหนดปัญหาได้ การวางแผนการทดลองยังไม่รอบคอบ การตั้งสมมติฐานยังระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ การบันทึกผลการทดลองยังไม่สามารถออกแบบตารางบันทึกผลได้เอง การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง นักเรียนสรุปผลการทดลองไม่ได้ รวมถึงการอภิปรายผลยังไม่สามารถนำหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมมาใช้ในการอภิปรายผลการทดลองได้

กิจกรรมถัดมาตั้งแต่กิจกรรมที่ 1.2 ถึงกิจกรรมที่ 4.2 นักเรียนปรับตัวได้ดีขึ้นโดยผู้วิจัยและครูผู้สอนได้สะท้อนผลย้อนกลับโดยการตรวจแบบรายงานการทดลอง แก้ไขข้อที่ไม่ถูกต้องให้นักเรียนทราบเป็นระยะ ตลอดจนมีการอภิปรายเป็นกลุ่มใหญ่ เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้อง นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันทุกกลุ่ม ระยะนี้นักเรียนสามารถแก้ไขความบกพร่องของการกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบตารางบันทึกผล ตลอดจนการสรุปและอภิปรายผลบนหลักการและทฤษฎีได้ดีขึ้นตามลำดับ

กิจกรรมช่วงท้าย ๆ ตั้งแต่กิจกรรมที่ 6.1 ถึงกิจกรรมที่ 7.1 ผู้วิจัยและครูผู้สอนได้ลดบทบาทตัวเองลงจากที่ให้คำแนะนำอยู่ตลอดเวลา มาเป็นให้คำแนะนำน้อยมากหรือแทบไม่ได้ให้คำแนะนำเลย ผลปรากฏว่า นักเรียนสามารถที่จะกำหนดปัญหา วางแผนแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน ออกแบบตารางบันทึกผล รวมทั้งสรุปและอภิปรายผลการทดลองได้ดี เมื่อวิเคราะห์ โดยภาพรวมแล้วในช่วงสุดท้ายของการทดลอง นักเรียนทุกกลุ่มมีทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจอยู่ในระดับดี ($\bar{X} > 2.80$) (ภาคผนวก ฉ)

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ผู้วิจัยได้อาศัยแนวคิดเรื่องการพัฒนาหลักสูตรจากนักพัฒนาหลักสูตรหลายท่านได้แก่ ไทเลอร์ (Tyler. 1949) ทาบา (Taba. 1962) โอลิวา (Oliva. 1992) และแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544) เป็นหลักในการจัดทำหลักสูตร แล้วนำหลักสูตรที่ได้ไปทดลองใช้ประเมินหลักสูตรโดยการศึกษาผลการใช้หลักสูตรในด้านต่าง ๆ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยพบว่ามีข้อในการอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทดสอบหลังเรียนแล้วนำไปเทียบกับคะแนนจุดตัด เป็นแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ – ความจำ ร้อยละ 9.30 ด้านความเข้าใจ ร้อยละ 74.41 และด้านการนำไปใช้ ร้อยละ 16.29 จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบผลเป็นรายพฤติกรรมพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ สูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลหลายประการ คือ

1) หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นเป็นหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ มีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากการศึกษาสภาพปัจจุบัน แล้วนำมากำหนดเป็นหลักการและจุดมุ่งหมายเนื้อหาของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตร ตลอดจนการวัดและประเมินผลของกิจกรรมต่างๆ และการประเมินหลักสูตร ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรของ ไทเลอร์ (Tyler. 1949) ที่มีความเห็นว่าแนวทางในการจัดทำหลักสูตรควรตอบคำถามพื้นฐาน 4 ประการคือมีความมุ่งหมายอะไรบ้าง มีประสบการณ์ใดบ้างที่ควรจัดเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ควรจัดประสบการณ์อย่างไรให้การสอนมีประสิทธิภาพ และประเมินอย่างไรจึงจะตัดสินได้ว่าบรรลุตามความมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ แนวทางการพัฒนาหลักสูตรของทาบาที่เสนอแนะขั้นตอนในการประเมินหลักสูตร โดยเฉพาะในขั้นที่ 4 การจัดเนื้อหาสาระควรเริ่มจากหัวข้อที่ง่ายเพื่อไปสู่หัวข้อที่ลึกซึ้ง แนวทางการพัฒนาหลักสูตรของโอลิวา (Oliva. 1992) ที่มีกระบวนการคล้ายกับของ ไทเลอร์ ในการพัฒนาหลักสูตรครั้งนี้ได้ยึดตามแนวทางดังกล่าว

โดยมีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก การนำเสนอเนื้อหาจากรูปธรรม โดยมีกิจกรรมทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพของสาร เช่น มวล ปริมาตร ความหนาแน่น ไปสู่เนื้อหาที่เป็นนามธรรมโดยมีกิจกรรมให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างมวลของสาร มวลอะตอม และอนุภาคมูลฐานของอะตอมได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการนำเสนอเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของ ดอริ และ ฮามีริ (Dori; & Hameiri. 2003: 278 – 302) ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์หลายมิติ มีการนำเสนอเนื้อหาทางเคมีคำนวณจากระดับง่ายไปสู่ระดับที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น พบว่านักเรียนมีอัตราความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางเคมีลดลงในขณะที่ปัญหามีความยากขึ้น และยังพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยกระบวนการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์หลายมิติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการฟังบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในส่วนของการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ยึดหลักการการใช้เทคนิคอย่างหลากหลายในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาตามความถนัด กิจกรรมการเรียนการสอนได้เสนอแนะวิธีการไว้อย่างหลากหลาย ส่วนการนำวิธีการไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ นั้น ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจเลือกวิธีการของนักเรียน

2) กิจกรรมที่พัฒนาขึ้นในหลักสูตรมีความหลากหลาย เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติทั้งจากการทำการทดลอง การคำนวณเพื่อแก้ปัญหา โดยมีการใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนคือ การกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจปัญหาการวางแผนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การตรวจสอบและการประยุกต์ใช้ในทุขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีทักษะและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีจากการศึกษาเอกสารประกอบการสอนไปสู่การปฏิบัติการทดลองหรือการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเข้าใจ ในช่วงท้ายของการจัดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมนักเรียนมีโอกาสได้เสนอผลการทดลอง สรุปและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนสมาชิกในห้องเรียน ทำให้ได้รับทราบข้อมูลจากการทดลองมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การอภิปรายในกลุ่มใหญ่ทั้งห้องเรียนเพื่อให้ได้แนวความคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์มีหลายวิธี ควรเลือกใช้วิธีการใดจึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ประหยัดทั้งเวลาและทรัพยากร จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้นักเรียนสามารถเรียนเข้าใจทั้งเนื้อหา ได้ฝึกกระบวนการ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชมิดท์ (Schmidt. 2004: Online) ที่สอนนักเรียนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้ และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการด้วยตนเอง (Hands - on) Daubenmine (2004: Online) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบแนะนำ Amaral (2004: Online) จัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายวิชาเคมี โดยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองร่วมมือกันเพื่อแก้ปัญหา Balfakih (2003: 605 – 624) สอนโดยกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบเอส.ที.เอ.ดี (STAD – Student Teams Achievement Division) และ Tanaprayothsak (2005: 90 – 91) จัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา (2547: บทคัดย่อ) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ดรฤณี พรายแสงเพชร (2548: 54) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ พบว่า กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้นส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3) การวัดและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง มีวิธีการที่ชัดเจน โดยประเมินจากการสังเกตในขณะทำการทดลองและการประเมินจากการตรวจแบบรายงานการทดลอง และมีการสะท้อนผลกลับทุกครั้งที่มีการทำกิจกรรม โดยครูได้ให้ข้อเสนอแนะและแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องทุกครั้งหลังกิจกรรมเสร็จสิ้นแล้ว ในระยะเริ่มต้นของการใช้หลักสูตรนักเรียนได้อภิปรายผลการทดลองร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนทราบข้อบกพร่องในวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่มของตนเองในระยะต่อมาครูได้ให้นักเรียนสรุปและอภิปรายผลการทดลองด้วยตนเอง โดยครูทำการสังเกตขณะทำการทดลองและตรวจแบบรายงานการทดลอง แล้วสะท้อนผลการสังเกตและการตรวจงานให้นักเรียนทราบเป็นรายกลุ่ม นักเรียนได้ทราบพัฒนาการของตนเองเป็นระยะ ทำให้มีความพยายามในการปรับปรุงงานของกลุ่มตนเองให้ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลา

ผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่า หลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ การจัดกิจกรรมในหลักสูตรอย่างหลากหลาย การวัดและการประเมินผลอย่างต่อเนื่องส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chang (1999: 373 – 388) ที่ศึกษาผลของการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าวิธีการสอนดังกล่าวทำให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้นสอดคล้องกับผลการพัฒนาหลักสูตรของ Pupaka (2005: 86) ที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน Tanaprayothsak (2005: 90 – 91) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ Jansawang (2005: 79) พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอดแทรกภูมิปัญญาท้องถิ่นพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ วัดโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนไปเทียบกับคะแนนจุดตัด เป็นแบบทดสอบจำนวน 35 ข้อ มี 2 แบบคือ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกพร้อมแสดงเหตุผล วัดพฤติกรรมด้านการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการออกแบบการทดลองและการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลหลายประการดังนี้

1) ลักษณะกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทั้งการแก้ปัญหาโดยการคำนวณที่นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหา หาทางเลือกและตัดสินใจในการแก้ปัญหา ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตลอดจนได้มีการประเมินผลการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาโดยการทดลองที่นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมาเป็นส่วนช่วยในการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและการทำการทดลองด้วยตนเองทุกกิจกรรม นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้รูปแบบหนึ่ง ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ (2536: 39) กล่าวว่ากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 123 – 128) ที่กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในเนื้อหาวิชา ซึ่งการทำการทดลองถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกันกับผู้อื่น สอดคล้องกับพวงทอง มีมั่งคั่ง (2537: 15) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมและทำรายงานการทดลอง เสนอรายงานการทดลอง ใช้ความรู้ ความคิดจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ

เยอรมัน และคนอื่นๆ (Germann; et al. 1996: 79) ที่พัฒนาทักษะการใช้เหตุผล การคิดขั้นสูง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้ปฏิบัติการสืบเสาะด้วยตนเอง พบว่า การที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองและทำการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ โรธ (Roth. 1993: 127) ที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสภาพจริง โดยให้นักเรียนทำปฏิบัติการสืบเสาะแบบเปิด พบว่า การที่นักเรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาทางแก้ปัญหา วางแผนและออกแบบการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ไมเออร์ (Myers. 2004: Online) ที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปฏิบัติ การสืบเสาะ พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการตามคู่มือ

2) ลักษณะกิจกรรมมีความหลากหลาย เน้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง จากการทดลอง การคำนวณเพื่อแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ มีการใช้อุปกรณ์ทำการทดลองจริง เพื่อหาคำตอบของปัญหา ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดโดยเริ่มจากการกำหนดปัญหา การวางแผนการทดลองตลอดจนการปฏิบัติการทดลอง การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง มีการฝึกหัดการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในการชั่ง การตวง และการวัด การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัย เช่น เครื่องเหวี่ยงตกตะกอน เครื่องต้มน้ำ ปรับอุณหภูมิ เพื่อให้นักเรียนใช้ได้ถูกต้อง ปลอดภัย สิ่งเหล่านี้มีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเพลิดเพลิน ชอบออกแบบและทำการทดลอง เพราะสามารถหาคำตอบของปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วิชชุตา งามอักษร (2541: บทคัดย่อ) ที่ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมแบบเอส เอส ซี เอส (SSCS) พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่สอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาลักษณะของการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ของศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว (2545: บทคัดย่อ) ที่พัฒนากิจกรรมชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ดาราวรรณ อานันท์สกุล (2547: 315 – 321) ที่จัดกิจกรรมโดยใช้ค่ายวิทยาศาสตร์ และพบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังปฏิบัติการสูงขึ้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนผลของการวิจัยที่ว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แต่ผลการศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jansawang (2005: 79 – 80) ที่พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยการสอดแทรกภูมิปัญญาของท้องถิ่น พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ โดยรวม มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาผลเป็นรายด้านพบว่า เฉพาะด้านที่ 3 การตั้งสมมติฐานและด้านที่ 4 การทดลองและการออกแบบการทดลอง นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนอีก 2 ด้าน คือ ด้านที่ 2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านที่ 5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป นักเรียนมีคะแนนไม่ต่างกัน และในด้านที่ 1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรนักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากการใช้คำถามนำในห้องเรียนของครูขณะที่ทำกิจกรรมการทดลอง อาจจะไม่สามารถสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจได้ถูกต้อง และนักเรียนบางคนมีความเห็นว่าการระบุตัวแปรเป็นเรื่องที่ง่าย จึงละเลยในการฝึกหัดเพื่อระบุให้ถูกต้อง ในส่วนของ การตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุปข้อมูล จากการสังเกตขณะทำการทดลองและการตรวจรายงานการทดลองนักเรียนโดยภาพรวมยังมีความปัญหาในการอธิบายผลการทดลองว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น มีหลักการทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างที่สามารถอธิบายได้ และมีนักเรียนบางคนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทดลองกับหลักการ ทฤษฎีจากการศึกษาเอกสารประกอบการสอนได้

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3

เจตคติทางวิทยาศาสตร์วัดโดยใช้แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ทั้ง 6 ด้าน คือ ด้านความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้าง ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ความเพียรพยายามและความรอบคอบก่อนตัดสินใจ วัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุสำคัญคือ กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนด้วยตนเอง กิจกรรมหลากหลายในนักเรียนได้ลงมือทำโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาคำตอบของปัญหา ทำให้เกิดการซึมซับในเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา การที่กิจกรรมมีความหลากหลาย เป็นที่น่าสนใจให้นักเรียนได้เรียนรู้ ได้ออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเพียรพยายามที่จะหาคำตอบของปัญหาและส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา การให้นักเรียนได้ออกแบบตารางบันทึกผล สรุปและอธิบายผลด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริมให้มีความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูล มีใจกว้างที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นและเหตุผล

วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ แบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ การแก้ปัญหาแบบเขียนตอบจากสถานการณ์ การแก้ปัญหาแบบเขียนตอบพร้อมแสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบ และการตัดสินใจแบบเขียนตอบพร้อมแสดงเหตุผล จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลหลายประการคือ

1) หลักสูตรที่บูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาเคมีกับการสอนทักษะการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยการนำเสนอเนื้อหาในหลักสูตรที่สอดคล้องกับคำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนอยู่เสมอ มีโจทย์คำนวณที่ให้นักเรียนได้เลือกใช้เทคนิคการแก้ปัญหาย่างหลากหลาย สามารถตัดสินใจเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับตนเอง มีกิจกรรมการทดลองที่ให้นักเรียนรู้เนื้อเรื่อง ให้เรียนด้วยความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี เช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ได้ปฏิบัติสอดคล้องกับแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ในมาตรา 24 ระบุว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ วิจิตรพร หล่อสุวรรณ (2544: บทคัดย่อ) ที่พัฒนาหลักสูตรเพื่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในกระบวนการพยาบาลที่พบว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้นักศึกษามีทักษะการคิดวิจารณญาณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2) กิจกรรมในหลักสูตรมีความหลากหลาย และเอื้อให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอยู่ตลอดเวลา โดยให้นักเรียนได้เรียนโดยการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่ม แบ่งบทบาทหน้าที่ตามสถานการณ์ปัญหา มีการใช้คำถามคอยกระตุ้นให้คิด ทุกขั้นตอนของการทำงาน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและซักถามเมื่อไม่เข้าใจ ทำให้บริบทต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานอย่างมีระบบ สามารถหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาได้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและตัดสินใจโดยรวมสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535: 34) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดและนำไปสู่การปฏิบัติที่ละขั้นตอนเป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบความสำเร็จในการเรียน มีเสรีภาพในการปฏิบัติ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของจอห์น ดิวอี้ กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดได้ดีต้องเป็นการเรียนรู้ที่ได้จากการปฏิบัติและสอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาที่ว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติด้วยตนเอง จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีและมีทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมและจากการที่นักเรียนได้ฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาย่อยเสมอ จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ใหม่ด้วย

ตนเอง ซึ่งลักษณะของการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ อุไรวรรณ รักดอน (2542: 97) ที่ใช้รูปแบบการสอนแบบ เอส. เอส.ซี.เอส (SSCS) นันทเดช โชคถาวร (2532: 56) ที่ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดรุณี พรายแสงเพชร (2548: 56 – 57) ที่สอนการแก้ปัญหา โดยใช้สารสนเทศ และ มนัสนันท์ สะทองเทียน (2548: 51) ที่สอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า การจัดกิจกรรมดังกล่าวข้างต้นส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chang (1999: 373) พบว่า รูปแบบการสอนที่ใช้การแก้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาโดยการให้โจทย์สถานการณ์ปัญหา พบว่าขั้นตอนการกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับวิธีการอื่นที่พบว่านักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนยังขาดความสามารถในการขยายความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง ของสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548: 19) ที่พบว่านักเรียนยังขาดทักษะในการอธิบายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือองค์ความรู้ที่ได้ และยังไม่ค่อยให้เหตุผลเท่าที่ควร หรือปราศจาก การอ้างอิงกิจกรรมที่ปฏิบัติ หลักฐานหรือข้อมูลยืนยันและนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hong และ Chang (2004: 97) ที่วิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาในรายวิชาชีววิทยาที่พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและมีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยาเพื่อหาแนวทางในการตัดสินใจแก้ปัญหาได้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่องการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวนนักเรียนรวม 81 คน โดยการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมแบบการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ พบว่าส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงขึ้น ผลจากการศึกษาทุกขั้นตอนนี้

สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียนให้มีประสิทธิภาพได้ เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ด้านการบริหาร

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงขึ้น ดังนั้นผู้บริหารสถานศึกษาจึงควรให้การสนับสนุนครู ให้มีการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาที่เน้นการส่งเสริมและพัฒนาทักษะต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นอย่างต่อเนื่องและจริงจัง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรอื่น ๆ ต่อไป

1.2 ด้านการพัฒนาหลักสูตร จากผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาเอกสารและการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตร การประเมินหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร เป็นรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงขึ้น ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาควรนำรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรดังกล่าวไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรอื่น ๆ ต่อไป

1.3 ด้านการจัดการเรียนการสอน จากการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยมีขั้นตอนคือการกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหาและการตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหาและการประเมินผลการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสูงขึ้น จึงควรนำรูปแบบของการจัดกิจกรรมดังกล่าวไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากยิ่งขึ้น

1.4 ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ในการวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการใช้หลักสูตรกับนักเรียนในด้านต่างๆ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นควรมีการนำเครื่องมือเหล่านี้ไปใช้วัดพฤติกรรมที่สอดคล้องกับพฤติกรรม

ในเครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในขณะการทำกิจกรรมในห้องเรียนคือแบบสังเกตพฤติกรรมและประเมินผลงานนักเรียน ที่ครูผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของการจัดกิจกรรมจริงในห้องเรียน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมสูงกว่าคะแนนจุดตัด แต่มีทักษะบางด้านที่นักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด ประกอบด้วย ด้านการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป ดังนั้นควรมีการศึกษารูปแบบของการจัดกิจกรรม เนื้อหาที่จะใช้ฝึกทักษะเหล่านี้โดยเฉพาะ หรือมีการสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ดังกล่าวมาข้างต้นอย่างต่อเนื่อง

2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมสูงกว่าคะแนนจุดตัด มีบางด้านที่นักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด คือ ด้านความมีเหตุผล ดังนั้นควรศึกษาเนื้อหา รูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมในอันที่จะส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านความมีเหตุผลให้สูงขึ้น

2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจโดยรวมสูงกว่าคะแนนจุดตัด มีบางขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาและการตัดสินใจที่นักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด คือ ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น ดังนั้นควรมีการศึกษารูปแบบและกิจกรรมที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการตรวจสอบการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และอีกประการหนึ่งคือการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับวิธีอื่น ๆ ควรมีการศึกษาถึงวิธีการที่จะทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้วิธีการและความรู้ที่ได้จากการเรียนในห้องเรียน ไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ ทั้งปัญหาที่มีลักษณะเดียวกันและปัญหาที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

2.4 ความสามารถด้านการแก้ปัญหาโดยการคำนวณ พบว่านักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด ควรมีการศึกษารูปแบบ วิธีการ กิจกรรมหรือสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมในอันที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคำนวณให้สูงขึ้น

2.5 การทำวิจัยครั้งนี้ มีรูปแบบการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาและการตัดสินใจในขณะที่ทำตามขั้นตอนต่าง ๆ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอยู่เสมอ และช่วงท้ายชั่วโมงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้จัดให้นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม โดยให้

สรุปและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน ดังนั้นควรศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ในชั้นตอนนี้ เช่น ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กชกร ธิปัตติ. (2539). การสร้างหลักสูตรเสริมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างซับซ้อน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์ดุขฎิบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2542). การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพเด็กไทยด้านทักษะการคิด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- . (2543). การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด : แนวทางสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- . (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กิ่งฟ้า สินธุวงษ์; และ สุภาสินี สุภธีระ. (2543). ทำอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (ศูนย์กลาง). *หน้าที่ของครูยุคปฏิรูป : การวิจัยในชั้นเรียนกับ กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กิตติ กล่อมเกลี้ยง. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดย มีการใช้สถานการณ์การกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึก การกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิตติภูมิ ภิญญ. (2543). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคัดสรรกับความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหาทางการพยาบาลในชุมชนของนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 4 วิทยาลัยพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุขภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2544). การส่งเสริมให้คนไทยคิด : จากอดีตสู่ปัจจุบัน และอนาคต.
วารสารวิชาการ. 4(11): 36 – 47.
- จิต นวนแก้ว. (2543). การพัฒนาความสามารถด้านการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินตนา ธนวิบูลย์ชัย. (2535). การวัดการปฏิบัติ สภาพปัญหาและแนวทางพัฒนา. การวัดผล
การศึกษา. 14(41): 45 – 57.
- จิรพันธุ์ ทศนศรี. (2548). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบชิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้.
ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิราภา เต็งไธรัตน์; และคนอื่น ๆ. (2544). จิตวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. (2539). การพัฒนาหลักสูตร : หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ:
อลีน เพรส.
- ชมพันธุ์ ภูษธร ณ อยุธยา. (2540). การพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ข่าวทหารอากาศ.
- ชุดิมา วัฒนศิริ. (2536). การศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2
ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวทางของ สสวท.
กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เชิดศักดิ์ ไชวาสินธุ์. (2530). การฝึกสมรรถภาพของสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด.
ปรินญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไชยรัตน์ ปราณี. (2545). การพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของ
ท้องถิ่นโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต
(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตร
และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ดรุณี พรายแสงเพชร. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดาราวรรณ อานันทนสกุล. (2547). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์. ใน เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ การวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- ทีศนา เขมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทีศนา เขมมณี; และคณะ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- อึ้ง บัวศรี. (2543). กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. วารสารวิชาการ. 3(5): 17 – 22.
- นันทเดช โชคถาวร. (2532). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). การพัฒนาหลักสูตร โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. เชียงใหม่: เดอะโนว์เลจเซ็นเตอร์ (The knowledge Center).
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2526). การทดสอบแบบอิงเกณฑ์แนวคิด. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- บุญยี่ วรณศิริกุล. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ปภาวี ลิขิตบุญฤทธิ์. (2540). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดในการแก้ปัญหาวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
โดยเน้นระดับคำถาม. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2541). คิดเก่ง สมองไว. กรุงเทพฯ: โปรดัคทีฟบุ๊ก.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2000). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปิยรัตน์ แสงจันทร์. (2540). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ
แก้ปัญหาวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่าง
การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การประถมศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- เปรมจิตร บุญสาย. (2541). การพัฒนาหลักสูตรวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
เรื่อง พื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากสาร
เหลือทิ้ง. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์. (2543). สอนให้คิด. วารสารวิชาการ. 3(10): 13 – 16.
- พรรณี ช. เจริญจิต. (2545). จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เมธีพิปส์.
- พวงทอง มีมั่งคั่ง. (2537). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2543). ตัวบ่งชี้ของการจัดการเรียนการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง.
หน้าที่ของครูยุคปฏิรูป : การวิจัยในชั้นเรียนกับกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็น
ศูนย์กลาง. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2536). แนวการสอนของออลูเบล. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาสารคาม. 12(1): 58 – 79.
- . (2537). ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับการยอมรับในการจัด
การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
13(1): 22 – 35.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนา
พานิช.

- ภัทรภรณ์ ภัทรโยธิน. (2545). *การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่เพื่อส่งเสริมการคิดวิจารณ์ญาณ. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนัสนันท์ สระทองเทียน. (2548). *การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพร ริมชลการ. (2543). *การพัฒนาหลักสูตรพีชคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพาพันธ์ มินวงษ์. (2541). *การศึกษาคำคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านตัวบุคคลและข้อมูลข่าวสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รพีพร ไตไทยะ. (2540). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)*. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- รุจิรี ภู่อาระ. (2545). *การพัฒนาหลักสูตร : ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โรเบิร์ต อี. ซิลเวอร์แมน. (2545). *จิตวิทยาทั่วไป. แปลโดย สุปราณี สนิธิรัตน์ และคณะ. พิมพ์ครั้งที่ 8*. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลาวัลย์ รักสัตย์. (2543). *การพัฒนากระบวนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วยเทคนิคอนุรักษ์. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.
- วรรณภา โพธิ์สอาด. (2542). ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จังหวัดปทุมธานี. ปรินูญานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศิลปศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วิจิตรพร หล่อสุวรรณ. (2544). การพัฒนาหลักสูตรเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณในกระบวนการพยาบาล. ปรินูญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชชุดา งามอักษร. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2543). ทักษะการเรียนรู้สู่ศักยภาพของบุคคล. *หน้าที่ของครูยุคปฏิรูป : การวิจัยในชั้นเรียนกับกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. ขอนแก่น : คลังน่านาวิทยา.
- วิมล ดำหริศิลป์. (2533). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสร้างและการทดสอบแบบจำลองทฤษฎี กับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิมล ลำราญวานิช. (2537). วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา. *ศึกษาศาสตร์ มข.* 17(9): 27 – 29.
- คันสนีย์ ฉัตรคุปต์; และ อุษา ชูชาติ. (2544). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศิริกาญจน์ โกสุมภ์; และ ดาวรณี คำวัจนัง. (2545). *สอนเด็กให้คิดเป็น*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เมธีพิปส์.

- ศิรินธร วิริยะสินธุ์. (2544). ทักษะการคิด. ใน *วิทยาการด้านการคิด*. ทิศนา แหม่มณี และคณะ. หน้า 118 – 140. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา. (2547). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์*. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2545). *การพัฒนากิจกรรมชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ สำหรับโรงเรียนประถมศึกษา*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภลักษณ์ สินธนา. (2545). *การศึกษาค้นคว้าโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ*. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- . (2546ก). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- . (2546ข). *คู่มือวัดผลและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- . (2548). *เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยายผล และอบรมรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมเกียรติ แก้วจรัสสุสันติ. (2544). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีสภาวะแวดล้อม เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีในผัก สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตของสถาบันราชภัฏ*. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมจิต สวณไพบุลย์. (2541). *เอกสารคำสอนวิชาประชุมปฏิบัติการการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2542). ยุทธศาสตร์การสอน. *วารสารวิชาการ*. 2(1): 51 – 61.

- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2545). *ชุดฝึกอบรมการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2544). *สร้างสรรค์นักคิด : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2543). *เหตุใดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยจึงตกอันดับ*. กรุงเทพฯ: ฝานนิเทศสัมพันธ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สิริวรรณ ตระฐานนท์. (2542). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์*. ปรินญานินพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุเทพ อ่อนไสว. (2545). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : หลักการและแนวคิด. *ครูสารเทพสตรี*. 6(1): 25 – 36.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2545). *การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยเทียบกับนานาชาติ*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุภรณ์ สภาพงษ์. (2545). การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด. *วารสารวิชาการ*. 5(9): 31 – 34.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์.
- หทัยรัช รัชสุวรรณ. (2539). *ผลการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านมโนคติ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญานินพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

หอมนวน ใจเชื้อ. (2529). *การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน*. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อิสริยา สิริวิทยาวรรณ. (2534). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบหาความรู้โดยใช้เทปโทรทัศน์สร้างสถานการณ์กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อุไรวรรณ รักดอน. (2542). *ผลการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอสที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การประถมศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

อุษา จินเจนกิจ. (2544). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองเรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ*. ปรินูญาการศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Abruscato, Joseph. (2000). *Teaching Children Science : A Discovery Approach*. 5 th ed. Boston: Allyn and Bacon.

Adey, Philip. (2001, March). 160 Years of Science Education : An Uncertain Link Between Theory and Practice. *School Science Review*. 82(300): 41 – 48.

Adigwe, J. C. (1998, November). Three Problem – Solving Instructional Strategies and Their Effect on Nigerian Students Attainment in Chemistry. *Research in Education*. 60(4): 54 – 67.

Aikenhead, Glen S. (1985). Collective Decision Making in the Social Context of Science. *Science Education*. 69(4): 453 – 475.

- Aikenhead, Glen S. (1989). Decision-Making Theories as Tools for Interpreting Student Behavior During a Scientific Inquiry Simulation. *Journal of Research in Science Teaching*. 26(3): 189 – 203.
- Amaral, K.E. (2004). *Collaborative Learning and Testing in Introductory General Chemistry*. Retrieved October 11, 2005, from [Http://www.lib.umi.com/dissertations/](http://www.lib.umi.com/dissertations/)
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1993). *Benchmarks for Science Literacy : Project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Anderson, Hans D. (2000, January). Teaching Toward 2000. *The Science Teacher*. 67(1): 52 – 53.
- Andre, Thomas. (1986). Problem Solving and Education. in *Cognitive Classroom Learning : Understanding, Thinking, and Problem Solving*. Editors Phye, Gary D.; & Andre, Thomas. Orlando: Academic.
- American Association for the Advancement of Science. (1994). *Science for All American*. 16th ed. New York: Oxford University Press.
- Atwater, Mary M.; & Alick, Bonita. (1990). Cognitive Development and Problem Solving of Afro – American Students in Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*. 27(2): 157 – 172.
- Baumert, Jurgen. ; Evans, Robert H.; & Geiser, Helmut. (1998). Technical Problem Solving among 10 – Year - Old Students as Related to Science Achievement, Out – of – School Experience, Domain – Specific Control Beliefs, and Attribution Patterns. *Journal of Research in Science Teaching*. 35(9): 987 – 1013.
- Bell, Randy lee. (1999). *Understandings of the Nature of Science and Decision Making on Science and Technology based Issues*. Retrieved October 2, 2003, from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Berk, R.A. (1986). A Consume, Guide to Satting Performance Standards on Criterion – Reference Test. *Review of Education Research*. 56(1): 137 – 172.
- Beyer, Bsrry K. (1987). *Practical Strategies For The Teaching of thinking*. Boston: Allyn & Bacon.

- Beyer, Bsrly K. (1991). *Teaching Thinking Skills : A Handbook for Secondary School Teachers*. Boston: Allyn & Bacon.
- Bodner, George M.; & McMillen, Theresa L. B. (1986). Cognitive Restructuring as an Early Stage in Problem Solving. *Journal of Research in Science Teaching*. 23(8): 727 – 737.
- Bodzin, Alec M.; & Mamlok, R. (2000). STS Simulations Engaging Students with Issues-based Scenarios. *Science Teacher*. 67(9): 36 – 39.
- Brown, Dwight George. (1998). *Human Genetic Concept Attainment in Secondary Biology Students Through the Use of Specifically Constructed Bioethical Case Studies and a Student Decision – Making*. Retrieved October 8, 2003, from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Bruner, J. S.; & Austin, G. A. (1965). *A Study of Thinking*. New York: John Willy and Sons.
- Bunce, Diane M. ;& Heikkinen. (1986). The Effect of an Explicit Problem – Solving Approach on Mathematical Chemistry Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*. 23(1): 11 – 20.
- Bunce, Diane M.; Gabel, Dorothy L.; & Samuel, John V. (1991). Enhancing Chemistry Problem– Solving Achievement Using Problem Categorization. *Journal of Research in Science Teaching*. 28(6): 505 – 521.
- Campbell, Bob et al. (1994). Science : The Salters' Approach - A Case Study of the Process of Large Scale Curriculum Development. *Science Education*. 78(5): 415 – 447.
- Carin, Arthur A. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. 7 th ed. New York : Macmillan.
- Chandran, Sarath. ; Treagust, David F.; & Tobin, Kennth. (1987). The Role of Cognitive Factors in Chemistry Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*. 24(2): 145 – 160.
- Chang, C.Y. (1999). The Use of Problem - solving – based Instructional Model in Initiating Cchange in Students' Achievement and Alternative Frameworks. *International Journal of Science Education*. 21(4): 373 – 388.

- Daubenmire, P.L. (2004). *A Longitudinal Investigation of Student Learning in General Chemistry with the Guided Inquiry Approach*. Retrieved October 11, 2005, from <http://www.lib.umi.com/dissertations/>
- De Jong, T.; & Ferguson – Hessler, M.G.M. (1996). Types and Qualities of Knowledge. *Education Psychologist*. 31(1): 105 – 113.
- Doll, Ranold C. (1996). *Curriculum Improvement : Decision Making and Process*. 9th ed. Boston: Allyn & Bacon.
- Dori, Yehudit J.; & Hameiri, Mira. (1998). The 'Mole Environmental' Studyware : Applying Multidimensional Analysis to Quantitative Chemistry Problems. *International Journal of Science Education*. 20(3): 317 – 333.
- . (2003). Multidimensional Analysis System for Quantitative Chemistry Problem : Symbol, Macro, Micro, and Process Aspects. *Journal of Research in Science Teaching*. 40(3): 278 – 302.
- Driel, Jan H. Van. ; Beijgaard, Douwe.; & Verloop, Nico. (2001). Professional Development and Reform in Science Education : The Role of Teachers' Practical Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(2): 137 – 158.
- Ebrahim, A. (2004). *The Effect of Traditional Learning and a Learning Cycle Inquiry Strategy on Students' Science Achievement and Attitudes Toward Elementary Science (Kuwait)*. Dissertation. Ohio: Ohio University. Retrieved from ProQuest.
- Eccles, Jacquelynne S. ; Wigfield, Allan.; & Byrnes, James. (2003). Cognitive Development in Adolescence. in *Handbook of Psychology (Volume 6) Developmental Psychology*. Editors.
- Eglen, J.R. ; & Kempa, R.F. (1974). Assessing Manipulative Skills in Practical Chemistry. *The School Science Review*. 56(195): 261 – 273.
- Elliott, Stephen N. ; et al. (2000). *Educational Psychology : Effective Teaching, Effective Learning*. 3rd ed. Boston: Mc – Graw Hill.

- Engemann, Joseph F. (2000). *Performance in Chemistry Problem Solving : A study of Expert/Novice Strategies and Specific Cognitive Factors*. Retrieved October 8, 2003. from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Eniaijeju, Paul A. (1983). The Comparative Effects of Teacher – Demonstration and Self Paced Instruction on Concept Acquisition and Problem – Solving Skills of College Level Chemistry Students. *Journal of Research in Science Teaching*. 20(8): 759 – 801.
- Erduran, Sible. (2000, June). “Emergence and Application of Philosophy of Chemistry in Chemistry Education. *School Science Review*. 81(297): 85 – 87.
- Fleming, Alastair. (1998, December). What Future for Chemistry to Age 16?. *School Science Review*. 80(291): 29 – 34.
- Fogarty, Robin. (1997). *Brain – Compatible Classrooms*. Illinois: Skylight.
- Foley, Katheleen Emma. (1996). Cooperative Learning and Visual Organizers : Effect on Students’ Solving Mole Problems in Chemistry. *Dissertation Abstracts International*. 56(9): 3523 – A; – 3524 – A.
- Foster, Thomas Michael. (2000). *The Development of Students’ Problem – Solving Skill From Instruction Emphasizing Qualitative Problem – Solving*. Retrieved October 9, 2003, from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Friend, Rosalie. (2002, April). Summing It Up : Teaching Summary Writing to Enhance Science Learning. *The Science Teacher*. 69(4): 40 – 43.
- Gabel, Dorothy L. (1983). Facilitating Problem Solving In High School Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*. 20(2): 163 – 177.
- Gega, Peter C. ; & Peters, Joseph M. (1998). *Science in Elementary Education*. 8th ed. New Jersey: Prentice – Hall.
- Germann, P.J.; et al. (1996). Identifying Patterns and Relationships among the Responses of Seventh-Grade Students to the Science Process Skill of Designing Experimental. *Journal of Research in Science Teaching*. 33(1): 79 – 99.
- Gick M. L. (1988). Problem Solving Strategies. *Education Psychologist*. 21(1): 99 – 120.

- Giuliano, Frank Joseph. (1997). The Relationships Among Cognitive Variables and Students' Problem Solving Strategies in an Interactive Chemistry Classroom (High School). *Dissertation Abstract International*. Retrieved October 8, 2003, from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Goodnough, Karen. (2001, April). Multiple Intelligences Theory : A Framework for Personalizing Science Curricula. *School Science and Mathematics*. 101(4): 180 – 193.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw – Hill.
- Hambleton, R.K.; Swaminathan, Aljina J.; & Coulson, D.B. (1987). Criterion Reference Testing and Measurement : A Review of Teaching Issues and Development. *Review of Education Research*. 48(1): 1 – 49.
- Harpaz, Yoram.; & Lefstein, Adam. (2000, November). Communities of Thinking. *Educational Leadership*. 58(3): 54 – 57.
- Haugh, Thomas. (2002, March). Snow Globe Science : Student Learn Solution Chemistry Through an Open – Ended Lab Investigation. *The Science Teacher*. 69(3): 36 – 39.
- Heath, Phillip A.; et al. (1987). Decision Making : Influence of Features and Presentation Mode Upon Generation of Alternatives. *Journal of Research in Science Teaching*. 24(9): 821 – 833.
- Henson, Kenneth T. (2001). *Curriculum Planing : Integrating Multiculturalism, Constructivism, and Education Research*. 2nd ed. Boston: Mc-Graw Hill.
- Herron, J. Dudley. (1996). *The Chemistry Classroom : Formulas for Successful Teaching*. Washington, D.C.: American Chemistry Society.
- Hofstein, Avi ; Shore, Relly. ; & Kipnis, Mira. (2004). Providing High School Chemistry Students with Opportunities to Develop Learning Skills in an Inquiry – type Laboratory : A Case Study. *International Journal of Science Education*. 26(1): 47 – 62.
- Hong, J. L. ; & Chang, N.K. (2004). “Analysis of Korean High Students' Decision – Making Processes in Solving a Problem Involving Biology Knowledge. *Research in Science Education*. 34 (1): 97 – 111.

- Huber, Richard A. ; & Moore, Christopher J. (2001). A Model for Extending Hands - On Science to Be Inquiry Based. *School Science and Mathematics*. 101(1): 32 – 42.
- Hurd, Paul Dehart. (2000, October). Science Education for the 21st Century. *School Science and Mathematics*. 100(6): 282 – 288.
- . (2002). Modernizing Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*. 39(1): 3 – 9.
- Jackson, K. F. (1991). Getting Results and Solving Problems. in *Teaching Thinking : A Survey of Programmes in Education*. 2nd ed. Editor Coles, M. J. & Robinson, W. D. pp. 77 – 83. London: Bristol Classical Press.
- James, Robert K.; et al. (2000, January). Integrating Science, Mathematics, and Technology in Middle School Technology-Rich Environments : A Study of Implementation and Change. *School Science and Mathematics*. 100(1) : 27 – 35.
- Jansawang, N. (2005). *The development of a school – based elective science curriculum with an Inclusion of Local Wisdom for the Lower Secondary School*. Dissaertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok : Graduate School Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Jolly, Anju B. (1998). *The Effectiveness of Learning With Concept Mapping on the Science Problem – Solving of Sixth – Grade Children*. Retrieved October 8, 2003, from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Kauchak, Donald P. ; & Eggen, Paul D. (1998). *Learning and Teaching : Research – Based Methods*. 3th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Khemmani, Tissana. (1994, January). Play and Cognitive Development in Thai Children in Rural Areas. *Chulalongkorn Education Review*. 1(2): 25 – 45.
- Kirk, Gerald Richard. (2000). *The Relationship of Attitudes Toward Science, Cognitive Style, and Self – Concept to Achievement in Chemistry at the Secondary School Level*. Retrieved October 8, 2003, <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>

- Koch, Helmut. (1995). Simplifying Stoichiometry. *The Science Teacher*. 62(8): 36 – 39.
- Kortland, Koos. (1996). An STS Case Study about Students' Decision Making on the Waste Issue. *Science Education*. 80(6): 673 – 689.
- Krishnan, Shanthi Radha. (1991). Conceptual Change in Chemistry through Cooperative Problem – Solving. *Dissertation Abstracts International*. 52(3): 870 – A.
- Krulik, Stephen ;& Rudnick, Jesse A. (1996). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Junior and Senior High School*. Boston: Allyn and Bacon.
- . (1987). *Problem Solving : A Handbook for Teacher*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Kuhn, Deanna. ; Amsel, Eric. ; & O' Loughlin, Michael. (1988). *The Development of Scientific Thinking Skills*. San Diego: Academic Press.
- Laugksch, R.C. (2000). Scientific Literacy : A Conceptual Overview. *Science Education*. 84(1): 71 – 94.
- Lawson, A. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Leary, Rosemary French. (1993). *Effect of Concept Maps on Concept Learning and Problem – Solving Achievement in High School Chemistry*. Retrieved October 8, 2003, from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Lee, Jae - Young. (2000). *A Cross – Cultural Investigation of College Students' Environmental Decision - Making Behavior : Interactions among Cultural, Environmental, Decisional and Personal Factors*. Retrieved October 8, 2003, From <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Leighton, Jacqueline P. ; & Sternberg, Robert J. (2003). Reasoning and Problem Solving. in *Handbook of Psychology (Volume 4) : Experimental Psychology*. Editors Healy, Alice F. ; & Proctor, Robert W. pp. 623 – 648. New Jersey: John Wiley & sons.

- Lipman, Mathew. (1988, September). Critical Thinking – What Can It Be?. *Educational Leadership*. 46(1): 38 – 43.
- Longman Dictionaries. (1995). *Longman Dictionary of Contemporary English*. 3rd ed. Essex: Longman Group.
- Lucille Lee, Kam – Wah.; et al. (1996). Cognitive Variables in Problem Solving in Chemistry : A Revisited Study. *Science Education*. 80(6): 691 – 710.
- Manhart, Mary. ; David, Kathy. (2001). (Online) Available : Retrieved May 31, 2001, from <http://www.ops.org/mathsci/index.html>
- Martin, Michael O.; et al. (2000). *TIMSS – 1999 : International Science Report*. IEA (International Association for the Evaluation of Education Achievement). The International Study Center.
- Mason, Lucia. (2001). Introducing Talk and Writing for Conceptual Change : A Classroom Study. *Learning and Instruction*. 11(2001): 305 – 329.
- Matlin, Margaret W. (2002). *Cognition*. 5th ed. Forth Worth: Harcourt Colledge Publishers.
- Mayer, Richard E. ; & Wittrock, Merlin C. (1996). Problem-Solving Transfer. in *Handbook of Educational Psychology*. Editor Berliner, David C. ;& Calfee, Robert C. New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Meade, K.M. (2002). *The Effects of Inquiry Instruction on Student Learning in Technology-based Understanding Chemistry Laboratory*. Dissertation. Iowa: The University of Iowa. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. DAI – A 63/07 p. 2497. (2001, May). DAO Item : AAT 3058426.
- Meier, Sherry L. ; Hovde, Robert L. ; & Meier, Ronald L. (1996, May). Problem Solving : Teachers' Perceptions, Content Area Models, and Interdisciplinary Connections. *School Science and Mathematics*. 96(5): 230 – 237.
- Millar, Robin ; Osborne, Jonathan. ; & Nott, Mick. (1998, December). Science Education for the Future. *School Science Review*. 80(291): 19 – 24.
- Moran, Jacky. ; & Vaughan, Susan. (2000, December). Introducing CASE Methodology at Key Stage 4 : an Example of Bridging. *School Science Review*. 82(299): 47 – 55.

- Morgan, C.T. (1978). Thinking and Problem Solving. in *A Brief Introduction to Psychology*. 2nd ed. New Delhi: McGraw – Hill.
- Morris, Charles G. (1996). *Understanding Psychology*. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Myers, B.E. (2004). *Effects of Investigation Laboratory Integration on Student Content Knowledge and Science Process Skill Achievement Across Learning Styles*. Retrieved October 11, 2005, from [Http://www.lib.umi.com/dissertations](http://www.lib.umi.com/dissertations).
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academic Press.
- Nor, Taehee. ; & Scharman, Lawrence C. (1997). Instructional Influence of a Molecule Level Pictorial Presentation of Matter on Students' Conception and Problem – Solving Ability. *Journal of Research in Science Teaching*. 34(2): 199 – 217.
- Oliva, P.F. (1992). *Developing the Curriculum*. 3rd ed. New York: Harpers Colloins.
- . (1997). *Developing the Curriculum*. 4th ed. New York: Harpers Colloins.
- Olmsted III, John. ; & Williams, Gregory M. (1997). *Chemistry : The Molecular Science*. 2nd ed. Boston: Wm.C. Brown Publishers.
- Ott, Stephen Robert. (2001). *Students' Use of Problem – Solving Techniques in General College Chemistry*. Retrieved October 9, 2003. from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- O' Tuel, Frances S. ; & Bullard, Ruth K. (1993). *Developing Higher Order Thinking in the Content Areas K – 12*. California: Critical Thinking Press & Software.
- Parry, Terence. ;& Gregory, Gayle. (1998). *Designing Brain – Compatible Learning*. Illinois : Skylight.
- Pedersen, Jon.; et al. (1988). Learning Chemistry from Text : The Effect of Decision Making. *Journal of Research in Science Teaching*. 25(1): 15 – 21.
- Pedretti, Erminia. (1999, April). Decision Making and STS Education : Exploring Scientific Knowledge and Social Responsibility in Schools and Science Centers Through an Issues – Based Approach. *School Science and Mathematics*. 99(4): 174 – 181.

- Penick, John E. (1995). Teaching for Science Literacy. in *Teaching : Theory into Practice*. Editor Ornstein, Allan C. pp. 172 – 188. Boston: Allyn and Bacon.
- Peter, Edward I. ; & Scroggins, William T. (1992). *Chemical Skills*. 4th ed. New York: McGraw Hill.
- Pizzini, Edward L. ; Shepardson, Daniel P. ;& Abell, Sandra K. (1989). A Rationale for and the Development of a Problem Solving Model of Instruction in Science Education. *Science Education*. 73(5): 523 – 534.
- Polya, G. (1957). *How To Solve It*. 2nd ed. New York: Doubleday Anchor.
- Posner, George J. (1995). *Analyzing the Curriculum*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill.
- Pupaka, D. (2005). *The Development of a High School Chemistry Curriculum by Using the Inquiry Cycle Approach Incorporating Real – life Situation*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Rennie, Leonie J. ; Goodrum, Denis. ; & Hackling, Mark. (2001) Science Teaching and Learning In Australian Schools : Results of a National Study. *Research in Science Education*. 31(1): 455 – 498.
- Roth, W.M. (1993). The Development of Science Process Skills in Authentic Contexts. *Journal of Research in Science Teaching*. 30(2): 127 – 152.
- Salta, K. ; & Tzougraki, C. (2002). Attitudes Toward Chemistry Among 11th Grade Students in High Schools in Greece. *Journal of Research in Science Teaching*. 39(6): 535 – 547.
- Schiever, Shirley W. (1991). *A Comprehensive Approach To Teaching Thinking*. Boston: Allyn and Bacon.
- Schmidt, B.M. (2004). *A Hands-on Approach, Using the Physical Sciences, to Enhance a Weather Unit*. Retrieved October 11, 2005, from <http://www.lib.umi.com/dissertations/>
- Schmidt, Hans – Jurgen. (1997). An Alternate Path to Stoichiometric Problem Solving. *Research in Science Education*. 27(2): 237 – 249.

- Shepardson, Daniel Philip. (1990). The Relationships Between Problem – Solving Phase, Student Interactions, and Thinking Skills among Middle School Students Taught within the SSCS Problem Solving Instructional Model. Retrieved October, 9, 2003, from URL: <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>.
- . (1993, May/June). Publisher – Based Science Activities of the 1980s and Thinking Skills. *School Science and Mathematics*. 93(5): 264 – 268.
- Shin, Namsoo. ; Jonassen, David H. ; & McGee, Steven. (2003). Predictors of Well – Structured and Ill – Structured Problem Solving in an Astronomy Simulaion. *Journal of Research in Science Teaching*. 40(1): 6 – 33.
- Shumway, Steven L. (1999). *A Comparison of Cooperative – Cooperative and Cooperative – Competitive Goal Structures and their Effect on Group Problem Solving Performance and Student Attitudes Toward their Learning Environment*. Retrieved October 8, 2003, from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Siegel, Marcelle A. (1999). *Teaching Science for Public Understanding : Developing Decision – Making Abilities*. Retrieved October 8, 2003, from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Soden, R. (1994). *Teacher Problem Solving in Vocational Education*. London: Routledge.
- Staer, Halen ; Goodrum, Denis. ; & Hackling, Mark. (1998). High School Laboratory Work in Western Australia : Openness to Inquiry. *Research in Science Education*. 28(2): 219 – 228.
- Staver, John R. (1995). Two Investigations of Students' Understanding of the Mole Concept and Its Use in Problem Solving. *Journal of Research in Science Teaching*. 32(2): 177 – 193.
- Staver, John R.; et al. (1989). A Summary of Research in Science Education – 1987. *Science Education*. p.p 313.
- Stoneking, Leanne M. (1999). *Problem Solving Versus Molecular Visualization Abilities of College Chemistry Students*. Retrieved October 8, 2003, from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>

- Stuessy, Carol L. (1988). Path Analysis : A Model for the Development of Scientific Reasoning Abilities in Adolescents. *Journal of Research in Science Teaching*. 26(1): 41 – 53.
- Stufflebeam, D.L.; et al. (1971). *Educational Evaluation and Decision Making*. Illinois: Peacock.
- Sunal, Dennis W. ; & Sunal, Cynthia Szymanski. (2003). *Science in the Elementary and Middle School*. New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Taba, H. (1962). *Curriculum Development : Theory and Practice*. New York: Brace and World.
- Taconis, Ruurd ; Ferguson – Hessler, M.G.M. ; & Brockkamp, H. (2001). Teaching Science Problem Solving : An Overview of Experimental Work. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(4): 442 – 468.
- Taconis, Ruurd. ; & Hout – Wolters, Bernadette Van. (1999). Systematic Comparison of Solved Problems as a Cooperative Learning Task. *Research in Science Education*. 29(3): 313 – 329.
- Tanaprayothsak, W. (2005). *The Development of Hhigh School Science Curriculum on Natural Resources and Environmental Pollution Related to Real – life Issues Based on Inquiry Approach*. Dissaertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Tingle, Joy Bridges. (1988). *Effect of Cooperation Grouping on Stoichiometric Problem Solving in High School Chemistry*. Retrieved October 8, 2003, from <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Tishman, Shari. ; Perkins, David. ; & Jay, Eileen. (1995). *The Thinking Classroom : Learning and Teaching in a Culture of Thinking*. Boston: Allyn and Bacon.
- Trowbridge, Leslie W. ; & Bybee, Rodger W. (1996). *Teaching Secondary School Science : Strategies for Developing Scientific Literacy*. 6th ed. New Jersey: Prentice – Hall.
- Tsaparlis, Georgios. ; & Angelopoulos, Vasileios. (2000). A Model of Problem Solving: Its Operation, Validity, and Usefulness in the Case of Organic-Synthesis Problems. *Science Education*. 84(2): 131–153.

- Tsui, Lisa. (2002). Fostering Critical Thinking Through Effective Pedagogy. *The Journal of Higher Education*. 73(6): 740 – 763.
- Tyler, R.W. (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Uzuniriyaki, E. ; & Geban, O. (2004). Effectiveness of Instruction Based on Constructivist Approach on Student' Understanding of Chemical Bonding Concepts. *Science Education International*. 15(3): 185 – 200.
- Wagner, Eugene P. (2001). A Study Comparing the Efficacy of a Mole Ratio Flow Chart to Dimensional Analysis for Teaching Reaction Stoichiometry. *School Science and Mathematics*. 101(1): 10 – 22.
- Wolfer, Adam Joseph. (2000). *Introductory College Chemistry Students' Understanding of Stoichiometry : Connection Between Conceptual and Computational Understandings and Instruction*. Retrieved October 8, 2003, <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Yates, J.F. (1990). *Judgment and Decision Making*. New Jersey: Prentice Hall.
- Zochos, Paul.; et al. (2000). Setting Theoretical and Empirical Foundations for Assessing Scientific Inquiry and Discovery in Educational Programs. *Journal of Research in Science Teaching*. 37(9): 938 – 962.
- Zohar, Anat. (1995). Reasoning about Interactions between Variables. *Journal of Research in Science Teaching*. 32(10): 1039 – 1063.
- Zohar, Anat ; Weinberger, Yehudith. ; & Tamir, Pinchas. (1994). The Effect of the Biology Critical Thinking Project on the Development of Critical Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(2): 183 – 196.
- Zoller, Uri. (1997). Higher and Lower – Order Cognitive Skills : The Case of Chemistry. *Research in Science Teaching*. 27(1): 117 – 130.
- . (1999). Scaling-Up of Higher-Order Cognitive Skills-Oriented College Chemistry Teaching : An Action-Oriented Research. *Journal of Research in Science Teaching*. 36(5): 583 – 596.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ ดังนี้

ด้านหลักสูตร

ผศ.ดร.สุทธีวรรณ พิระศักดิ์โสภณ	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร.สมปราชญ์นา วงศ์บุญหนัก	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.พูนสุข อุดม	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

ด้านการสอน

รศ.ดร.ประเสริฐ ศรีไพโรจน์	ข้าราชการบำนาญ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์	อาจารย์ 3 ระดับ 9 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผศ.จินตนา จิตต์จำนงค์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

นักวิทยาศาสตร์ศึกษา

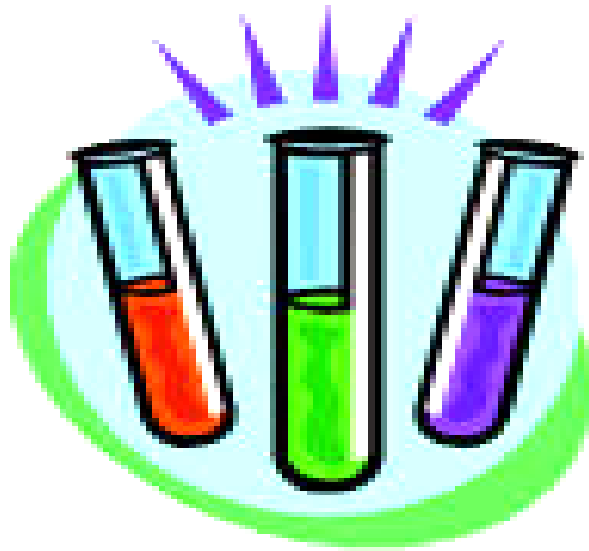
อาจารย์พรพิมล ชาญชัยเขาวีวัฒน์	อาจารย์ 3 ระดับ 9 โรงเรียนบางมด (สีสุกหาวาดจวนอุปถัมภ์)
อาจารย์ถนอมจิตต์ เสนมา	อาจารย์ 3 ระดับ 9 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
อาจารย์กาญจนา เรืองฤทธิ์กุล	อาจารย์ 3 ระดับ 9 โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์

ภาคผนวก ข

หลักสูตรสถานศึกษา

- หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
- แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์
ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ



คณะกรรมการที่ปรึกษา

โดย

รศ.ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย
รศ.ดร.สุภาลักษณ์ ปรัชชญาสิทธิกุล
ดร.ปรีชาญ เดชศรี

นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว
นิสิตปริญญาการศึกษาดุชะฎิบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สภาพปัจจุบันปัญหาและความจำเป็น

หลักสูตรการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นหลักสูตรที่เปิดกว้างให้สังคมได้มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา พัฒนาสาระและกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เป็นหลักสูตรแกนกลางที่มีโครงสร้างยืดหยุ่น โดยกำหนดจุดมุ่งหมายในภาพรวม 12 ปี และให้สถานศึกษาจัดทำสาระรายละเอียดเป็นรายปีหรือรายภาคให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาในชุมชน สังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณสมบัติอันพึงประสงค์ รวมถึงจัดให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนแต่ละกลุ่มเป้าหมาย

สำหรับหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ เป็นวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ระดับมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดให้มีเพียงสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นเท่านั้น โดยให้สถานศึกษาจัดทำเอกสารหลักสูตรเอง อันประกอบด้วย หลักการ/จุดมุ่งหมาย กำหนดเนื้อหา และรายละเอียดของวิชา คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้เกิดปัญหาในการจัดทำเอกสารหลักสูตรดังกล่าวแก่ครูผู้สอนในรายวิชานี้ และอีกทั้งนักเรียนบางส่วนยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมีอยู่ในระดับต่ำ มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับน้อย และไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ กอปรกับความสำคัญของการสอนทักษะการคิดควบคู่ไปกับเนื้อหาวิชา เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามเหตุผลข้างต้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจขึ้น อันจะส่งผลแก่ผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน และสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้เป็นอย่างดี

หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เป็นหลักสูตรสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม มีหลักการดังนี้

1. เป็นการศึกษาที่ให้ทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน
2. เป็นการศึกษาที่บูรณาการการสอนทักษะการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจเข้าไปในเนื้อหาวิชา เพื่อให้เป็นทักษะพื้นฐานทางความคิดแก่นักเรียนในการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
3. เป็นการศึกษาที่ส่งเสริมการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้และการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ

หลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในกรอบความคิดเรื่องปริมาณสัมพันธ์
2. เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและการตัดสินใจในการปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยการคำนวณและการปฏิบัติการทดลอง
3. เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
4. เพื่อให้นักเรียนสามารถนำกรอบความคิด ความเข้าใจในเรื่องปริมาณสัมพันธ์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจในชีวิตประจำวันได้ ทั้งโดยวิธีการคำนวณและการปฏิบัติการทดลอง
5. เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาระบวนการคิดควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาวิชา

ตาราง 18 การวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจใน กรอบความคิด เรื่องปริมาณสัมพันธ์ 2. เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา และการตัดสินใจในการปฏิบัติการ แก้ปัญหาโดยการคำนวณและการ ปฏิบัติการทดลอง	1. จัดทำหน่วยการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ใบ งาน แบบฝึกหัด 2. ใช้คำถามนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งคำถาม เพื่อการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์สร้างสรรค์ วิจัยและ คำถามเพื่อการตัดสินใจแก้ปัญหา ทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียนได้คิดอยู่ตลอดเวลา ตลอดจนให้โอกาส นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดโดย 2.1 การวิเคราะห์ข้อคำถามหรือปัญหาร่วมกัน 2.2 การวางแผนเพื่อแก้ปัญหาร่วมกัน 2.3 การตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา ของกลุ่มร่วมกัน 2.4 การปฏิบัติการทดลอง ตลอดจนการสังเกต ผลที่เกิดขึ้น 2.5 การวิเคราะห์ผล รายงานผลการทดลอง ตลอดจนการสรุป/อภิปรายผลการทดลอง 3. ให้นักเรียนได้ปฏิบัติการแก้ปัญหา โดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้ เครื่องมือ/อุปกรณ์การทดลอง ตลอดจนการ นำเสนอแผนการแก้ปัญหา นำเสนอข้อมูลสรุปและ อภิปรายผลการแก้ปัญหา
3. เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	

ตาราง 18 (ต่อ)

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา และการตัดสินใจในการปฏิบัติการ แก้ปัญหาโดยการคำนวณและการปฏิบัติ การทดลอง	4. นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ 4.1 การคำนวณแก้ปัญหา 4.2 การปฏิบัติการแก้ปัญหา เพื่อนำกรอบความคิดไปประยุกต์ใช้ในการ แก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มตามกิจกรรม การเรียนรู้ต่าง ๆ และใช้สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้ เพื่อ เป็นแนวทาง ในการวางแผนออกแบบการทดลอง ตัดสินใจปฏิบัติการแก้ปัญหาสรุปและอภิปรายผล
5. เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการ คิดควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาวิชา	5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติการแก้ปัญหาและตัดสินใจเอง โดยมีใบงาน ที่นำไปสู่ขั้นตอนของการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดอย่างเป็น ระบบ และในตอนท้ายของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีแบบฝึกหัดให้ฝึกคิดแก้ปัญหา

คำอธิบายรายวิชา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

ศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับปริมาณสัมพันธ์ของสาร มวลอะตอมและมวลโมเลกุล ความหมายของโมล เลขอาโวกาโดร ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล จำนวนอนุภาคมวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรและสมการเคมี การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร มวลและปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี สารกำหนดปริมาณและการคำนวณจากสมการที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจในหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจและสามารถนำความรู้และกรอบความคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

เนื้อหาของหลักสูตร

หลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ มีรายละเอียดของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม มวลโมเลกุล กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 การหามวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร

กิจกรรมที่ 2 มวลของสาร 1 อะตอม

กิจกรรมที่ 3 การคำนวณหามวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอมของธาตุ

กิจกรรมที่ 4 การคำนวณหามวลโมเลกุลของสาร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โมล กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 มวลสัมพันธ์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารละลาย กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย

กิจกรรมที่ 2 การเตรียมสารละลาย

กิจกรรมที่ 3 การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

กิจกรรมที่ 4 การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 สูตรเคมี

กิจกรรมที่ 2 การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สมการเคมี กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาระหว่างเลด (II) ไนเตรตกับโพแทสเซียมไฮไดรด์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง มวลและปริมาตรของสารในปฏิกิริยาเคมี กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สารกำหนดปริมาณและการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

กิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาการสลายของโพแทสเซียมคลอเรต

เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการ
คิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจ แบ่งเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	เนื้อหา/กิจกรรม	การวัด/ประเมินผล
1	1 – 3		1. ใบงาน 2. แบบฝึกหัดทำหน่วยการเรียนรู้ 3. แบบสังเกตพฤติกรรมและประเมินผลงาน 4. แบบรายงานการทดลอง
2	4	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	(ข้อ 1 - 4)
2	5 – 6	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	(ข้อ 1 - 4)
3	7 – 9	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	(ข้อ 1 - 4)
4	10	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	(ข้อ 1 - 4)
4	11 – 12	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	(ข้อ 1 - 4)
5	13 – 15	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	(ข้อ 1 - 4)
6	16 – 17	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	(ข้อ 1 - 4)
6	18	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	(ข้อ 1 - 4)
7	19 – 20	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	(ข้อ 1 - 4)
7	21	หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	(ข้อ 1 - 4)
8	22 – 23	หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	(ข้อ 1 - 4)
8	24	หน่วยการเรียนรู้ที่ 6	(ข้อ 1 - 4)
9	25 – 27	หน่วยการเรียนรู้ที่ 6	(ข้อ 1 - 4)
10	28	หน่วยการเรียนรู้ที่ 6	(ข้อ 1 - 4)
10	29 – 30	หน่วยการเรียนรู้ที่ 7	(ข้อ 1 - 2)
11	31 – 33	หน่วยการเรียนรู้ที่ 7	(ข้อ 1 - 2)
	(รวม 33h)		

คำนำ

หลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจฉบับนี้ พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานและเพิ่มเติม (เคมี) เป็นหลักสูตรที่มีการบูรณาการการสอนทักษะการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจเข้ากับเนื้อหาวิชา ทั้งนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ โดยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง เริ่มตั้งแต่การระบุปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหาและการประเมินผลการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา ในกระบวนการของการแก้ปัญหาจำเป็นต้องมีการตัดสินใจควบคู่ไปด้วย และเป็นการเรียนที่ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรม และเป็นหลักสูตรที่ส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ในหลักสูตรฉบับนี้ ประกอบด้วยสภาพปัจจุบันปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร การวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา เนื้อหาหลักสูตรประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้รวม 7 หน่วย ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ คือ จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้านคือ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และที่เน้นส่งเสริมเป็นพิเศษคือความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ในหลักสูตรนี้ได้นำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาและตัดสินใจ ที่เรียนโดยผ่านกิจกรรมการคำนวณและการทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง กิจกรรมในหลักสูตรนี้เป็นแนวในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ (เคมี) นักเรียนและผู้สนใจสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจและความพร้อมของตนเองหรือสามารถดัดแปลงตามความเหมาะสมกับสภาพโรงเรียนได้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ต่อไปนี้ ที่กรุณาให้แนวคิดและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาหลักสูตร คือ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาลักษณ์ ปรัชชญาสิทธิกุล และ ดร.ปรีชาญ เดชศรี ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำในการประเมินหลักสูตรโครงร่างคือ รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ ดร.สมปราวรณา วงศ์บุญหนัก ดร.พูนสุข อุดม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธีวรรณ พิระศักดิ์โสภณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จินตนา จิตต์จำนงค์ อาจารย์ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ อาจารย์ณอมจิตต์ เสนมา
 อาจารย์พรพิมล ชาญชัยเขาวีวัฒน์ และอาจารย์กาญจนา เรืองฤทธิ์กุล และขอขอบคุณ
 คณาจารย์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ให้คำแนะนำและจนหลักสูตรนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว

เมษายน 2548

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ / เรื่อง

หน้า

- 1 มวลอะตอม มวลโมเลกุล
 - กิจกรรมที่ 1 การหามวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร
 - กิจกรรมที่ 2 มวลของสาร 1 อะตอม
 - กิจกรรมที่ 3 การคำนวณหามวลของธาตุ 1 อะตอม และ
มวลอะตอมของธาตุ
 - กิจกรรมที่ 4 การคำนวณหามวลโมเลกุลของสาร
 - แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 1.....
- 2 โมล
 - กิจกรรมที่ 1 มวลสัมพัทธ์
 - แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 2
- 3 สารละลาย
 - กิจกรรมที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย
 - กิจกรรมที่ 2 การเตรียมสารละลาย
 - กิจกรรมที่ 3 การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 - กิจกรรมที่ 4 การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 - แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 3
- 4 การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี
 - กิจกรรมที่ 1 สูตรเคมี
 - กิจกรรมที่ 2 การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร
 - แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

สารบัญ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ / เรื่อง

หน้า

- 5 สมการเคมี
 - กิจกรรมที่ 1 ปฏิกริยาระหว่างเลด (II) ไนเตรตกับโพแทสเซียม
ไฮโอไดด์
 แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 5
- 6 มวลและปริมาตรของสารในปฏิกิริยาเคมี
 - กิจกรรมที่ 1 ปฏิกริยาระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตกับ
กรดไฮโดรคลอริก
 - กิจกรรมที่ 2 การศึกษาปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาระหว่าง
แก๊สออกซิเจนกับแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์
 แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 6
- 7 สารกำหนดปริมาณและการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้อง
มากกว่าหนึ่งสมการ
 - กิจกรรมที่ 1 ปฏิกริยาการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนต
 แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 7

คำแนะนำในการใช้หลักสูตร

การใช้หลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ มีข้อควรทราบดังนี้

1. หลักสูตรฉบับนี้ เป็นหลักสูตรระดับโรงเรียนเพื่อแก้ปัญหาการจัดทำเอกสารหลักสูตรในการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (เคมี) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
2. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ 33 ชั่วโมง
3. ผู้เรียนตามหลักสูตรนี้ คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเฉพาะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
4. ผู้สอนหลักสูตรนี้ควรเป็นครูที่จบการศึกษาสาขาเคมี วิทยาศาสตร์ทั่วไป ถ้าจบสาขาอื่น ควรได้รับการประชุมปฏิบัติการการใช้หลักสูตรก่อนใช้
5. หลักสูตรฉบับนี้ควรใช้ควบคู่กับคู่มือครู แบบรายงานผลการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและตัดสินใจ ซึ่งสร้างขึ้นอย่างสอดคล้องสัมพันธ์กัน
6. การจัดกิจกรรมการสอนควรเรียงตามลำดับจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไปจนถึงหน่วยการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

มวลอะตอม มวลโมเลกุล

จำนวน 4 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้ที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

จุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้

1. ทำการทดลองหามวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร ตลอดจนหามวลของสาร 1 อะตอมได้
2. อธิบายความหมายของมวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
3. คำนวณหามวลอะตอมของธาตุและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
4. อธิบายความหมายของมวลโมเลกุลและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้
5. คำนวณหามวลโมเลกุลของสารและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้
6. นำความรู้ในหน่วยการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจได้

ความรู้และประสบการณ์เดิม

1. อนุภาคมูลฐานของอะตอม

อะตอม (Atom) คือส่วนที่เล็กที่สุดของธาตุ ที่สามารถแสดงสมบัติของธาตุนั้นได้ ประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานสำคัญ 3 ชนิดคือ โปรตอน อิเล็กตรอนและนิวตรอน โดยมีโปรตอนและนิวตรอนรวมตัวกันเป็นนิวเคลียสอยู่ตรงกลางและมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส

2. เลขอะตอม เลขมวลและไอโซโทป

เลขอะตอม (Atomic number) คือตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในอะตอมของธาตุนั้น มวล (Mass number) เป็นตัวเลขที่แสดงผลบวกของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนในนิวเคลียสของอะตอม ส่วนมวลอะตอมเป็นมวลเปรียบเทียบที่แสดงว่า ธาตุ 1 อะตอมมีมวลเป็นกี่เท่าของ $\frac{1}{12}$ ของมวล $C-12$ 1 อะตอม และจะมีค่าใกล้เคียงกับมวลอะตอม และไอโซโทป (Isotope) หมายถึงธาตุหนึ่งในกลุ่มของธาตุเดียวกันที่มีเลขอะตอมเท่ากัน แต่มีเลขมวลต่างกัน

กิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- กิจกรรมที่ 1 การหามวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร
- กิจกรรมที่ 2 มวลของสาร 1 อะตอม
- กิจกรรมที่ 3 การคำนวณหามวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอมของธาตุ
- กิจกรรมที่ 4 การคำนวณหามวลโมเลกุลของสาร

บทนำ

สาร คือ สิ่งที่ต้องการที่อยู่และมีมวลและสามารถสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น ต้นไม้ อาหาร เครื่องจักร ดินและอากาศรอบ ๆ ตัวเรา สารมีมากมายหลายชนิด จำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. สารเนื้อเดียว คือ สารที่มีเนื้อเดียวกันตลอด มีสมบัติเฉพาะตัว เช่น ทองคำ น้ำ และสารละลายต่าง ๆ ถ้านำส่วนใดส่วนหนึ่งของสารนี้ไปทดสอบสมบัติ จะแสดงสมบัติเหมือนกันทุกประการ

สารเนื้อเดียวยังสามารถแบ่งได้เป็น

สารบริสุทธิ์ (Pure Substance) คือสารเนื้อเดียวที่มีสมบัติเหมือนกันโดยตลอด ได้แก่

ธาตุ (Elements) คือ สารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกันหรืออะตอมที่มีเลขอะตอมเท่ากันและไม่สามารถแยกสลายเป็นสารอื่นได้อีกด้วยวิธีการทางเคมี ซึ่งแบ่งเป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะหรือเมทัลลอยด์

สารประกอบ (Compound) คือสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยธาตุตั้งแต่ 2 ธาตุขึ้นไป รวมกันด้วยอัตราส่วนโดยมวลคงที่และมีสมบัติแตกต่างจากสมบัติเดิมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น กลูโคส ($C_6H_{12}O_6$)

2. สารเนื้อผสม คือ สารที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันสนิท เช่น ดินปนทราย น้ำคลอง หินแกรนิตและสมบัติของสารเนื้อผสมจะไม่เหมือนกันตลอด

ถ้าจำแนกสารโดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์ แบ่งออกเป็น 3 สถานะ คือ

1. ของแข็ง เช่น เหล็ก หิน แก้ว กลุ่มนี้มีรูปร่างและปริมาตรที่แน่นอนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่าย อนุภาคของของแข็งจะจัดตัวอย่างมีระเบียบและยึดกันอยู่อย่างเหนียวแน่น

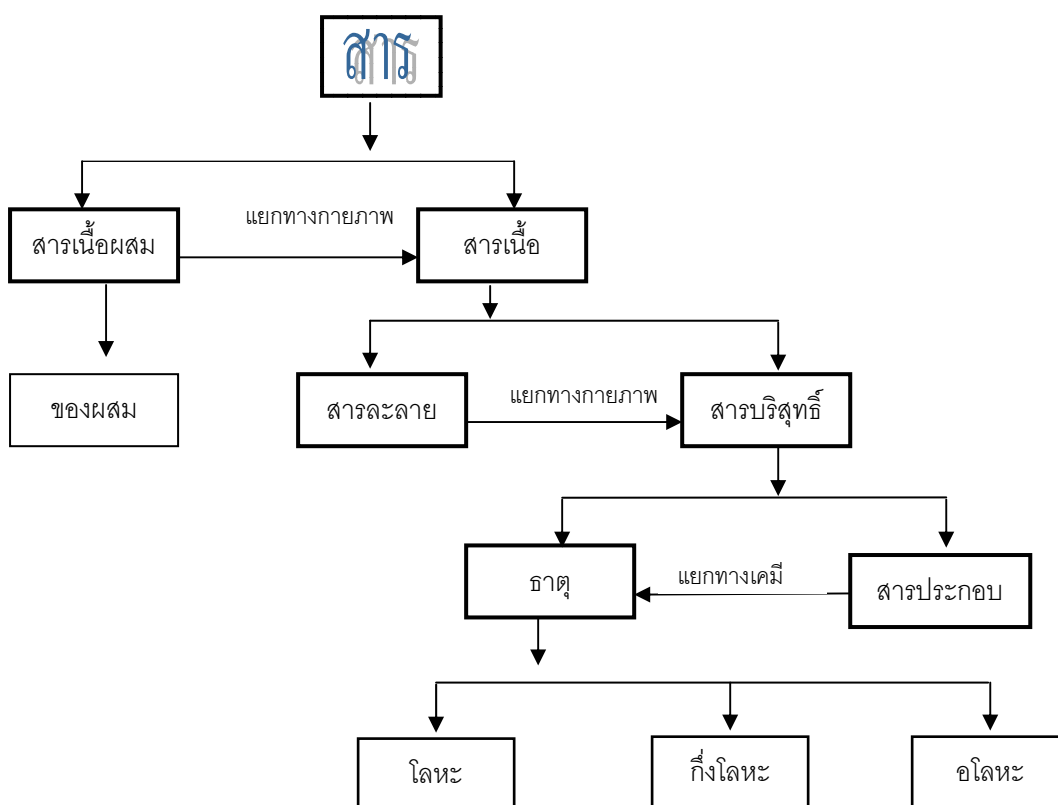
2. ของเหลว เช่น น้ำ ปรอท รูปร่างของของเหลวขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุและมีปริมาตรคงที่ ไม่ว่าจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างของภาชนะที่บรรจุไปอย่างไร อนุภาคของของเหลวจะ

เคลื่อนไหลไปมาและอยู่ชิดกันน้อยกว่าของแข็ง

3. แก๊ส เช่น อากาศ มีรูปร่างและปริมาตรเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ อนุภาคของแก๊สจะอยู่อย่างอิสระและอยู่ห่างจากกัน

สารสามารถเปลี่ยนสถานะได้โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ สารแต่ละชนิดมีสมบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถพิจารณาความแตกต่างของสารได้โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของสารนั้น เป็นหลัก สมบัติทางกายภาพของสาร ได้แก่ สี กลิ่น รส การละลายในน้ำและในของเหลวอื่นๆ ความหนาแน่น ความเหนียว ความแข็ง รูปผลึก การนำความร้อนและไฟฟ้า จุดหลอมเหลวและจุดเดือด เป็นต้น ส่วนสมบัติทางเคมี เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีโดยตรง เช่น สารจะเกิดปฏิกิริยากับกรดหรือไม่ เป็นต้น

การจำแนกสารตามเกณฑ์ข้างต้น สรุปได้ดังแผนภาพต่อไปนี้



สารแต่ละชนิดประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก คืออะตอมหรือโมเลกุลที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและมีความแตกต่างจากสารอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงคุณสมบัติของสารมากยิ่งขึ้น มาพิจารณาถึงคุณสมบัติของสารก้อนใหญ่ก่อน จากนั้นลองเชื่อมโยงความสัมพันธ์คุณสมบัติของสารเหล่านี้ไปยังคุณสมบัติของอะตอมหรือโมเลกุลที่มีขนาดเล็กกว่า แต่มีคุณสมบัติที่เหมือนกัน จากกิจกรรมที่ 1 ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง การหามวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลองหามวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร
2. ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

อุปกรณ์/สารเคมี

1. ลูกตุ้มเหล็ก
2. ดินน้ำมัน
3. เครื่องชั่งแบบ Triple beam
4. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 จำนวน 2 ใบ
5. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3
6. ขวดน้ำกลั่น

คำถามนำ

1. ลูกตุ้มเหล็กและดินน้ำมันที่มีขนาดเท่ากันมีมวลและปริมาตรเท่ากันหรือไม่
2. ลูกตุ้มเหล็กและดินน้ำมันที่มีขนาดเท่ากันมีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันวางแผนเพื่อออกแบบการทดลองในการหามวล ปริมาตรของลูกตุ้มเหล็กและก้อนดินน้ำมัน
2. ทำการทดลองตามแผนที่ได้วางไว้ พร้อมบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลที่ได้ออกแบบไว้
3. คำนวณหาความหนาแน่นของสารจากข้อมูลที่ได้
4. นำเสนอผลจากการทดลองและการคำนวณ พร้อมสรุปและอภิปรายผล

เมื่อนักเรียนชั่งมวลและวัดปริมาตรของลูกตุ้มเหล็กและก้อนดินน้ำมันแล้ว สามารถหาความหนาแน่นของสารได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นของสาร} = \frac{\text{มวล (กรัม) ของสาร}}{\text{ปริมาตร (ลบ.ซม.) ของสาร}}$$

ความหนาแน่นของสารมีหน่วยเป็น กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

จากกิจกรรมข้างต้นจะเห็นว่าเราสามารถหามวลและปริมาตรของสารที่มีขนาดใหญ่ได้ในทำนองเดียวกันอนุภาคของสารที่มีขนาดเล็ก เช่น อะตอม โมเลกุล เราก็สามารถหามวลได้เช่นเดียวกัน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง มวลของสาร 1 อะตอม

บทนำ

อะตอมหรือโมเลกุลของสารจะมีมวลไม่เท่ากัน และเนื่องจากว่าอะตอมของสารมีขนาดเล็กมาก ดังนั้นการหามวลอะตอมของธาตุจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบมวลของสาร 1 อะตอมกับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจถึงมวลของสาร 1 อะตอม
2. เพื่อเปรียบเทียบมวลของสาร 1 อะตอมกับมวลของธาตุมาตรฐานได้

อุปกรณ์

1. ดินน้ำมัน 1 ก้อน
2. เครื่องชั่งแบบ Triple Beam

คำถามนำ

1. ผลรวมมวลของสารก้อนเล็ก ๆ เท่ากับมวลดินน้ำมันก้อนใหญ่หรือไม่
2. ถ้ากำหนดให้มวลของสารก้อนเล็กเท่ากับ 1 อะตอม สามารถหามวลของสาร 1 อะตอมได้หรือไม่ อย่างไร

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ชั่งเพื่อหามวลของก้อนดินน้ำมันก้อนใหญ่ 1 ก้อน
2. ให้แบ่งดินน้ำมันออกเป็นก้อนเล็ก ๆ ที่เท่ากัน จำนวน 5 ก้อน
3. ชั่งก้อนดินน้ำมันแต่ละก้อน บันทึกผล
4. อภิปรายและเปรียบเทียบมวลของดินน้ำมันก้อนใหญ่ และมวลของดินน้ำมันแต่ละก้อน เมื่อแบ่งออกเป็นก้อนเล็ก ๆ

นักเรียนสามารถหามวลของสารก้อนเล็ก ๆ ได้จากการชั่ง ในทำนองเดียวกันถ้านักเรียนสามารถแบ่งสารก้อนใหญ่ ออกเป็นก้อนที่เล็กมากจนมีขนาด 1 อะตอมได้และมีเครื่องชั่งที่ละเอียดมาก ก็สามารถชั่งมวลของสาร 1 อะตอมได้เช่นเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วเป็นไปได้ยากมาก นักวิทยาศาสตร์จึงได้ทดลองและคำนวณหามวลของสาร 1 อะตอม เพื่อที่นำไปใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบมวลอะตอมของธาตุต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง การคำนวณหามวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอมของธาตุ

บทนำ

นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ได้แก่ ดอลตัน เก-ลูซัก ลาวัวซิเยและอาโวกาโดร ได้สังเกตการรวมตัวของธาตุเมื่อเกิดเป็นสารประกอบ พบว่าธาตุเหล่านั้นจะรวมตัวด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมหรืออัตราส่วนโดยมวลคงที่ และในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าสารบริสุทธิ์ประกอบด้วยอะตอมของธาตุที่มีมวลอะตอมต่างกัน มวลอะตอมแสดงได้ในหน่วยของ atomic mass unit (amu) ซึ่งเปรียบเทียบกับมวลอะตอมของ $\frac{1}{12}$ มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม ดังนั้น

$$1 \text{ amu} = \frac{1}{12} \text{ มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม}$$

ซึ่งมีมวลดังนี้

$$\text{คาร์บอน-12} \quad \text{จำนวน } 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม มีมวล} = 12 \text{ กรัม}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ถ้าคาร์บอน-12 จำนวน 1 อะตอม มีมวล} &= \frac{12 \text{ กรัม} \times 1}{6.02 \times 10^{23}} \\
 &= 1.99 \times 10^{-23} \text{ กรัม} \\
 \text{ดังนั้น } \frac{1}{12} \text{ มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม มีมวล} &= \frac{1.99 \times 10^{-23}}{12}
 \end{aligned}$$

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวพบว่า 1 amu หรือ 1 = 1.66×10^{-24} กรัม
หรือเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (กรัม)}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ } ^{12}\text{C 1 อะตอม (กรัม)}}$$

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยการคำนวณ
2. เพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของมวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมของธาตุ
3. เพื่อฝึกคำนวณหามวลอะตอมของธาตุจากธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ

คำถามนำ มวลอะตอมของธาตุกับมวลของธาตุ 1 อะตอม แตกต่างกันอย่างไร และมีหน่วยกำกับไว้หรือไม่

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ศึกษาตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2
2. อภิปรายและสรุปหาแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยการคำนวณ ตามโจทย์เพื่อฝึกการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ทำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ข้อที่ 1 – 3
4. บันทึกผลการแก้ปัญหาลงในใบบันทึกผลกิจกรรมการเรียนรู้
5. ศึกษาแนวทางในการคำนวณหามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ
6. อภิปรายกลุ่มเพื่อให้เข้าใจแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง
7. ศึกษารายละเอียดของการหาค่า ประจุ/มวล ของไอออนจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1
8. อภิปรายกลุ่ม สรุปเกี่ยวกับกระบวนการหาค่าประจุต่อมวล

ตัวอย่างที่ 1 ธาตุแคลเซียมมีมวลอะตอม 40.08 ธาตุแคลเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

โจทย์กำหนดให้ มวลอะตอมของธาตุ

โจทย์ถาม มวลของธาตุ 1 อะตอม

แนวทางแก้ปัญหา

$$\text{มวลอะตอมของ Ca} = \frac{\text{มวลของ Ca 1 อะตอม (กรัม)}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ } ^{12}\text{C 1 อะตอม (กรัม)}}$$

$$\begin{aligned} \text{มวลของ Ca 1 อะตอม} &= \text{มวลอะตอมของ Ca} \times \frac{1}{12} \text{ มวลของ } ^{12}\text{C 1 อะตอม} \\ &= 40.08 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นมวลของ Ca 1 อะตอม} = 6.65 \times 10^{-23} \text{ กรัม}$$

คำถามชวนคิด คาร์บอน-12 1 อะตอม มีมวลเท่ากับแคลเซียม 1 อะตอมหรือไม่ อย่างไร

ตัวอย่างที่ 2 ธาตุโพแทสเซียม 10 อะตอม มีมวล 6.49×10^{-22} กรัม มวลอะตอมของธาตุ

โพแทสเซียม มีค่าเท่าใด

โจทย์กำหนดให้ มวลของธาตุ 10 อะตอม



โจทย์ถาม มวลอะตอมของธาตุ

แนวทางแก้ปัญหา

$$\text{โดยใช้ความสัมพันธ์ มวลอะตอมของ K} = \frac{\text{มวลของ K 1 อะตอม}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ } ^{12}\text{C 1 อะตอม}}$$

จากความสัมพันธ์ ต้องการมวลของ K 1 อะตอมก่อน

มวลของธาตุ 10 อะตอม	→	มวลของธาตุ 1 อะตอม	→	มวลอะตอมของธาตุ
---------------------	---	--------------------	---	-----------------

$$\begin{aligned}
 \text{มวลอะตอมของ Na 1 อะตอม} &= \frac{6.49 \times 10^{-22} \text{ กรัม}}{10} \\
 &= 6.49 \times 10^{-23} \text{ กรัม} \\
 \text{มวลอะตอมของ K} &= \frac{\text{มวลของ K 1 อะตอม (กรัม)}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ } ^{12}\text{C 1 อะตอม (กรัม)}} \\
 &= \frac{6.49 \times 10^{-23} \text{ กรัม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} \\
 &= 39.9 \\
 \text{มวลอะตอมของ K} &= 39.9
 \end{aligned}$$

จากทั้ง 2 ตัวอย่างคงช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ว่า

1) มวลอะตอมของธาตุ เป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างมวล 1 อะตอมของธาตุนั้นกับ $\frac{1}{12}$ มวลของ ^{12}C มีหน่วยเป็น amu (Atomic mass unit) ใช้อักษรย่อ u ดังนั้น 1 u มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{12}$ มวลของ C – 12 1 อะตอม

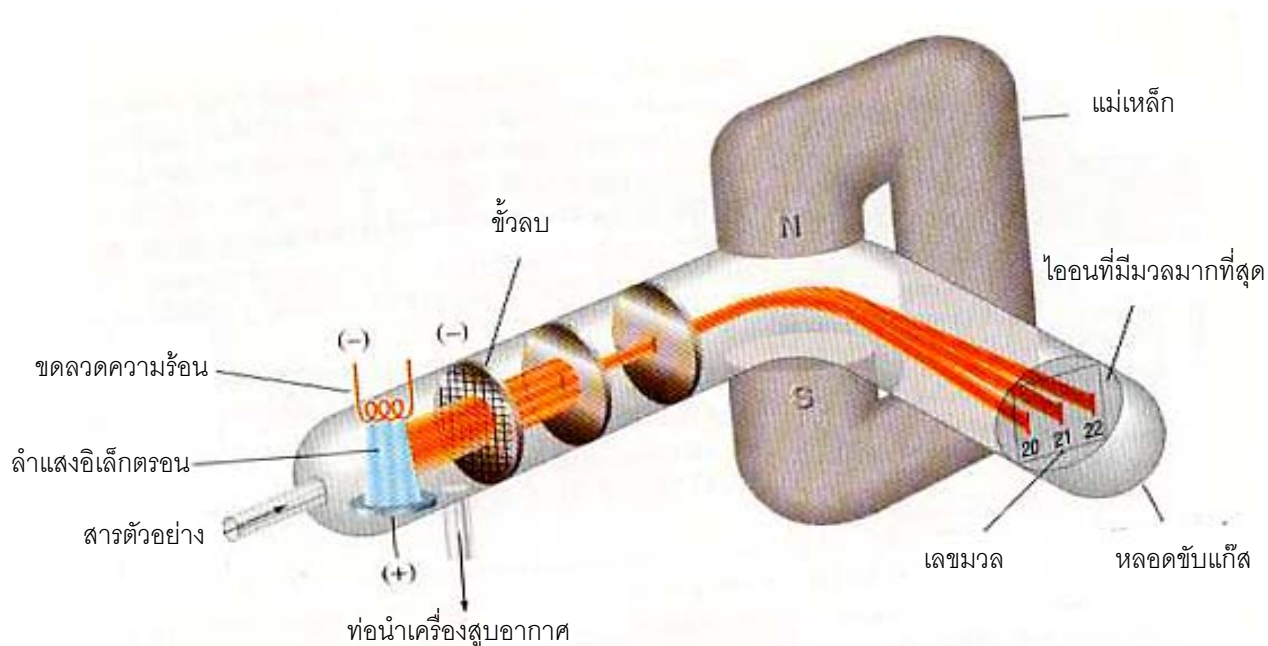
2) มวลของธาตุ 1 อะตอม เป็นมวลที่แท้จริงของธาตุนั้น มีหน่วยเป็นกรัม

นักเรียนสามารถหามวลอะตอมของธาตุได้ จากมวลเปรียบเทียบระหว่างมวลของธาตุนั้น 1 อะตอมกับ 1 อะตอมของธาตุมาตรฐาน ซึ่งตั้งแต่ พ.ศ. 2504 เป็นต้นมา นักวิทยาศาสตร์ตกลงใช้ C – 12 ซึ่งเป็นไอโซโทปหนึ่งของคาร์บอนเป็นธาตุมาตรฐานในการเปรียบเทียบ ซึ่งในบางกรณีธาตุ ในธรรมชาติมีมวลอะตอมได้หลายค่า และมีปริมาณร้อยละในธรรมชาติที่แตกต่างกัน เราเรียกว่า **ไอโซโทป** ซึ่งหมายถึง ธาตุหนึ่งในกลุ่มธาตุเดียวกันที่มีเลขอะตอมเท่ากัน แต่มี **เลขมวลต่างกัน** เช่นโพแทสเซียมมี 3 ไอโซโทป คือ $^{39}_{19}\text{K}$ $^{40}_{19}\text{K}$ และ $^{41}_{19}\text{K}$ แต่ละไอโซโทปมีมวลอะตอมและปริมาณที่พบในธรรมชาติแตกต่างกันคือ $^{39}_{19}\text{K}$ มีมวลอะตอม 38.9637074 มีปริมาณร้อยละ 93.2581 $^{40}_{19}\text{K}$ มีมวลอะตอม 39.9639992 มีปริมาณร้อยละ 0.0117 และ $^{41}_{19}\text{K}$ มีมวลอะตอม 40.9618254 มีปริมาณร้อยละ 6.7302

ดังนั้นการคำนวณมวลอะตอมของโพแทสเซียมจึงคิดจากมวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปที่พบอยู่ในธรรมชาติ

$$\begin{aligned}\text{มวลอะตอมเฉลี่ยของโพแทสเซียม} &= \frac{38.9637074 \times 93.2581}{100} + \frac{39.9639992 \times 0.0117}{100} + \frac{40.9618254 \times 6.7302}{100} \\ &= 36.3368132 + 0.0046757 + 2.7568127 \\ &39.10\end{aligned}$$

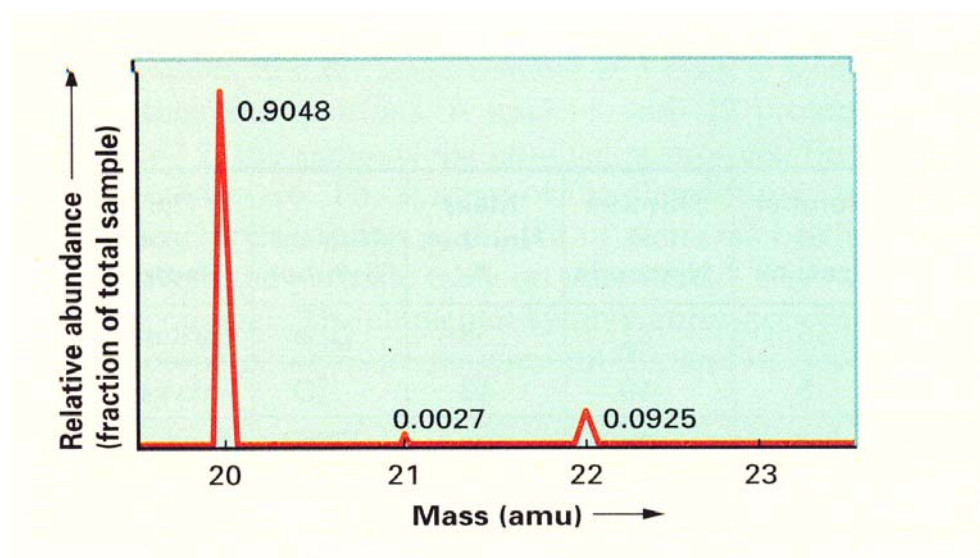
มวลอะตอมของโพแทสเซียมที่คำนวณได้เป็นมวลอะตอมเฉลี่ย ซึ่งสอดคล้องกับมวลอะตอมของธาตุที่ปรากฏในตารางธาตุ ดังนั้นค่ามวลอะตอมของธาตุใด ๆ ในตารางธาตุจึงเป็นค่ามวลอะตอมเฉลี่ย ซึ่งขึ้นอยู่กับค่ามวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปที่พบในธรรมชาติ ในปัจจุบันการหาค่ามวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปของธาตุจะใช้เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ ส่วนประกอบหลักของอุปกรณ์และการทำงานในเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์รูปแบบหนึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 1 วิธีการทำงานของเครื่องคือ การทำให้อะตอมของสารตัวอย่างในสถานะแก๊สแตกตัวเป็นไอออนบวก โดยใช้ลำอิเล็กตรอนพลังงานสูงยิงไปที่สารตัวอย่าง ซึ่งไอออนบวกที่แตกตัวออกมามีทั้งประจุ (e) และมวล (m) เมื่อผ่านแผ่นเร่งอนุภาคที่เป็นสนามไฟฟ้า จะทำให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น แล้วผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็ก ไอออนบวกจะถูกเบนจากแนวเส้นตรงเป็นเส้นโค้ง รัศมีของเส้นโค้งขึ้นอยู่กับค่า e/m ของไอออนโดยไอออนที่มีค่า e/m ต่ำจะเดินทางโค้งเป็นวงกว้างกว่าไอออนที่มี e/m สูง สำหรับไอออนที่มีประจุเท่ากันแต่มีมวลต่างกันวิธีการนี้ก็สามารถแยกได้ โดยไอออนหนักจะโค้งเป็นวงกว้างกว่าไอออนเบา เมื่อไอออนทั้งหมดมาตกกระทบกับอุปกรณ์ตรวจสอบ ซึ่งอาจเป็นแผ่นฟิล์มหรือเครื่องบันทึกอิเล็กทรอนิกส์และบันทึกความเข้มหรือกระแส ปริมาณความเข้มหรือกระแส จะเป็นปฏิกิริยาตรงกับจำนวนไอออนที่ตกกระทบกับอุปกรณ์ตรวจสอบ โดยวิธีการเช่นนี้จึงสามารถบอกปริมาณไอโซโทปที่มีอยู่ในธาตุที่นำมาทดสอบได้



ภาพประกอบ 3 อุปกรณ์และการทำงานในเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์

(Zumdahl, Steven S. 1995: 52)

ตัวอย่างแมสสเปกตรัมของนีออน เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดโดยเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ แสดงได้ดัง ภาพประกอบ 4

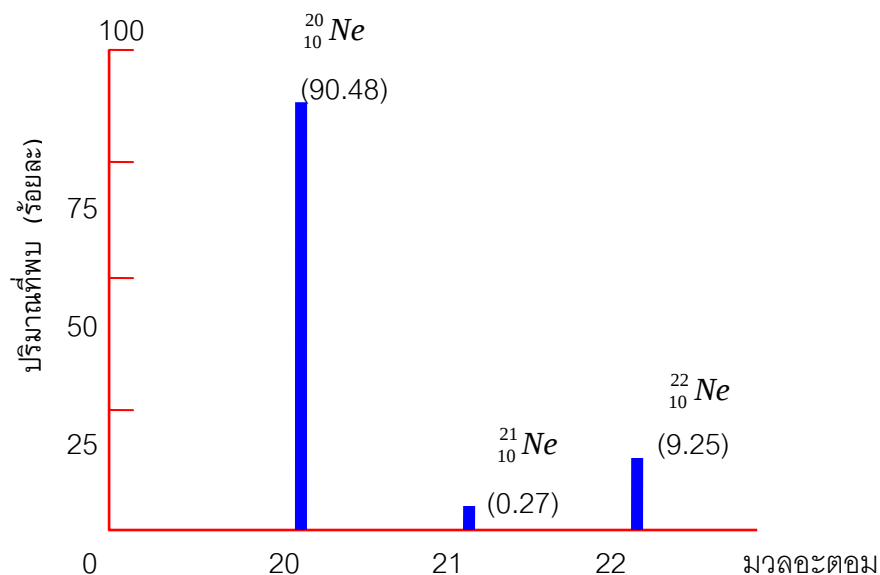


ภาพประกอบ 4 แมสสเปกตรัมของนีออน

(Cracolice, Mark S. ;& Peter, E I. 2004: 122)

ภาพประกอบ 4 พบว่า ถ้าให้มวลรวมของนีออนมีค่าเท่ากับ 1 จะมีนีออน – 20 อยู่ 0.9048 นีออน – 21 อยู่ 0.0027 และนีออน - 22 อยู่ 0.0925 ตามลำดับ

ถ้านำผลที่ได้มาเขียนกราฟในรูปของความสัมพันธ์ของปริมาณที่พบ (ร้อยละ) กับมวลอะตอม แสดงได้ดัง ภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่พบ (ร้อยละ) กับมวลอะตอม

ตัวอย่างค่ามวลอะตอม ปริมาณร้อยละของแต่ละไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติและ
ค่ามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุบางธาตุ แสดงได้ดัง ตาราง 19

ตาราง 19 มวลอะตอม ปริมาณร้อยละของไอโซโทปและมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุบางชนิด

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละที่พบในธรรมชาติ	มวลอะตอมเฉลี่ย
$^{12}_6\text{C}$	12.000	98.930	12.010
$^{13}_6\text{C}$	13.003	1.070	
$^{14}_7\text{N}$	14.003	99.632	14.006
$^{15}_7\text{N}$	15.000	0.368	
$^{16}_8\text{O}$	15.995	99.757	15.962
$^{17}_8\text{O}$	16.999	0.038	
$^{18}_8\text{O}$	17.999	0.205	
$^{32}_{16}\text{S}$	31.972	94.930	32.065
$^{33}_{16}\text{S}$	32.971	0.760	
$^{34}_{16}\text{S}$	33.967	4.290	
$^{36}_{16}\text{S}$	35.907	0.020	

(Cracolice, Mark S. :& Peter, Edward I. 2004 : 122)

จากกิจกรรมที่ 3 นักเรียนจะเห็นว่าสามารถหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้โดยอาศัย
ความสัมพันธ์ระหว่างมวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปกับปริมาณร้อยละที่พบในธรรมชาติ
ในทำนองเดียวกัน ถ้าอะตอมรวมกันเพื่อให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นโมเลกุล เราก็สามารถหามวล
โมเลกุลของสารประกอบได้ ซึ่งจะได้ศึกษาจากการทำกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 4 เรื่อง การคำนวณหามวลโมเลกุลของสาร

บทนำ

โมเลกุลของสารเป็นอนุภาคขนาดเล็กซึ่งสามารถอยู่อย่างอิสระและแสดงสมบัติเฉพาะตัวของสารนั้นได้ การหามวลโมเลกุลของสารใช้วิธีเช่นเดียวกับการหามวลอะตอมของธาตุ คือ ใช้การเปรียบเทียบมวลของสารนั้น 1 โมเลกุลกับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{มวลโมเลกุลของสาร A} &= \frac{\text{มวลของสาร A 1 โมเลกุล (กรัม)}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ } ^{12}\text{C 1 อะตอม (กรัม)}} \\ &= \frac{\text{มวลของสาร A 1 โมเลกุล (กรัม)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} \end{aligned}$$

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยการคำนวณ
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถคำนวณหามวลโมเลกุลของสารจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

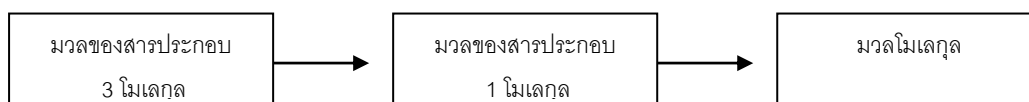
1. ศึกษาแนวคิดในการคำนวณหามวลโมเลกุลจากตัวอย่างที่ 3 - 6
2. ร่วมกันสรุปและอภิปรายถึงแนวทางในการแก้ปัญหาของตัวอย่างข้อที่ 3 - 6
3. ปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยการคำนวณ ตามโจทย์เพื่อฝึกการแก้ปัญหาและการตัดสินใจตามหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ข้อที่ 6
4. บันทึกผลการแก้ปัญหาลงในใบบันทึกผลกิจกรรมการเรียนรู้
5. ร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางในการแก้ปัญหาในแต่ละข้อย่อย

ตัวอย่างที่ 3 สารประกอบ B 3 โมเลกุล มีมวล 2.40×10^{-22} กรัม สารประกอบ B มีมวลโมเลกุลเท่าใด

โจทย์กำหนดให้ มวลของสารประกอบ 3 โมเลกุล

โจทย์ถาม มวลโมเลกุล

แนวทางแก้ปัญหา



$$\text{มวลโมเลกุลของสาร B} = \frac{\text{มวลของสาร B 1 โมเลกุล (กรัม)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$$

$$\text{ดังนั้นจะต้องหามวลของสาร B 1 โมเลกุลก่อน} = \frac{2.40 \times 10^{-22} \text{ กรัม}}{3}$$

$$= 8.00 \times 10^{-23} \text{ กรัม}$$

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร B} = \frac{8.00 \times 10^{-23} \text{ กรัม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$$

$$= 48.19$$

$$\text{สารประกอบ B มีมวลโมเลกุล} = 48.19$$

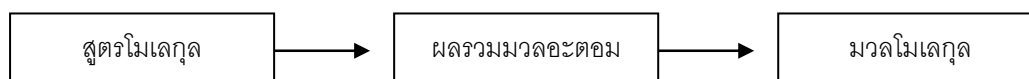
จากตัวอย่างที่ 3 พบว่าวิธีการคำนวณหามวลโมเลกุลของสาร เราใช้ความสัมพันธ์ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับการหามวลอะตอมของธาตุ แต่ในบางกรณีที่เราให้หามวลโมเลกุลของสารประกอบ โดยบอกสูตรโมเลกุลมาให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 4 กลูโคสมีสูตรโมเลกุล $C_6H_{12}O_6$ มีมวลโมเลกุลเท่าใด

โจทย์กำหนดให้ สูตรโมเลกุล

โจทย์ถาม มวลโมเลกุล

แนวทางแก้ปัญหา



มวลโมเลกุลของกลูโคส $C_6H_{12}O_6$ คำนวณได้ดังนี้

$$= (6 \times \text{มวลอะตอมของ C}) + (12 \times \text{มวลอะตอมของ H}) + (6 \times \text{มวลอะตอมของ O})$$

$$= (6 \times 12.01) + (12 \times 1.00) + (6 \times 15.99)$$

$$= 72.06 + 12 + 95.94$$

$$= 180$$

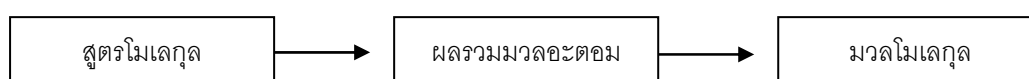
คำถามนำคิด วิธีการหามวลโมเลกุลจากตัวอย่างที่ 3 และตัวอย่างที่ 4 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตัวอย่างที่ 5 จงหามวลสูตรของ Na_2CO_3

โจทย์กำหนดให้ สูตรโมเลกุล

โจทย์ถาม มวลสูตร

แนวทางแก้ปัญหา



มวลโมเลกุลของ Na_2CO_3 คำนวณได้ดังนี้

$$= (2 \times \text{มวลอะตอมของ Na}) + (1 \times \text{มวลอะตอมของ C}) + (3 \times \text{มวลอะตอมของ O})$$

$$= (2 \times 22.99) + (1 \times 12.01) + (3 \times 15.99)$$

$$= 45.98 + 12.01 + 47.97$$

$$= 105.96$$

ในตัวอย่างที่ 4 เป็นการหามวลโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ ซึ่งหาได้จากสูตรโมเลกุลของสารประกอบ ส่วนสารประกอบไอออนิกในตัวอย่างที่ 5 จะไม่อยู่ในรูปของโมเลกุล สูตรของสารประกอบ เป็นสูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของไอออนที่ประกอบเป็นสารนั้น ดังนั้นมวลโมเลกุลของสารประกอบจึงหมายถึง **มวลสูตรเอมพิริคัล** หรือ **มวลสูตร** นั่นเอง

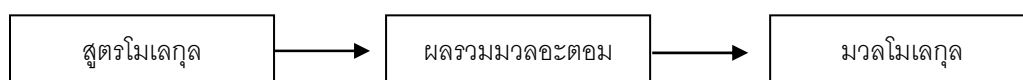
กรณีที่โมเลกุลของสารอยู่ในรูปน้ำผลึก นักเรียนก็สามารถหามวลโมเลกุลของสารได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 6 จงหามวลสูตรของ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (Sodium tetraborate decahydrate)

โจทย์กำหนดให้ สูตรโมเลกุล

โจทย์ถาม มวลสูตร

แนวทางแก้ปัญหา



มวลโมเลกุลของ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ คำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &= (2 \times \text{มวลอะตอมของ } Na) + (4 \times \text{มวลอะตอมของ } B) + (7 \times \text{มวลอะตอมของ } O) + \\
 &\quad (10 \times ((2 \times \text{มวลอะตอมของ } H) + (1 \times \text{มวลอะตอมของ } O))) + \\
 &\quad (2 \times 22.99) + (4 \times 10.81) + (7 \times 15.99) + (10 \times ((2 \times 1.00) + (1 \times 15.99))) \\
 &= 45.98 + 43.24 + 111.93 + (10 \times ((2) + (15.99))) \\
 &= 201.15 + 179.9 \\
 &= 381.05
 \end{aligned}$$

คำถามนำคิด การหามวลโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ สารประกอบไอออนิก และสารประกอบที่อยู่ในรูปน้ำผลึก มีวิธีการเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

1. จงหามวลอะตอมของอะลูมิเนียม ถ้าอะลูมิเนียม 1 อะตอม มีมวล $27 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g
2. มวลอะตอมของไนโตรเจนเท่ากับ 14 ไนโตรเจน 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของ $\frac{1}{12}$ มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม
3. มวลอะตอมของฮีเลียมเท่ากับ 4.003 ฮีเลียม 1 อะตอมมีมวลกี่กรัม
4. จงหามวลอะตอมของคลอรีน (Cl) จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
$Cl - 35$	34.968	75.78
$Cl - 37$	36.966	24.22

5. ธาตุยูโรเพียม พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทป คือ ^{151}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.9196 และ ^{153}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 152.9209 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของ Eu เท่ากับ 151.9600 จงหาปริมาณร้อยละของ Eu แต่ละไอโซโทป
6. จงหามวลโมเลกุล / มวลสูตร ของสารประกอบต่อไปนี้
 - 6.1 กรดสเตียริก ($C_{18}H_{36}O_2$)
 - 6.2 การบูร ($C_{10}H_{16}O$)
 - 6.3 โครเมียม (III) ออกไซด์ (Cr_2O_3)
 - 6.4 แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$)
 - 6.5 แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)
 - 6.6 เลด (II) ไนเตรต ($Pb(NO_3)_2$)
7. ฟอสฟอรัส 1 โมเลกุลมี 4 อะตอม ถ้ามวลโมเลกุลของฟอสฟอรัสเท่ากับ 123.88 จงหามวลอะตอมของฟอสฟอรัส
8. ธาตุโซเดียม 10 อะตอม กับธาตุแมกนีเซียม 10 อะตอม มีมวลเท่ากันหรือไม่

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชาวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม (เคมี)	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง มวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร	เวลา 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทำการทดลองหามวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร ตลอดจนหามวลของสาร 1 อะตอมได้

เนื้อหา

1. อนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขมวล เลขอะตอม ไอโซโทป
2. สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม
3. สมบัติของสารทั้งทางกายภาพและทางเคมี
4. การหามวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการเรียนเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์
2. แบบรายงานกิจกรรมการทดลอง
3. หนังสือเรียนวิชาเคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม เล่ม 2
4. คู่มือครูเคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม เล่ม 2
5. www.vchagarn.com

อุปกรณ์ / สารเคมี

1. ลูกตุ้มเหล็ก
2. ดินน้ำมัน
3. เครื่องชั่งแบบ Triple beam
4. บีกเกอร์ขนาด 100 cm
5. กระบอกตวงแบบ 10 cm
6. ขวดน้ำกลั่น

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับอนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขมวล เลขอะตอม และไอโซโทป โดยใช้คำถามนำ ดังนี้

- อนุภาคมูลฐานของอะตอมประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีประจุเท่าใด
- สัญลักษณ์นิวเคลียร์ บอกให้ทราบถึงอนุภาคมูลฐานอะไรบ้าง และมีจำนวนเท่าใด

ขั้นสอน/ขั้นสรุป

การกำหนดปัญหา

1. นำอภิปรายเกี่ยวกับสารว่าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามเนื้อสาร โดยใช้คำถามนำดังนี้

1.1 ถ้าใช้เกณฑ์เนื้อสารเป็นเกณฑ์ แบ่งสารออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง และสังเกตได้อย่างไร

1.2 นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างถึงสารแต่ละประเภท ตามที่ระบุข้างต้น พร้อมอภิปรายต่อไปว่า ตัวอย่างที่นักเรียนยกตัวอย่างอยู่ในกลุ่มนั้น ๆ จริงหรือไม่ อย่างไร

2. ครูนำอภิปรายต่อไปว่า การจำแนกประเภทของสารนอกจากใช้เกณฑ์เนื้อสารแล้วยังมีเกณฑ์อื่นที่สามารถนำมาใช้ในการจัดประเภทของสาร เช่น ใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งครูใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

2.1 ถ้าใช้สถานะเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสาร สารแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

2.2 นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างสารแต่ละประเภท โดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งอภิปรายสรุปถึงเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดจำแนกสาร

3. ครูนำอภิปรายต่อไปว่าสารแต่ละชนิดมีสมบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือสมบัติทางกายภาพ อันได้แก่ สี กลิ่น รส การละลายในน้ำ ความหนาแน่น ความเหนียว ความแข็ง เป็นต้น และสมบัติทางเคมี อันได้แก่ สมบัติที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการจำแนกสารตามเกณฑ์ข้างต้น โดยใช้แผนภาพตามเอกสารประกอบการสอน หน้า 3

5. ครูนำสารตัวอย่างมา 1 ขัน ซึ่งอาจเป็นก้อนดินน้ำมัน แล้วถามนำให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา โดยใช้คำถามดังนี้

5.1 สมบัติของสารตัวอย่างมีอะไรบ้าง และจะวัดได้อย่างไร

5.2 มีสมบัติใดบ้างที่นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานจากข้อ 1 ไปใช้เพื่อหาสมบัติเหล่านั้นได้

การทำความเข้าใจปัญหา

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมบัติของสารว่ามีอะไรบ้าง และจะวัดได้อย่างไร จนได้ข้อสรุปว่า สมบัติของก้อนดินน้ำมันได้แก่ มวล ซึ่งวัดได้โดยการชั่งด้วยเครื่องชั่ง ปริมาตร ซึ่งวัดได้โดยการตวงด้วยกระบอกตวง

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมบัติของสารดังกล่าวข้างต้น จนได้ข้อสรุปว่า จากข้อมูลพื้นฐานในข้อ 1 สามารถนำมาคำนวณหาความหนาแน่นของสารได้

3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหามวล ปริมาตร และความหนาแน่นของสารโดยครูใช้คำถามนำ ดังนี้

3.1 ลูกตุ้มน้ำหนักและก้อนดินน้ำมันที่มีขนาดเท่ากันจะมีมวลและปริมาตรเท่ากันหรือไม่

3.2 ลูกตุ้มเหล็กและก้อนดินน้ำมันที่มีขนาดเท่ากัน จะมีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่

การวางแผนแก้ปัญหา

1. นักเรียนร่วมกัน ระดมความคิด เพื่อวางแผนหามวล ปริมาตร และความหนาแน่นของลูกตุ้มเหล็ก และก้อนดินน้ำมัน

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางในการหามวล ปริมาตรและความหนาแน่นของสาร พร้อมร่วมกันตัดสินใจจนได้วิธีการในการทำกิจกรรมการทดลอง

3. ครูนำอภิปรายถึงแนวทางในการทำการทดลองในแต่ละกลุ่ม ซึ่งอาจได้แนวทางดังนี้

3.1 การหามวลของสารทั้งสอง โดยการชั่งด้วยเครื่อง

3.2 การหาปริมาตรของสารทั้งสอง โดยการแทนที่น้ำด้วยถ้วยเรก้า แล้ววัดปริมาตรของสารโดยการตวงด้วยกระบอกตวง

3.3 การหาความหนาแน่นของสารโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมวล/ปริมาตร

3.4 นักเรียนสรุปแนวทางที่จะใช้ในการทำการทดลองเพื่อหามวล ปริมาตร และความหนาแน่นของสารทั้งสอง พร้อมประชุมปรึกษาหารือกันในกลุ่ม เพื่อให้สมาชิก

ทุกคนเข้าใจถึงแนวทางในการแก้ปัญหา และแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ เริ่มตั้งแต่ร่วมกันสังเกต และบันทึกผลการทดลองอย่างเป็นระบบ

การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา

1. นักเรียนลงมือทำการทดลองตามแผนการทดลองที่วางไว้ พร้อมบันทึกผลการทดลอง
2. ในขณะที่ทำการทดลองครูอาจใช้แนวคำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตผลดังนี้
 - 2.1 ลูกตุ้มเหล็กและก้อนดินน้ำมัน มีมวลและปริมาตรเท่าใด
 - 2.2 ลูกตุ้มเหล็กและก้อนดินน้ำมัน มีความหนาแน่นเท่าใด
3. นักเรียนสรุปและอภิปรายผลในภาพรวมจนได้ข้อสรุปว่าลูกตุ้มเหล็กและก้อนดินน้ำมันมีขนาดเท่ากัน โดยลูกตุ้มเหล็กมีมวลและปริมาตรมากกว่าก้อนดินน้ำมัน

การตรวจสอบการแก้ปัญหาและการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้

1. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาความหนาแน่นของวัตถุรูปร่างอื่น เช่น ทรงกลม สีเหลี่ยมผืนผ้า เป็นต้น พร้อมให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำการทดลองที่ผ่านมา
2. ครูถามคำถามนำเพื่อให้นักเรียนคิด แก้ปัญหา โดยอาจใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 2.1 ดินน้ำมันที่มีขนาดต่างกัน มีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่
 - 2.2 ลูกตุ้มเหล็กมีขนาดเท่ากัน มีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
 - 2.3 ความหนาแน่นของสารขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไรบ้าง

การวัดและประเมินผล

พฤติกรรม	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
1. ความรู้	-	-	-
2. กระบวนการ แก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรม และการประเมินผลงาน	สังเกตและตรวจ รายงานกิจกรรม การทดลอง	3.40-4.00 ระดับดีมาก 2.80-3.39 ระดับดี 2.20-2.79 ระดับปานกลาง 1.60-2.19 ระดับน้อย 1.00-1.59 ระดับน้อยมาก (ต้องปรับปรุงแก้ไข)
3. เจตคติทาง วิทยาศาสตร์	แบบสอบถาม เจตคติทางวิทยาศาสตร์	การทดสอบ หลังเรียน	3.40-4.00 ระดับดีมาก 2.80-3.39 ระดับดี 2.20-2.79 ระดับปานกลาง 1.60-2.19 ระดับน้อย 1.00-1.59 ระดับน้อยมาก (ต้องปรับปรุงแก้ไข)

ผลงาน/รายงาน/รายงานที่นักเรียนปฏิบัติ

- แบบรายงานกิจกรรมการทดลอง

บันทึกผลการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ปัญหาอุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว)

ครูโรงเรียนเสดภูมิพิทยาคม

ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายปรีดา ลำมะนา)

ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนเสดภูมิพิทยาคม

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบสำรวจความต้องการหลักสูตรของครู นักเรียนและผู้ปกครอง
- แบบประเมินโครงร่างหลักสูตร
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ
- แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงาน

แบบสำรวจความต้องการหลักสูตรของครู นักเรียนและผู้ปกครอง

คำชี้แจง แบบสำรวจนี้ เป็นแบบสำรวจความต้องการหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เพื่อให้โรงเรียนมัธยมศึกษาได้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี)

แบบสำรวจ มี 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 สถานะภาพผู้ตอบแบบสำรวจ

ตอนที่ 2 ความต้องการหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของครู นักเรียนและผู้ปกครอง

ตอนที่ 1 สถานะภาพผู้ตอบแบบสำรวจ

โปรดกาเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง () ตามสภาพจริง

เพศ () ชาย () หญิง

ตอนที่ 2 ระดับความต้องการหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของครู นักเรียนและผู้ปกครอง

โปรดตอบโดยการทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องที่ตรงตามความต้องการ

ข้อ	ไม่ต้องการ	ต้องการ			สาเหตุ
		น้อย	ปานกลาง	มาก	
1. หลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์					
2. หลักสูตรที่เน้นบูรณาการการสอนทักษะการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจ					
3. หลักสูตรที่เน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง					
4. หลักสูตรที่เน้นให้นักเรียนวางแผนการทดลองด้วยตนเอง					
5. หลักสูตรที่เน้นให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง					
6. หลักสูตรที่เน้นให้นักเรียนสรุปและอภิปรายผลการทดลองด้วยตนเอง					
7. หลักสูตรที่นำเสนอโดยใช้กิจกรรมการทดลองเป็นหลัก					
8. หลักสูตรที่มีกิจกรรมอย่างหลากหลาย					

ข้อ	ไม่ต้องการ	ต้องการ			สาเหตุ
		น้อย	ปานกลาง	มาก	
9. หลักสูตรที่มีการใช้อุปกรณ์ประกอบ การทำกิจกรรมการทดลอง					
10. หลักสูตรที่มีการวัดผลและประเมินผล ตามสภาพจริง					

ขอขอบคุณ

นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

แบบประเมินโครงร่างหลักสูตร

คำชี้แจง

แบบประเมินโครงร่างหลักสูตรฉบับนี้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ในการประเมินหลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องปริมาณสัมพันธที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือมุ่งตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรว่ามีความหมายและสอดคล้องกันเพียงใด เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินและข้อคิดเห็น ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของท่าน ผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร เป็นการพิจารณาว่า

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรมีความเหมาะสมเพียงใด อันได้แก่ ความจำเป็นของหลักสูตรสถานศึกษา เป้าหมายของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาวิชา หน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล โดยมีระดับความเหมาะสมดังนี้

- 5 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ประเมินความสอดคล้อง เป็นการพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงร่างหลักสูตรว่า มีความสอดคล้องกันเพียงใด โดยมีระดับความสอดคล้องดังนี้

- +1 หมายถึง รายการประเมินมีความสอดคล้องกัน
- 0 หมายถึง รายการประเมินอาจไม่สอดคล้องซึ่งกันและกัน
- 1 หมายถึง รายการประเมินไม่สอดคล้องซึ่งกันและกัน

ตอนที่ 3 ประเมินความคิดเห็นเพิ่มเติม มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขโครงร่างหลักสูตรให้ดีขึ้นในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 1. เป้าหมายของหลักสูตร
- 2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
- 3. คำอธิบายรายวิชา

4. เนื้อหาของหลักสูตร
5. หน่วยการเรียนรู้
6. แผนการจัดการเรียนรู้
7. สื่อ/อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้
8. การวัดและการประเมินผล
9. อื่น ๆ

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1. ความจำเป็นของหลักสูตรมีความเหมาะสม					
2. เป้าหมายของหลักสูตรสอดคล้องกับความต้องการในชีวิตประจำวัน					
3. เป้าหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน					
4. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความชัดเจน					
5. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความเป็นไปได้และมีประโยชน์เพียงพอต่อการนำไปปฏิบัติ					
6. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับการส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน					
7. เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
8. เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมและนำไปปฏิบัติได้จริง					
9. กิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้					
9.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องมวลอะตอม มวลโมเลกุลมีความเหมาะสม					
9.2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโมล มีความเหมาะสม					
9.3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสารละลายมีความเหมาะสม					
9.4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี มีความเหมาะสม					
9.5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องสมการเคมี มีความเหมาะสม					
9.6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องมวลและปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี มีความเหมาะสม					
9.7 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องสารกำหนดปริมาณและการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ มีความเหมาะสม					

ตอนที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
10. โครงสร้างเนื้อหาของหลักสูตรในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม ที่จะช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุเป้าหมาย					
11. เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน					
12. ระยะเวลาในการเรียนตามหลักสูตรมีความเหมาะสม					
13. การแบ่งเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
14. กำหนดเนื้อหาในแต่ละแผนการเรียนรู้เรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม					
15. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
16. กิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะที่ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจ					
17. กิจกรรมการเรียนรู้ยึดหลักเน้นผู้เรียนลงมือปฏิบัติการสร้างความรู้ด้วยตนเอง					
18. กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยเหมาะสมกับการฝึกทักษะต่าง ๆ					
19. วิธีการสอนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
20. สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน					
21. สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา					
22. สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้					
23. วิธีการวัดและประเมินผลในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
24. วิธีการวัดและประเมินผลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมและนำไปปฏิบัติได้จริง					
25. องค์ประกอบของหลักสูตรมีความเหมาะสม					

ตอนที่ 2 ประเมินความสอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
1. ความจำเป็นและเป้าหมายของหลักสูตร			
2. เป้าหมายและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
3. ความจำเป็นและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
4. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาวิชา			
5. เป้าหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาวิชา			
6. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสอดคล้องกับกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้.			
7. เนื้อหากับกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้			
8. เนื้อหาวิชากับแผนการจัดการเรียนรู้			
9. กิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้กับแผนการจัดการเรียนรู้			
10. แผนการจัดการเรียนรู้กับสื่อ/อุปกรณ์			
11. แผนการจัดการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล			
12. สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล			
13. เนื้อหาวิชากับการวัดและประเมินผล			
14. กิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล			

ตอนที่ 3 ประเมินความคิดเห็นเพิ่มเติม

1. เป้าหมายของหลักสูตร

.....

.....

.....

2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

.....

.....

.....

3. คำอธิบายรายวิชา

.....

.....

.....

4. เนื้อหา/กิจกรรมของหลักสูตร

4.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

.....

4.2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

.....

4.3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

.....

4.4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

.....

4.5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

.....

4.6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

.....

4.7 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

.....

5. แผนการจัดการเรียนรู้

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

.....

5.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

.....

5.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

.....

5.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

.....

5.5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

.....

5.6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

.....

5.7 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

.....

6. สื่อ/อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้

.....

.....

7. การวัดและการประเมินผล

.....

.....

8. อื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. มวลอะตอมมีความหมายว่าอย่างไร

- ก. มวลของธาตุใด ๆ ที่มีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลของธาตุมาตรฐานจำนวน 1 อะตอม
- ข. มวลเปรียบเทียบกับมวลอะตอมของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม
- ค. มวลเปรียบเทียบกับมวลของธาตุแคลเซียมจำนวน 1 อะตอม
- ง. มวลเฉลี่ยของธาตุนั้น ๆ เมื่อทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจนในอากาศ

2. ธาตุฟอสฟอรัสมีมวลอะตอม 31.0 ธาตุฟอสฟอรัส 10 อะตอม คิดเป็นกี่กรัม

- ก. 3.18×10^{-24} กรัม
- ข. 6.452×10^{-24} กรัม
- ค. 5.146×10^{-23} กรัม
- ง. 31.0×10^{-23} กรัม

3. มวลโมเลกุลมีความหมายว่าอย่างไร

- ก. มวลเปรียบเทียบระหว่างมวลของสาร 1 โมเลกุล กับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม
- ข. มวลเปรียบเทียบระหว่างมวลสาร 1 โมเลกุล กับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 โมเลกุล
- ค. มวลของสารใด ๆ ที่มีมวลเป็นกรัม เท่ากับ มวลโมเลกุล
- ง. มวลของสารใด ๆ ที่มีน้ำหนักเป็น 12 เท่า ของธาตุมาตรฐาน

4. มวลโมเลกุลของ $K_3Fe(CN)_6$ มีค่าเท่าใด (กำหนดมวลอะตอม K = 39.1 , Fe = 55.8 , C = 12.0 , N = 14.0)

- ก. 120.9
- ข. 247.9
- ค. 259.1
- ง. 329.1

5. ลำดับมวลโมเลกุลของสารประกอบในข้อต่อไปนี้จากมากไปหาน้อยคือ

$H_3PO_4, CuSO_4, CaC_2, CHCl_3$ (มวลอะตอม H = 1.00 , P = 31.00 , O = 16.00 , Cu = 63.5 , S = 32.1 , Ca = 40.1, Cl = 35.5, C = 12.00)

ก. $H_3PO_4, CHCl_3, CuSO_4, CaC_2$

ข. $H_3PO_4, CuSO_4, CHCl_2, CaC_2$

ค. $CuSO_4, CHCl_3, H_3PO_4, CaC_2$

ง. $CuSO_4, H_3PO_4, CHCl_3, CaC_2$

6. ความหมายของสาร 1 โมล ที่ไม่ถูกต้องคือ

ก. ปริมาณของสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน -12 ที่มีมวล 12 กรัม

ข. ปริมาณของสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค

ค. ปริมาณของสารที่มีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลโมเลกุล

ง. ปริมาณของสารที่มีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ STP

7. สารใดมีจำนวนโมลเท่ากัน (Na = 23 , C = 12 , H = 1 , Cl 35.5 , K = 39 , Ca = 40 , O = 16 , I = 127 , Al = 27 , Mg = 12)

ก. $CH_4 = 11.2 dm^3$ และ $NaCl = 29.25 g$

ข. $KCl = 37.3 g$ และ $CaCO_3 = 101.1 g$

ค. $CaC_2 = 64.1 g$ และ $KI = 64.1 g$

ง. $AlCl_3 = 3.01 \times 10^{23}$ และ $MgO = 40.3 g$

8. สารผสม A ประกอบด้วย X 0.02 โมล และ Y 0.04 โมล มีมวลรวมกัน 2.50 g สารผสม B ประกอบด้วย X 0.04 โมล และ Y 0.02 โมล มีมวลรวมกับ 3.50 g ดังนั้น X 1 โมลหนักกี่กรัม

ก. 25

ข. 55

ค. 75

ง. 110

9. จำนวนอะตอมของออกซิเจนในแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่บรรจุอยู่ในภาชนะขนาด 44.8 dm^3 ที่มีอุณหภูมิ และความดันมาตรฐานมีค่าเท่าใด

ก. $1 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

ข. $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

ค. $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

ง. $4 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

10. แก๊ส X 5.6 dm^3 ที่อุณหภูมิ 0°C ความดัน 1 บรรยากาศ มีมวลเท่ากับออกซิเจนที่มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ที่ STP แก๊ส X จะมีมวลเป็นกี่เท่าของแก๊สออกซิเจน

ก. แก๊ส X มีมวลเป็น 5 เท่าของแก๊ส O_2

ข. แก๊ส X มีมวลเป็น 4 เท่าของแก๊ส O_2

ค. แก๊ส X มีมวลเป็น 3 เท่าของแก๊ส O_2

ง. แก๊ส X มีมวลเป็น 2 เท่าของแก๊ส O_2

11. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 67.2 ลิตร มีจำนวนอนุภาคเท่าใด

ก. 6.02×10^{23} อนุภาค

ข. 12.04×10^{23} อนุภาค

ค. 18.06×10^{23} อนุภาค

ง. 24.08×10^{23} อนุภาค

12. จากสมการ $\text{CuCO}_3 \rightarrow \text{CuO} + \text{CO}_2$ ข้อใดถูกต้อง (Cu = 63.5 , C = 12.0 , O = 16.0)

ก. มีสารตั้งต้น 1 โมล และเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ 1 โมล

ข. ใช้ $\text{CuCO}_3 = 123.5$ กรัม แล้วเกิด $\text{CuO} = 79.5$ กรัม

ค. ได้สารผลิตภัณฑ์ คือ $\text{CO}_2 = 88$ กรัม

ง. สารตั้งต้น 123.5 กรัม เกิดเป็น $\text{CuO} = 79.5$ กรัม และ $\text{CO}_2 = 60$ กรัม

13. สารละลายในข้อใดเจือจางมากที่สุด (H = 1 , N = 14 , O = 16 , Na = 23 , C = 12)

ก. HNO_3 0.2 mol/dm^3

ข. NaOH $15 \text{ g/น้ำ } 500 \text{ cm}^3$

ค. CO_2 10 dm^3 ที่ STP ละลายในน้ำ 1 dm^3

ง. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $10 \text{ g/น้ำ } 100 \text{ cm}^3$

14. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมไนเตรต 200 cm^3 โดยให้สารละลายที่ได้มีโซเดียมไอออน 0.023 g ในสารละลาย 1 cm^3 จะทำอย่างไร
- ชั่งโซเดียมไนเตรต 8.5 g ละลายน้ำกลั่น จนได้สารละลายมีปริมาตร 200 cm^3
 - ชั่งโซเดียมไนเตรต 8.5 g เติมน้ำกลั่น 100 cm^3 คนจนโซเดียมไนเตรตละลายหมด
 - ชั่งโซเดียมไนเตรต 17 g ละลายน้ำกลั่น จนได้สารละลายมีปริมาตร 200 cm^3
 - ชั่งโซเดียมไนเตรต 17 g เติมน้ำกลั่น 200 cm^3 คนจนโซเดียมไนเตรตละลายหมด
15. จะต้องเติมน้ำลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต CuSO_4 ที่มีความเข้มข้น 16 กรัมต่อลิตร 200 cm^3 ที่ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อให้ได้สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ที่มีความเข้มข้น 0.01 mol/dm^3
- 200 cm^3
 - 1800 cm^3
 - 2000 cm^3
 - 2200 cm^3
16. ละลายปูนขาว (CaO) 3 กิโลกรัม ลงในน้ำ 5 ลิตร สารละลายมีความเข้มข้น ที่โมแลล (เมื่อความหนาแน่นของน้ำ $= 1 \text{ g/cm}^3$ น้ำหนักอะตอมของ $\text{Ca} = 40$ และ $\text{O} = 16$)
- 3.872 โมแลล
 - 6.347 โมแลล
 - 8.623 โมแลล
 - 10.714 โมแลล
17. ตัวทำละลายชนิดหนึ่ง มีตัวถูกละลายอยู่ 50 กรัม ในตัวทำละลาย 500 กรัม ถ้ากำหนดให้ค่า $k_f = 1.8$ และ $k_b = 0.5$ ตัวทำละลายนี้มีจุดเยือกแข็งและจุดเดือดเปลี่ยนไปอย่างไร
- จุดเยือกแข็งเพิ่มขึ้น 1.8°C และจุดเดือดลดลง 0.5°C
 - จุดเยือกแข็งลดลง 1.8°C และจุดเดือดเพิ่มขึ้น 0.5°C
 - จุดเยือกแข็งเพิ่มขึ้น 0.9°C และจุดเดือดลดลง 0.25°C
 - จุดเยือกแข็งลดลง 0.9°C และจุดเดือดเพิ่มขึ้น 0.25°C

18. สารละลายหนึ่งมีตัวถูกละลายอยู่ 30 กรัม ในตัวทำละลาย 250 กรัม ถ้าเพิ่มตัวถูกละลายลงไปอีก 40 g สารละลายนี้จะมีจุดเดือดเปลี่ยนไปเท่าใด (กำหนด $k_b = 0.5$ มวลโมเลกุล 80)

- ก. จุดเดือดเพิ่มขึ้น 0.37°C
- ข. จุดเดือดเพิ่มขึ้น 0.63°C
- ค. จุดเดือดเพิ่มขึ้น 0.86°C
- ง. จุดเดือดเพิ่มขึ้น 1.00°C

19. ข้อความใดไม่ถูกต้อง

- ก. สารละลายชนิดเดียวกัน มีความเข้มข้นต่างกัน จุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่างกัน
- ข. สารละลายชนิดเดียวกัน มีความเข้มข้นต่างกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่า
- ค. สารละลายต่างชนิดกัน มีความเข้มข้นเท่ากัน จุดเดือดและจุดหลอมเหลวเท่ากันด้วย
- ง. สารละลายต่างชนิดกัน มีความเข้มข้นต่างกัน สารที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีจุดเยือกแข็งที่ต่ำกว่าด้วย

20. มีสารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 12 โดยมวลต่อปริมาตร จำนวน 200 cm^3 ถ้าต้องการเปลี่ยนสารละลาย ที่ให้มีความเข้มข้นเป็นร้อยละ 16 (หน่วยความเข้มข้นเดิม) จำนวน 250 cm^3 จะต้องเติม NaCl อีกกี่กรัม

- ก. 8 กรัม
- ข. 12 กรัม
- ค. 16 กรัม
- ง. 20 กรัม

21. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. สูตรโมเลกุล บอกให้ทราบถึงจำนวนอะตอมของธาตุใน 1 โมเลกุลของธาตุหรือสารประกอบ
- ข. สูตรอย่างง่าย บอกให้ทราบอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบ
- ค. สูตรโครงสร้าง บอกให้ทราบว่าประกอบด้วยธาตุใดบ้าง อย่างละกี่อะตอมและจัดเรียงกันอย่างไร
- ง. สูตรเอมพิริคัล บอกให้ทราบจำนวนอะตอมทั้งหมดของธาตุองค์ประกอบ

22. มวลเป็นร้อยละของธาตุ O ใน $AgNO_3$ จำนวน 40 กรัม ($Ag = 108$, $N = 14$, $O = 16$)

- ก. 14.3 %
- ข. 28.2 %
- ค. 32.9%
- ง. 41.2 %

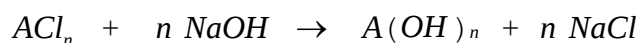
23. สารประกอบโพแทสเซียมชนิดหนึ่งมีมวลโมเลกุล 158 ประกอบด้วยธาตุ K , Mn และ O เท่านั้น ถ้าสารประกอบนี้มี K อยู่ 24.7 % และ Mn อยู่ 34.8 % โดยมวล สูตรอย่างง่ายของสารประกอบนี้คือข้อใด

- ก. $KMnO_2$
- ข. $KMnO_3$
- ค. $KMnO_4$
- ง. $K_2Mn_2O_5$

24. สาร A ประกอบด้วยธาตุ N, H และ O เมื่อทำให้สาร A = 19 กรัม สลายตัวจะได้แก๊ส N_2 7 g และ ไอน้ำ 9 g สูตรโมเลกุล ของสาร A อาจเป็นดังข้อใด

- ก. N_2H_4O
- ข. NHO_3
- ค. NH_3O
- ง. $N_2H_4O_2$

25. สารละลาย $NaOH$ ทำปฏิกิริยากับคลอไรด์ของโลหะ A ได้ตะกอนไฮดรอกไซด์ของ A ดังสมการ



ถ้าสารละลาย $NaOH$ 0.2 mol/dm^3 จำนวน 10 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับ

ACl_n 0.2 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 สูตรโมเลกุลของ ACl_n ควรเป็นอย่างไร

- ก. ACl
- ข. A_2Cl_3
- ค. ACl_2
- ง. A_2Cl

26. จากสมการเคมีต่อไปนี้ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ใช้ $N_2 = 1$ g ทำปฏิกิริยาพอดีกับ $H_2 = 3$ g ได้ $NH_3 = 2$ g
- ข. ในการเตรียมแก๊ส $NH_3 = 2$ ลิตร ต้องใช้แก๊ส $N_2 = 1$ ลิตร และแก๊ส $H_2 = 3$ ลิตร ที่ STP
- ค. ใช้ $N_2 = 1$ mol ทำปฏิกิริยากับ $H_2 = 3$ mol เกิดเป็น $NH_3 = 2$ mol
- ง. ใช้ $N_2 = 1$ mol โมเลกุล ทำปฏิกิริยากับ $H_2 = 3$ โมเลกุล เกิดเป็น $NH_3 = 2$ โมเลกุล

27. จากสมการเคมี $Cu(s) + 2H_2SO_4(conc) \rightarrow CuSO_4(aq) + SO_2(g) + 2H_2O(l)$

ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง (Cu = 63.5 , H = 1 , S = 32 , O = 64)

- ก. SO_2 Cu 22.4 dm^3 ทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 98 g เกิด SO_2 22.4 dm^3 ที่ STP
- ข. Cu 6.02×10^{23} อะตอม ทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 12×10^{23} โมเลกุลเกิด $SO_2 = 6.02 \times 10^{23}$
- ค. Cu = 63.5 g ทำปฏิกิริยากับ $H_2SO_4 = 98$ g เกิด $SO_2 = 64$ g
- ง. Cu = 63.5 g ทำปฏิกิริยากับ $H_2SO_4 = 196$ g เกิด $SO_2 = 22.4$ dm^3 ที่ STP

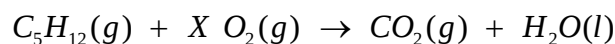
28. จากสมการเคมีต่อไปนี้ $aNO_2(g) + bH_2O(l) \rightarrow cHNO_3(aq) + dNO(g)$ หรือดุลสมการ และ a,b,c,d คือข้อใด

- ก. 2,1,3,2
- ข. 3,1,2,1
- ค. 3,1,1,2
- ง. 6,2,4,1

29. ปฏิกิริยาเคมีที่ดุลแล้ว $3CO(g) + Fe_2O_3(s) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$ ข้อใดถูกต้อง (C = 12 , Fe = 55.8)

- ก. ใช้ CO 3 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับ $Fe_2O_3 = 1$ โมล แล้วเกิดเป็น Fe = 112g และ $CO_2 = 120g$
- ข. ใช้ CO = 8.4 g ทำปฏิกิริยากับ $Fe_2O_3 = 16.0$ g เกิดเป็น Fe = 11.2g และ $CO_2 = 13.2g$ ตามลำดับ
- ค. สารตั้งต้นมี CO = 67.2 dm^3 แล้วเกิดเป็น CO_2 44.8 dm^3
- ง. ใช้ CO = 84 g ทำปฏิกิริยากับ $Fe_2O_3 = 16$ g เกิดเป็น $CO_2 = 67.2$ dm^3

30. นำเพนเทน (C_5H_{12}) เผาไหม้กับแก๊สออกซิเจนจำนวนมากเกินพอ เกิดสารผลิตภัณฑ์ คือ $CO_2(g)$ และ $H_2O(l)$ ตามลำดับดังสมการ



ค่าของ X มีค่าเท่าใด

- ก. 8
 - ข. 11
 - ค. 12
 - ง. 16
31. ข้อความที่ใดไม่ถูกต้อง
- ก. ระบบปิด เป็นระบบที่หลังการเปลี่ยนแปลงมวลคงที่ แต่มีการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อมเพียงอย่างเดียว
 - ข. ระบบเปิด เป็นระบบที่หลังการเปลี่ยนแปลงมวลไม่คงที่ และยังมีการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อม
 - ค. ระบบอิสระ เป็นระบบที่ไม่มีการถ่ายเททั้งมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม
 - ง. ระบบปิด เป็นระบบที่มวลมีการเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มสูงขึ้น ส่วนพลังงานลดลง
32. ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แก๊ส A จำนวน 25 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส B จำนวน 75 cm^3 ให้แก๊ส C 50 cm^3 ถ้าให้แก๊ส A จำนวน 150 cm^3 ทำปฏิกิริยากับแก๊ส B 300 cm^3 จะได้แก๊ส C เกิดขึ้นกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ก. 100
 - ข. 200
 - ค. 300
 - ง. 400

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 33 – 34

ถ้าธาตุ A ทำปฏิกิริยากับธาตุ B ให้สารประกอบ C เพียงอย่างเดียว ได้ข้อมูล ดังนี้

การทดลองครั้งที่	ธาตุ A ที่ใช้ (g)	ธาตุ B ที่ใช้ (g)	สารประกอบ C ที่เกิด(g)
1	10	2	2.5
2	10	3	X
3	10	6	13.5
4	10	8	18
5	10	10	18
6	10	12	18

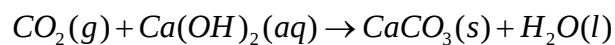
33. อัตราส่วนโดยมวลของธาตุ A และ B ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันเป็นเท่าใด

- ก. 2 : 3
- ข. 5 : 4
- ค. 6 : 2
- ง. 7 : 4

34. ในการทดลองครั้งที่ 2 เกิดสารประกอบ C เท่าใด

- ก. 3.23 กรัม
- ข. 5.81 กรัม
- ค. 6.75 กรัม
- ง. 8.62 กรัม

35. ปฏิกิริยาเคมีดังสมการ

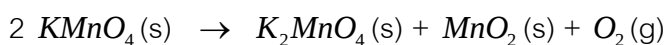


ถ้าใช้ CO_2 16 กรัม ทำปฏิกิริยากับ Ca(OH)_2 มากเกินพอ จะเกิด CaCO_3 เท่าใด

- ก. 18.42 กรัม
- ข. 25.68 กรัม
- ค. 31.47 กรัม
- ง. 36.33 กรัม

ใช้ข้อมูลตอบคำถามข้อ 36 - 38

เมื่อเผา $KMnO_4$ จำนวนหนึ่งจะได้แก๊ส O_2 เกิดขึ้นดังสมการ



ถ้ามี O_2 เกิดขึ้น 5.6 dm^3 ที่ STP ($K = 39$, $Mn = 55$, $O = 16$)

36. ต้องใช้ $KMnO_4$ กี่กรัม

ก. 48 กรัม

ข. 79 กรัม

ค. 93 กรัม

ง. 108 กรัม

37. มี MnO_2 เกิดขึ้นกี่กรัม

ก. 21.75 กรัม

ข. 32.80 กรัม

ค. 45.70 กรัม

ง. 57.20 กรัม

38. ถ้าต้องการให้ K_2MnO_4 เกิดขึ้น 49.25 g จะต้องใช้ $KMnO_4$ กี่กรัม

ก. 47 กรัม

ข. 53 กรัม

ค. 68 กรัม

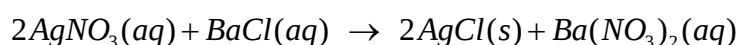
ง. 79 กรัม

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 39 - 41

เมื่อนำสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) 1 mol/dm^3 จำนวน 80 cm^3 ทำ

ปฏิกิริยากับสารละลายแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) 0.8 mol/dm^3 จำนวน 40 cm^3 เกิดตะกอน

สีขาวของซิลเวอร์คลอไรด์ ($AgCl$) กับสารละลายแบเรียมไนเตรต ($Ba(NO_3)_2$) ดังสมการ



($Ag = 107.8$, $N = 14$, $O = 16$, $Ba = 137$, $Cl = 35.5$)

39. สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

ก. $AgNO_3$

ข. $BaCl_2$

ค. $AgCl$

ง. $Ba(NO_3)_2$

40. เกิดตะกอนของ $AgCl$ เท่าใด

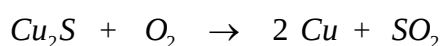
- ก. 4.812 กรัม
- ข. 5.423 กรัม
- ค. 7.326 กรัม
- ง. 9.184 กรัม

41. ความเข้มข้นของสารละลาย $Ba(NO_3)_2$ ที่ได้หลังจากเกิดปฏิกิริยามีค่าเท่าใด

- ก. $0.133 \text{ mol} / \text{dm}^3$
- ข. $0.266 \text{ mol} / \text{dm}^3$
- ค. $0.318 \text{ mol} / \text{dm}^3$
- ง. $0.429 \text{ mol} / \text{dm}^3$

ข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 42 – 43

จากปฏิกิริยาข้างล่างนี้



42. ถ้าแยกคอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์ (Cu_2S) จำนวน 1,450 กรัม ผลที่ได้ตามทฤษฎีของทองแดงมีค่าเท่าใด

- ก. 986.24 กรัม
- ข. 1042.53 กรัม
- ค. 1158.24 กรัม
- ง. 1387.39 กรัม

43. ถ้าผลการทดลองได้ทองแดง 926.24 กรัม ผลได้ร้อยละตรงกับข้อใด

- ก. 53.48
- ข. 66.23
- ค. 72.89
- ง. 79.96

ขอขอบคุณ

นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีจำนวน 35 ข้อ มี 2 แบบ
 - 1.1 แบบที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนกา X ลงในข้อที่ถูกต้อง
 - 1.2 แบบที่ 2 แบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกพร้อมแสดงเหตุผล ให้นักเรียนกา X ลงในข้อที่ถูกต้อง พร้อมเขียนแสดงเหตุผลในข้อที่เลือกมาให้เข้าใจ
2. คะแนนแบบทดสอบแบบที่ 1 ข้อละ 1 คะแนน และแบบที่ 2 ข้อละ 2 คะแนน
รวม 50 คะแนน
3. เวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง

ออกแบบทดสอบโดย นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 1 – 3

การทดสอบปฏิกิริยาระหว่างเลด (II) ไนเตรต กับโพแทสเซียมไอโอไดด์ โดยการใส่สารละลายเลด (II) ไนเตรต 0.5 mol/dm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 5 หลอด ๆ ละ 2 cm^3 แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียม ไอโอไดด์ 1.0 mol/dm^3 ลงในหลอดที่หนึ่ง 0.5 cm^3 แล้วเพิ่มปริมาณอีกหลอดละ 0.5 cm^3 จนครบทั้ง 5 หลอด เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง แล้ววัดความสูงของตะกอนในแต่ละหลอดได้ผลดังตาราง

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลายเลด (II) ไนเตรต	ปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์	ความสูงของตะกอน (cm^3)
1	2	0.5	0.3
2	2	1.0	0.75
3	2	1.5	1.35
4	2	2.0	1.35
5	2	2.5	1.35

1. สมมุติฐานของการทดลองนี้คืออะไร (การตั้งสมมุติฐาน)

- ปริมาณของสารละลายเลด (II) ไนเตรตมีผลต่อความสูงของตะกอน
- ความเข้มข้นของสารตั้งต้นแปรผกผันกับความสูงของตะกอน
- ความสูงของตะกอนสูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณของสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์
- ความเข้มข้นของสารตั้งต้นทั้งสองมีผลต่อความสูงของตะกอน

2. ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมตามลำดับที่ถูกต้องคือ (การกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ปริมาณสารตั้งต้น ความสูงของตะกอน
- ปริมาณของสารตั้งต้น ความสูงของตะกอน ความเข้มข้นของสารตั้งต้นก่อนทำ

ปฏิกิริยา

- ความสูงของตะกอน ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ปริมาณของสารตั้งต้น
- ปริมาณของสารตั้งต้น ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ความสูงของตะกอน

3. ในหลอดทดลองหลอดที่ 3 – 5 มีความสูงของตะกอนคงที่ หมายความว่าอย่างไร (การตีความหมายข้อมูลฯ)

- ก. เกิดสารผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียว
- ข. มีปริมาณของสารเหลือเท่ากับ ความสูงของตะกอน
- ค. สารละลายทั้งสองชนิดไม่ทำปฏิกิริยากัน
- ง. สารละลายทั้งสองชนิด ทำปฏิกิริยาพอดีกันมากเกินไป

4. สรุปรายการศึกษาค้นคว้าการละลายของสาร A , B , C และ D โดยทำการทดลอง ดังนี้

- 1. เตรียมหลอดทดลองขนาดกลางมา 3 หลอด เติมน้ำกลั่นหลอดละ 5 cm³
- 2. ให้ความร้อนจนน้ำในหลอดทดลองในข้อ 1 มีอุณหภูมิเป็น 30 , 40

และ 50 องศาเซลเซียส

3. เติมสาร A ลงในหลอดทดลองทุก ๆ หลอด ๆ ละ 2 กรัม เขย่า สังเกตการละลาย

ของสาร

4. ทำตามข้อ 1 – 3 โดยเปลี่ยนสาร A เป็นสาร B , C และ D ตามลำดับ

อุปกรณ์ในข้อใดที่นักเรียนต้องใช้ในการทดลอง (การออกแบบการทดลอง)

- ก. เครื่องชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ ข้อนัดสาร ปีกเกอร์
- ข. ตะเกียงแอลกอฮอล์ เครื่องชั่ง ข้อนัดสาร ปีกเกอร์
- ค. กระบอกจืดยา ข้อนัดสาร เครื่องชั่ง ตะเกียงแอลกอฮอล์
- ง. กระบอกตวง เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องชั่ง ตะเกียงแอลกอฮอล์

5. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่าสารละลายต่างชนิดกัน มีจุดเดือดแตกต่างกันหรือไม่

จะออกแบบการทดลอง ดังข้อใดเหมาะสมที่สุด (การออกแบบการทดลอง)

- ก. นำสารละลาย A , B ที่มีความเข้มข้นและปริมาณเท่ากัน มาให้ความร้อนแล้ววัดจุดเดือดของสารละลายทั้งสอง
- ข. นำสารละลาย A , B ที่มีปริมาณเท่ากัน มาให้ความร้อนและวัดจุดเดือดของสารละลายทั้งสอง
- ค. นำสารละลาย A ที่มีความเข้มข้นต่างกัน มาให้ความร้อนแล้ววัดจุดเดือดของสารละลาย
- ง. นำสารละลาย A , B ที่มีปริมาณเท่ากันมาทำปฏิกิริยากัน แล้วให้ความร้อนแก่สารละลาย AB วัดจุดเดือดของสารละลาย

6. จากข้อมูลในข้อ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้

6.1 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร (การตั้งสมมติฐาน)

- ก. สารละลายชนิดเดียวกัน ที่มีความเข้มข้นต่างกัน อาจมีจุดเดือดเท่ากัน
- ข. สารละลายต่างชนิดกัน ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน อาจมีจุดเดือดเท่ากัน
- ค. สารละลาย A และ B ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน มีจุดเดือดต่างกัน

6.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

7. การทดลองโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ปริมาณ 2 g ลงในปิกเกอร์ขนาด 100 cm^3 จำนวน 4 ใบ เติมน้ำปริมาตร 40, 60, 80 และ 100 cm^3 ตามลำดับ คนให้ทั่ว เมื่อแคลเซียมคลอไรด์ละลายหมด วัดอุณหภูมิของสารละลายในปิกเกอร์ทั้ง 4 ใบ

7.1 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร (การตั้งสมมติฐาน)

- ก. ปริมาณของน้ำมีผลต่ออุณหภูมิของสารละลาย
- ข. ปริมาณของแคลเซียมคลอไรด์มีผลต่ออุณหภูมิของสารละลาย
- ค. ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่ออุณหภูมิของสารละลาย

7.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

8. จากข้อ 7 ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมตามลำดับที่ถูกต้องคือ (การกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. ปริมาตรของน้ำ, อุณหภูมิของน้ำ, ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์
- ข. ปริมาตรของน้ำ, อุณหภูมิของน้ำ, ขนาดปิกเกอร์
- ค. อุณหภูมิของน้ำ, ปริมาตรของน้ำ, ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์
- ง. ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์, อุณหภูมิของน้ำ, ปริมาตรของน้ำ

9. การทดลองเตรียมแก๊สออกซิเจนโดยการเผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 3, 5 และ 7 กรัมตามลำดับ ในหลอดทดลองขนาดใหญ่ แล้วเก็บแก๊สที่เกิดขึ้นโดยการแทนที่น้ำ และบันทึกผลการทดลองไว้

9.1 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ปริมาณของแก๊สสัมพันธ์กับมวลของสาร
- ข. ขนาดของหลอดทดลองสัมพันธ์กับปริมาณของแก๊ส
- ค. มวลของสารสัมพันธ์กับขนาดของหลอดทดลอง

9.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

10. ทดลองหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย โดยใช้เอทานอลและสารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลและบันทึกผลการทดลอง

10.1 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

- ก. จุดเดือดของสารละลายและสารบริสุทธิ์เท่ากัน
- ข. จุดเดือดของสารละลายสูงกว่าจุดเดือดของสารบริสุทธิ์
- ค. จุดเดือดของสารบริสุทธิ์สูงกว่าจุดเดือดของสารละลาย

10.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

11. จากข้อ 10 ออกแบบวิธีการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

- ก. หาจุดเดือดของเอทานอลและสารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล
- ข. หาจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของเอทานอล
- ค. เปรียบเทียบจุดเดือดของเอทานอลและสารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล
- ง. หาจุดหลอมเหลวของสารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล

12. ด.ญ.ไอออน อ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์พบว่า ปาเปนเป็นเอ็นไซม์ที่ได้จากยางมะละกอ ทำให้เนื้อเปื่อยนุ่ม

12.1 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ปริมาณปาเปนมีผลทำให้เนื้อเปื่อยนุ่ม
- ข. ความเข้มข้นของปาเปนมีผลทำให้เนื้อเปื่อยนุ่ม
- ค. ชนิดของมะละกามีผลทำให้เนื้อเปื่อยนุ่ม

12.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

13. ควรออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 12 (การออกแบบการทดลอง)

- ก. หั่นเนื้อขนาดเท่ากัน 4 ชิ้น หมักด้วยปาเปนทั้งหมด นำไปย่างแล้วรับประทาน
- ข. หั่นเนื้อขนาดเท่ากัน 4 ชิ้น แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 2 ชิ้น เฉพาะกลุ่มแรก หมักด้วยปาเปน นำไปย่าง รับประทาน
- ค. หั่นเนื้อ 1 กิโลกรัม ออกเป็น 4 ชิ้น แล้วนำมาหมักด้วยปาเปน 2 ชิ้น นำไปย่าง สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- ง. หั่นเนื้อ 1 กิโลกรัม ออกเป็น 4 ชิ้น หมักด้วยปาเปน 2 ชิ้น รับประทาน

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 14 – 15

การทดลองเพื่อศึกษาการละลายของสาร A ในของเหลว B จำนวน 100 cm^3 ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ได้ผลดังนี้

อุณหภูมิของ ๆ ของเหลว B ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณของสาร A ที่ละลายในของเหลว B (g)
40	5
50	10
60	15
70	20

14. ที่อุณหภูมิ 50°C และ 60°C สาร A ละลายในของเหลว B ได้ต่างกันเท่าใด (การตีความหมายข้อมูลฯ)

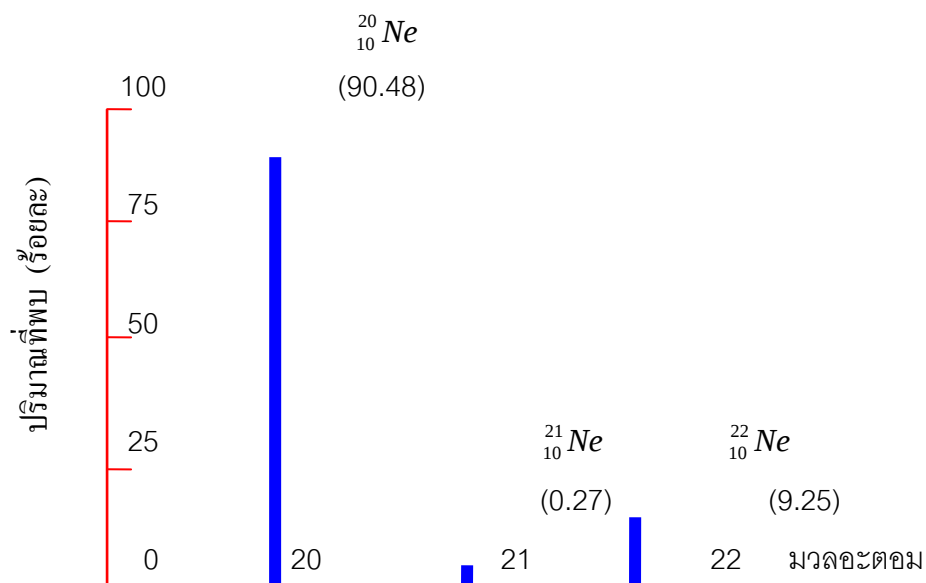
- ก. 5 g
- ข. 10 g
- ค. 15 g
- ง. 20 g

15. จากการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร (การตีความหมายข้อมูลฯ)

- ก. อุณหภูมิสูงขึ้น สาร A ละลายในสาร B ได้น้อยลง
- ข. อุณหภูมิสูงขึ้น สาร A ละลายในสาร B ได้มากขึ้น
- ค. อุณหภูมิสูงขึ้น สาร A ละลายในสาร B ได้เท่าเดิม
- ง. อุณหภูมิต่ำลง สาร A ละลายในสาร B ได้เท่าเดิม

16. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของนีออน (Ne) ที่พบในธรรมชาติกับมวลอะตอม

ของสารดังรูป แปลความหมายได้ดังข้อใด (การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป)



- ก. Ne มวลอะตอม 22 พบมากที่สุด ในธรรมชาติ
- ข. Ne มวลอะตอม 20 พบมากที่สุด ในธรรมชาติ
- ค. Ne มวลอะตอม 21 เป็นธาตุกัมมันตรังสี
- ง. เรียงลำดับมวลอะตอมที่พบมากไปน้อยในธรรมชาติคือ 20 21 และ 22 ตามลำดับ

ตารางข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 17

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH และ สีของสารละลาย	ช่วง pH และ สีของสารละลาย	ช่วง pH และ สีของสารละลาย
เมธิลออเรนจ์	1 – 3 สีแดง	3 – 4 สีส้ม	มากกว่า 5 สีเหลือง
เมธิลเรด	น้อยกว่า 4.4 สีแดง	4.4 – 6.2 สีส้ม	มากกว่า 6.3 สีเหลือง
ฟีนอล์ฟทาลีน	1 – 7 ไม่มีสี	8.3 – 10 สีชมพู	มากกว่า 10 สีชมพูแก่
โบรโมไธมอลบลู	น้อยกว่า 6 สีเหลือง	6.0 – 7.6 สีเขียว	มากกว่า 7.6 สีน้ำเงิน

17. ในการทดสอบสารละลายชนิดหนึ่ง แบ่งสารละลายออกเป็น 4 หลอด แล้วเติมอินดิเคเตอร์ลงไปในแต่ละหลอด ผลการทดลองเป็นดังนี้ (การตีความหมายข้อมูลฯ)

หลอดที่ 1 เติมเมธิลออเรนจ์ 1 หยด สารละลายสีเหลือง

หลอดที่ 2 เติมเมธิลเรด 1 หยด สารละลายมีสีส้ม

หลอดที่ 3 เติมฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด สารละลายไม่มีสี

หลอดที่ 4 เติมโบรโมไธมอลบลู 1 หยด สารละลายมีสีเขียว

การแปลความหมายของข้อมูลใดถูกต้องที่สุด

ก. สารละลายมี pH ประมาณ 6.0 – 6.2

ข. สารละลายมี pH ประมาณ 8.5 – 9.5

ค. สารละลายมี pH ประมาณ 4.0 – 4.5

ง. สารละลายมี pH ประมาณ 2.0 – 3.0

18. ชี้นสาร 2 ชี้น เป็นของแข็ง มีสีแตกต่างกัน ชั่งมวลของสารได้ 20 g และ 30 g ตามลำดับ และบันทึกผลการทดลอง

18.1 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

ก. ความหนาแน่นของสารทั้งสองแตกต่างกัน

ข. สารทั้งสองชนิดมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ

ค. สารทั้งสองชนิดเป็นสารชนิดเดียวกัน

18.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

19. จากข้อมูลในข้อ 18 ตอบคำถามต่อไปนี้

19.1 ควรออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว

- ก. ชั่งมวล วัดปริมาตรของสารทั้ง 2 ชั้น คำนวณหาความหนาแน่น
- ข. วัดปริมาตรของสารทั้งสองชั้นโดยการแทนที่น้ำ
- ค. หาจุดหลอมเหลวของสารทั้งสองชั้น แล้วเปรียบเทียบ

19.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

20. ของเหลวใสไม่มีสี 3 ชนิด เมื่อนำของเหลวชนิดแรกมาผสมกับของเหลวชนิดที่สอง พบว่าเป็นเนื้อเดียวกันและสารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อนำของเหลวชนิดแรกมาผสมกับของเหลวชนิดที่สามปรากฏว่าแยกเป็น 2 ชั้น

20.1 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ของเหลวชนิดแรกและชนิดที่สองเป็นสารชนิดเดียวกัน
- ข. ของเหลวชนิดแรกและชนิดที่สามเป็นสารต่างชนิดกัน
- ค. ของเหลวชนิดที่สองและชนิดที่สามเป็นสารเดียวกัน

20.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

21. จากข้อมูลข้อ 20 ตอบคำถามต่อไปนี้

21.1 จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว

- ก. หาจุดเดือดของของเหลวชนิดแรกและชนิดที่สอง เปรียบเทียบจุดเดือด
- ข. หาจุดเดือดของของเหลวทั้งสามชนิด เปรียบเทียบจุดเดือด
- ค. คำนวณหาความหนาแน่นของสารทั้งสามชนิด เปรียบเทียบผล

21.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

22. จากข้อมูลข้อ 20 ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมตามลำดับที่ถูกต้องคือ

- ก. อุณหภูมิ ชนิดของของเหลว ปริมาตร
- ข. ชนิดของของเหลว อุณหภูมิ ปริมาตร
- ค. ปริมาตร อุณหภูมิ ชนิดของของเหลว
- ง. อุณหภูมิ ปริมาตร ชนิดของของเหลว

23. จากข้อมูลต่อไปนี้ (การตีความหมายข้อมูลฯ)

ธาตุ	สถานะ	การติดไฟ	สมบัติของออกไซด์ เมื่อละลายน้ำ	สถานะของ คลอไรด์	ความสามารถ ในการนำไฟฟ้า
A	ของแข็ง	ติดไฟได้	เป็นกรด	ของแข็ง	ไม่นำ
B	ของแข็ง	ติดไฟได้ดี	เป็นกรด	ของเหลว	ไม่นำ
C	ของแข็ง	ไม่ติดไฟ	ไม่ละลาย	ของเหลว	ไม่นำ
D	ของแข็ง	ติดไฟยาก	เป็นกรด	ของเหลว	นำไฟฟ้า

นำธาตุ X ซึ่งเป็นของแข็ง ไม่นำไฟฟ้า ติดไฟได้ในอากาศแล้วได้แก๊สเกิดขึ้น
ละลายน้ำเป็นกรดและเมื่อทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีนได้สารประกอบคลอไรด์มีสถานะเป็น
ของเหลว ธาตุ X ควรเป็นธาตุใด

- ก. ธาตุ A
- ข. ธาตุ B
- ค. ธาตุ C
- ง. ธาตุ D

ใช้ข้อมูลตอบคำถามข้อ 24 – 25

เมื่อใส่โลหะ X ลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 mol/dm^3 จะเกิดปฏิกิริยาให้แก๊สไฮโดรเจน ในการทดลองที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยการจับเวลาที่ใช้ไปเมื่อเกิดแก๊สไฮโดรเจน 5 cm^3 ได้ข้อมูลดังนี้

อุณหภูมิ	เวลา (นาท)
30	100
40	50
50	25

24. ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมคือข้อใด (การกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. เวลา อุณหภูมิและความเข้มข้นของกรด
- ข. ความเข้มข้นของกรด อุณหภูมิ เวลา
- ค. ความเข้มข้นของกรด เวลา อุณหภูมิ
- ง. อุณหภูมิ เวลา ปริมาณและความเข้มข้นของกรด

25. จากข้อมูลข้างต้น

25.1 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกสัมพันธ์กับเวลา
- ข. อุณหภูมิสัมพันธ์กับเวลา
- ค. ปริมาณโลหะ X สัมพันธ์กับเวลา

25.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

26. สารรอบตัวเรามีความหนาแน่นแตกต่างกัน ข้อใดให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของ

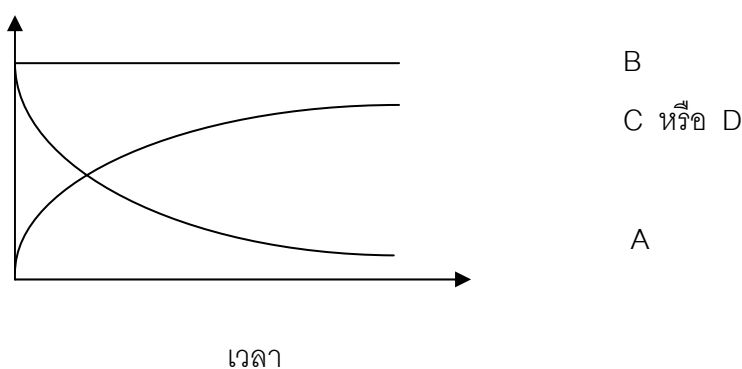
“ความหนาแน่น” ได้ถูกต้อง

- ก. มวลของสารที่ชั่งได้ (g) ต่อปริมาตรของสาร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร
- ข. ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและปริมาตรของสาร
- ค. อัตราส่วนระหว่างมวลและน้ำหนักของสาร มีหน่วยเป็น g/dm^3
- ง. ผลที่ได้จากการหาค่ามวลของวัตถุซึ่งมีหน่วยเป็นกรัมต่อปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

27. ชั่วโง่งพลศึกษา ครูให้นักเรียนอบอุ่นร่างกายโดยการกระโดดเชือก แล้วนับจำนวนครั้งว่าใครกระโดดได้มาก น้อยเพียงใด ถ้าใครกระโดดได้มากถือว่ามี “ความอดทนของร่างกาย” สูง แสดงว่าความอดทนของร่างกาย วัดและตรวจสอบได้โดยวิธีใด (การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ)

- ก. ระยะเวลาที่กระโดดเชือก
- ข. จำนวนครั้งของการกระโดดในเวลาที่กำหนด
- ค. อัตราการเต้นของชีพจร
- ง. ทั้ง 3 วิธีที่กล่าวมาข้างต้น

28. สาร C และ D เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมสาร A และ B เข้าด้วยกัน กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร A, B, C และ D เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปเขียนได้ดังนี้



จากกราฟข้อสรุปใดเหมาะสมที่สุด (การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป)

- ก. B ไม่เกิดปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ และเมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดไม่มี A เหลืออยู่เลย คงเหลือแต่ C และ D
- ข. B ไม่เกิดปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ และเมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดลง คงเหลือ A เล็กน้อย ส่วนใหญ่จะเป็น C และ D
- ค. เช่นเดียวกับข้อ ข แต่ B เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
- ง. เช่นเดียวกับข้อ ข แต่ต้องทำการทดลองเพิ่ม เพื่อทดสอบว่า B เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาหรือไม่

ใช้ข้อมูลตอบคำถามข้อ 29

การศึกษาศสมบัติบางประการของสารประกอบโครเมียม พบว่าสีของสารประกอบและสีของไอออนในน้ำของโครเมียมเปลี่ยนแปลงดังตาราง

สูตร	ชื่อ	สี
Cr^{2+}	โครเมียม (II) ไอออน	น้ำเงิน
Cr^{3+}	โครเมียม (III) ไอออน	เขียว
CrO_4^{2-}	โครเมตไอออน	เหลือง
$Cr_2O_7^{2-}$	ไดโครเมตไอออน	ส้ม

29. จากการทดลองเมื่อนำ $Cr_2O_7^{2-}$ ซึ่งมีสีส้มมาทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 และ H_2O_2 ได้สารละลายสีเขียว สรุปผลการทดลองได้ดังข้อใด

- ก. เกิด Cr^{3+} และเลขออกซิเดชันของ Cr เปลี่ยนจาก +7 เป็น +3
- ข. เกิด Cr^{3+} และเลขออกซิเดชันของ Cr เปลี่ยนจาก +6 เป็น +3
- ค. เกิด Cr^{3+} และมีตะกอนเกิดขึ้น เนื่องจากเลขออกซิเดชันเปลี่ยน
- ง. เกิด CrO_4^{2-} และมีตะกอนเกิดขึ้น เนื่องจากเลขออกซิเดชันเปลี่ยนไป

30. บึงโดนเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ ตั้งอยู่อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ชาวบ้านที่อาศัยอยู่ริมบึงโดนสังเกตเห็นน้ำมีสีดำและมีกลิ่นเหม็น

30.1 สมมติฐานที่น่าจะเป็นไปได้คืออะไร

- ก. น้ำในบึงโดนมีปริมาณโลหะหนักเจือปนอยู่ในปริมาณมาก
- ข. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีอยู่ต่ำ
- ค. น้ำมีสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณมาก

30.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- (1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ
- (2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ
- (3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

31. จากข้อมูลข้อ 30 ตอบคำถามต่อไปนี้

31.1 จงออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานดังกล่าว

ก. หาจุดเดือด จุดหลอมเหลว และค่า pH

ข. หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่า pH และค่า BOD

ค. หาค่า BOD ค่า pH และจุดเดือด

31.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

(1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ

(2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ

(3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

ใช้ข้อมูลตอบคำถามข้อ 32 - 33

การทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ได้ผลดังนี้

ปริมาณของแก๊สไฮโดรเจน (cm^3)	เวลา (s)
1	20
2	40
3	70
4	90
5	110
6	120
7	125

32. ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมคือข้อใด (การกำหนดและควบคุมตัวแปร)

ก. ปริมาณของแก๊สไฮโดรเจน เวลา ความเข้มข้นและปริมาณของสารตั้งต้น

ข. เวลา ปริมาณของแก๊สไฮโดรเจน ความเข้มข้นและปริมาณของสารตั้งต้น

ค. ความเข้มข้นและปริมาณของสารตั้งต้น เวลา ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน

ง. ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน ความเข้มข้นและปริมาณของสารตั้งต้น เวลา

33. ข้อมูลจากตารางสรุปได้ดังข้อใด (การสรุป)

ก. อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้นจากวินาทีที่ 0 – 110 และค่อย ๆ ลดลง

ข. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวินาทีที่ 125 จึงคงที่

ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลงเรื่อย ๆ จนถึงวินาทีที่ 110 จึงเพิ่มสูงขึ้น

ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาคงที่ จากวินาทีแรก – วินาทีที่ 125

34. พืชในไร่ 4 แห่ง มีอาการดังนี้

ไร่ A ใบแข็ง หยาบ เป็นสีน้ำตาล

ไร่ B ใบแข็ง ใบร่วง ขอบใบซีด

ไร่ C ใบร่วง เป็นสีน้ำตาล โตช้า

ไร่ D ใบหยาบ โตช้า ใบเหลืองแก่

ถ้าข้อมูลการขาดธาตุต่าง ๆ เป็นดังนี้

ธาตุที่ขาด	อาการ
N	ใบเหลืองแก่ แข็ง หยาบ
P	ใบสีน้ำตาล โตช้า
K	ใบร่วง ขอบใบเหลืองซีด

34.1 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

ก. พืชในไร่ A ขาดสารอาหารกลุ่ม N และ P

ข. พืชในไร่ B ขาดสารอาหารกลุ่ม K

ค. พืชในไร่ C ขาดสารอาหารกลุ่ม P และ K

34.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

(1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ

(2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ

(3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

35. จากข้อ 34 จงตอบคำถามต่อไปนี้

35.1 ปุ๋ย NPK ที่มีสูตร 20 : 5 : 15 เหมาะสมที่สุดสำหรับไร่ใด

ก. ไร่ A

ข. ไร่ B

ค. ไร่ C

35.2 จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

(1) เหตุผลที่เลือกข้อ ก คือ

(2) เหตุผลที่เลือกข้อ ข คือ

(3) เหตุผลที่เลือกข้อ ค คือ

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ – สกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง แบบวัด มี 48 ข้อ ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นมากที่สุด

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. กฎและหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐาน หรือข้อสนับสนุนที่ดีกว่า					
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้					
3. วิทยาศาสตร์ช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจปัญหาต่าง ๆ ได้ดีขึ้น					
4. กฎและ/หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงความเป็นจริงที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้					
5. กฎทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่พิสูจน์ได้โดยปราศจากความสงสัย					
6. การเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความคิดที่จะอธิบายสิ่งต่าง ๆ ให้ได้ดีกว่าคนอื่น ๆ					
7. การสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเป็นสิ่งที่พื้นฐาน ในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์					
8. การทดลองเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์					
9. ข้าพเจ้าชอบเรียนสิ่งที่ท้าทายในวิชาวิทยาศาสตร์ และต้องการค้นหาคำตอบว่า มันเกิดขึ้นได้อย่างไร					
10. ทุกสิ่งที่เราต้องการรู้ สามารถค้นหาคำตอบได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์					
11. เราสามารถตอบคำถามได้ทุกข้อ โดยการถามนักวิทยาศาสตร์					
12. การเรียนวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียนเป็นสิ่งที่น่าเบื่อ					
13. นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่มีพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงแนวความคิด เมื่อมีหลักฐาน สนับสนุนที่ดีกว่า					
14. วิทยาศาสตร์ช่วยให้สามารถทำงานกับคนอื่น ๆ ได้ดี					
15. นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจในคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าเดิมอยู่เสมอ					
16. การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดใหม่ เป็นสิ่งที่ไม่มีประโยชน์อันใด นอกจากว่าจะเป็น สิ่งที่ถูก ๆ คนเห็นด้วย					
17. การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ประสบผลสำเร็จในการทำงานในอนาคต					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
18. นักวิทยาศาสตร์ควรรายงานสิ่งที่เป็นจริงที่ได้จากการสังเกตเท่านั้น					
19. การสรุปผลการทดลอง ควรสรุปจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเท่านั้น					
20. ข้อมูลจากการสังเกตของแต่ละคนในเรื่องเดียวกัน อาจมีความแตกต่างกัน ควรรายงานให้ทราบตามความเป็นจริง					
21. ถ้าทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ผล ควรจะนำข้อมูลจากกลุ่มเพื่อนนักเรียนที่เก่งมานำเสนอเพื่อสรุปและอภิปรายผล					
22. ถ้าทำการทดลองผิดพลาด ควรรายงานข้อมูลและสรุปตามทฤษฎี					
23. การเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ ควรสรุปประเด็นสำคัญจากงานที่ได้รับการตีพิมพ์จากวารสารนานาชาติเท่านั้น					
24. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความคิด เป็นการอุทิศเวลาให้เพื่อการอธิบาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ คุณค่าของวิทยาศาสตร์อยู่ในรูปของทฤษฎี					
25. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีจินตนาการที่ดีเพื่อการสร้างแนวความคิดใหม่ ๆ					
26. ข้าพเจ้าพยายามใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายว่าทุกสิ่งในโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร					
27. เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีคำอธิบายที่ดีแล้ว จะไม่พยายามค้นคว้าเพื่อหาคำตอบที่ดีกว่า					
28. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อประโยชน์แก่มนุษยชาติ					
29. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าเบื่อ					
30. วิทยาศาสตร์ช่วยให้ข้าพเจ้ามีเหตุผลในการตัดสินใจ					
31. วิทยาศาสตร์ช่วยให้สามารถตัดสินใจในการปฏิบัติตนเพื่อรักษาสุขภาพของตนเองได้					
32. การตัดสินใจที่ดี ไม่จำเป็นต้องอาศัยเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
33. ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความลังเลใจ ในการตัดสินใจซื้อสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวัน					
34. การทำงานทางวิทยาศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องมีการวางแผนเสมอไป					
35. ข้าพเจ้าชอบเข้าชุมนุมทางวิทยาศาสตร์หลังเลิกเรียน					
36. ข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะครูอธิบายเนื้อหาได้อย่างชัดเจน					
37. ข้าพเจ้าไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะสารเคมีเป็นสิ่งที่อันตราย					
38. ข้าพเจ้าชอบเรียนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นกิจกรรมที่สนุก					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
39. การเรียนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่น่าเบื่อ					
40. สิ่งที่เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
41. ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ฉันเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการตัดสินใจ					
42. วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ช่วยตัดสินใจในประเด็นเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อมได้					
43. ข้าพเจ้าชอบเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะช่วยให้คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล					
44. ข้าพเจ้าชอบทำงานกับเพื่อนคนอื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์					
45. ข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะครูผู้สอนมีเทคนิคการสอนที่ หลากหลาย					
46. นักวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยมีเวลาเพื่อความสนุกสนาน					
47. ตำราเรียนทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่น่าเบื่อ					
48. ข้าพเจ้าชอบทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพราะช่วยให้เข้าใจเนื้อหา มากขึ้น					

ขอขอบคุณ

นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

สถานการณ์ 1 สมชายและนารีได้รับมอบหมายให้เตรียมสารละลายคลอรีน โดยผสมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2 % กับกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 12 M ปิดจุกขวดให้เข้ากันแล้วกรองตะกอนออกเพื่อนำของเหลวไปใช้ ขณะที่กรองสาร นารีรู้สึกคลื่นไส้ อาเจียนและปวดศีรษะ

1. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้ คือ

.....

2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....

4. จากการที่นักเรียนเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลตามข้อใด

.....

5. นักเรียนคิดว่าจะนำวิธีการแก้ปัญหานี้ไปใช้ได้อย่างไรบ้าง

.....

สถานการณ์ที่ 2 ห้องปฏิบัติการเคมี มีสารตั้งอยู่ที่โต๊ะครู 3 ขวด โดยไม่ทราบแน่ชัดว่าขวดใดเป็นสารใด ทราบเพียงว่า 3 ขวดนี้คือ เกลือปรงอาหาร น้ำตาลทรายขาวและผงชูรส ครูให้นักเรียนระบุชนิดของสารโดยให้ข้อมูลเพิ่มเติมดังนี้

สาร	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)
เกลือปรงอาหาร	137	55
น้ำตาลทรายขาว	254	70
ผงชูรส	862	80

6. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

.....

.....

7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

.....

.....

8. จากวิธีการที่นักเรียนได้เสนอแนวทางแก้ปัญหา จะเกิดผลตามข้อใด

.....

.....

9. นักเรียนคิดว่าจะนำวิธีการแก้ปัญหานี้ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 โรงเรียนบ้านนาสีนวล เป็นโรงเรียนประถมศึกษาอยู่ห่างจากหมู่บ้านประมาณ 500 เมตร ตั้งอยู่ท่ามกลางทุ่งหญ้าเขียวขจี แต่เมื่อปลายปีที่ผ่านมาทางเทศบาลตำบลได้นำขยะของทั้งตำบลมาทิ้งในบริเวณใกล้ ๆ กับโรงเรียน ครูที่โรงเรียนพบว่านักเรียนที่โรงเรียนบางคนมีอาการจาม น้ำมูกไหลและหายใจไม่สะดวกอยู่เสมอ

10. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้

.....

.....

11. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

.....

.....

12. นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....

.....

13. จากสถานการณ์ที่นักเรียนได้เสนอวิธีในการแก้ปัญหาจะเกิดผลตามข้อใด

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4 แม่น้ำชีเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่ไหลผ่านอำเภอเสลภูมิ ชาวบ้านใช้น้ำจากแหล่งน้ำนี้ ทั้งการอุปโภค บริโภค แต่ระยะหลังที่ผ่านมาพบว่าน้ำในแหล่งน้ำนี้ไม่เกิดฟองกับสบู่และผงซักฟอก ทำให้มีการใช้อุปโภค บริโภคน้อยลง

14. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้

.....

.....

15. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหในสถานการณ์นี้อย่างไร

.....

.....

16. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหในสถานการณ์นี้จะเกิดผลตามข้อใด

.....

.....

สถานการณ์ที่ 5 มนทราสังเกตเห็นว่าข้าวคั่วในห้องครัวมีลักษณะติดกันเป็นก้อนเล็ก ๆ และมีสารสีดำเกาะที่ก้นข้าวคั่วเป็นจำนวนมาก กลิ่นของข้าวคั่วที่เคยหอมก็หมดไป

17. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

.....

.....

18. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

.....

19. นักเรียนคิดว่าจะป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นนี้อย่างไร

.....

สถานการณ์ที่ 6 บ้านของวิชัยอยู่ใกล้กับโรงงานผลิตขนมจีนแห่งหนึ่ง เขาสังเกตเห็นว่าน้ำทิ้ง จากโรงงาน แห่งนี้มีสีดำและมีกลิ่นเหม็น

20. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

.....

21. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....

22. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้จะเกิดผลตามข้อใด

.....

สถานการณ์ที่ 7 สมพลเป็นเด็กต่างจังหวัด แถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปิดภาคเรียนเขาได้มีโอกาสไปเยี่ยมญาติที่กรุงเทพฯ ซึ่งพักอาศัยอยู่ย่านอโศก ถนนสุขุมวิทซึ่งมีการจราจรหนาแน่นตลอดวัน หลังจากพักอยู่ย่านนั้น 3-4 วัน เขารู้สึกอึดอัด เวียนศีรษะและอ่อนเพลีย จึงเดินทางกลับบ้านที่ต่างจังหวัดทันที

23. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้

.....

24. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

.....

25. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....

26. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลตามข้อใด

.....

คำชี้แจง จงแสดงความคิดเห็นในเชิงสนับสนุนหรือโต้แย้งในหัวข้อต่อไปนี้ ทั้งในเชิงวิทยาศาสตร์และสังคม พร้อมให้เหตุผลประกอบ

27. ควรตั้งโรงสีข้าวไฟฟ้าอยู่ใกล้แหล่งชุมชน

() ควร () ไม่ควร

เพราะ

28. ควรนำแก๊สโซฮอล์มาใช้แทนน้ำมันเบนซินในรถยนต์แก๊สโซลีน

() ควร () ไม่ควร

เพราะ

29. ควรใช้ภาชนะใส่อาหารที่ทำจากพลาสติกแทนที่ทำจากแก้ว

() ควร () ไม่ควร

เพราะ

30. ควรปลูกและแปรรูปพืชจีเอ็มโอ (GMOs) เพื่อใช้ในประเทศไทย

() ควร () ไม่ควร

เพราะ

31. ควรทำนาโดยวิธีหว่านเมล็ดข้าวแทนการปักดำ

() ควร () ไม่ควร

เพราะ

32. ควรตั้งตลาดสดอยู่ใจกลางเมืองแทนที่จะตั้งอยู่ชานเมือง

() ควร () ไม่ควร

เพราะ

33. ระหว่างการดูละครที่บ้านกับการดูในโรงภาพยนตร์ จะเลือกดูที่ใด

เลือกดูที่

เหตุผล

34. ระหว่างการปล่อยน้ำทิ้งจากห้องน้ำลงสู่แม่น้ำ ลำคลองกับการเก็บในถังน้ำทิ้ง ควรเลือกวิธีใด

เลือกวิธี

เหตุผล

35. ระหว่างการแปรงฟันโดยใช้เกลือกับยาสีฟัน จะเลือกใช้อะไร

เลือกใช้

เหตุผล

36. ระหว่างการต้มน้ำเปล่ากับน้ำอัดลม จะเลือกต้มน้ำอะไร

เลือกต้มน้ำ

เหตุผล

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำจากโจทย์ต่อไปนี้

37. น้ำตาลซูโครส ($C_{12}H_{22}O_{11}$) จำนวน 513 กรัม คิดเป็น

(กำหนดมวลอะตอมของธาตุดังนี้ $C = 12$, $H = 1$, $O = 16$)

1) กี่โมล

2) มีอนุภาคเท่าใด

38. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) จำนวน 3.5 โมล ($K = 39.1$, $Mn = 55$, $O = 16$)

1) มีมวลกี่กรัม

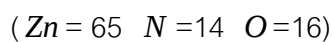
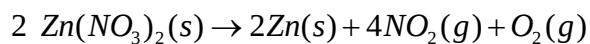
2) มีจำนวนอนุภาคเท่าใด

39. ถ้ามีแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 51 กรัม จงคำนวณหา

(1) จำนวนโมลโมเลกุล

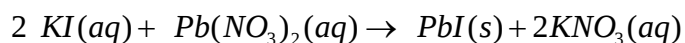
(2) ปริมาตรที่ STP

40. จากสมการเคมี



- 1) ถ้าเผา $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 3 โมลจะเกิดแก๊ส O_2 ที่ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP
- 2) ถ้าใช้ $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 37.8 g จะเกิด PbI_2 ที่ลูกบาศก์เดซิเมตร

41. จากสมการเคมี



ถ้าใช้ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 3.31 g ทำปฏิกิริยากับ KI

- 1) ต้องใช้ KI กี่กรัม จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกัน
- 2) เกิด PbI_2 กี่โมลและกี่กรัม

ขอให้ทุกคนโชคดี

อาจารย์อดิศักดิ์ สิงห์สีโว

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงาน

ใช้สังเกตพฤติกรรมและการประเมินผลงาน เมื่อนักเรียนมีการลงมือปฏิบัติการ
ทำการทดลองเพื่อฝึกแก้ปัญหาและตัดสินใจเป็นรายกลุ่ม และการตรวจรายงานผลการ
ปฏิบัติการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดในขั้นตอนของการทำปฏิบัติการดังนี้

ขั้นตอน	ทักษะและความสามารถ
1. ก่อนปฏิบัติการ	การปฏิบัติการทดลอง
1.1 อธิบายขั้นตอน ให้รายละเอียด แนะนำอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ	
1.2 เริ่มใช้คำถามนำให้คิด จากการสาธิตการทดลอง หรือมีกิจกรรมให้นักเรียนทำ เพื่อให้ได้คิด	การสังเกตและการบันทึกผลการทดลอง
1.3 นำเข้าสู่ปัญหาในแต่ละหน่วย โดยให้นักเรียนกำหนดปัญหาและความเข้าใจปัญหา	การกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา
1.4 นักเรียนในแต่ละกลุ่มปรึกษารื้อกันวางแผนแก้ปัญหาพร้อมเสนอทางเลือก	การวางแผนแก้ปัญหา
1.5 นักเรียนปรึกษารื้อกันเพื่อตัดสินใจแก้ปัญหาขอคำแนะนำจากครู	การตัดสินใจ
1.6 นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐาน พร้อมนำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่ม	การตั้งสมมติฐานและการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา
2. ปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้, แก้ปัญหาและตัดสินใจ	การถามคำถาม การตั้งสมมติฐาน
2.1 การปฏิบัติการแก้ปัญหา - ปฏิบัติการทดลองตามแผนที่วางไว้	การปฏิบัติการทดลองเพื่อแก้ปัญหา
- สังเกตผลการทดลองอย่างระมัดระวัง	
2.2 การบันทึกผล	การสังเกต การบันทึกข้อมูล
- บันทึกผลการทดลองอย่างละเอียด ครบถ้วน	
2.3 การสรุปและการอภิปรายผลการทดลอง	วิเคราะห์ผลการทดลอง
- สรุปผลการทดลองจากข้อมูล	การรายงานผลการทดลอง
- ร่วมปรึกษารื้อเพื่ออภิปรายผลการทดลอง	การสรุปผลการทดลอง
- นำเสนอถึงการประยุกต์ใช้ผลการทดลอง ผลของการแก้ปัญหาสู่ปัญหาอื่น ๆ	

เกณฑ์การประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมและประเมินผลงาน

1. การประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน (โดยครูผู้สอนและผู้วิจัย)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ด้านที่ 1 ทักษะการสื่อสาร	
- ไม่ปรึกษาหารือเพื่อวางแผนและ ปฏิบัติการแก้ปัญหาพร้อมกัน	1
- ปรึกษาหารือเพื่อวางแผนและปฏิบัติการแก้ปัญหาเพียงครั้งแรก	2
- ปรึกษาหารือเพื่อวางแผนและปฏิบัติการแก้ปัญหาเป็นบางครั้ง	3
- ปรึกษาหารือเพื่อวางแผนและปฏิบัติการแก้ปัญหาร่วมกันอยู่ตลอดเวลา	4
ด้านที่ 2 ทักษะการสังเกต	
- ไม่สามารถสังเกตข้อมูลจากการปฏิบัติการแก้ปัญหาได้	1
- สังเกตข้อมูลจากการปฏิบัติการแก้ปัญหาได้ยังไม่ถูกต้อง เหมาะสม และยังไม่ครบถ้วน	2
- สังเกตข้อมูลจากการปฏิบัติการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม แต่อาจยังไม่ครบถ้วน	3
- สังเกตข้อมูลจากการปฏิบัติการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและครบถ้วน	4
ด้านที่ 3 ความร่วมมือภายในกลุ่ม	
- ไม่มีการแบ่งหน้าที่การทำงาน	1
- มีการแบ่งหน้าที่กันทำงาน แต่มีเพียงบางคนเท่านั้นที่ลงมือปฏิบัติการ	2
- มีการแบ่งหน้าที่กันทำงานและร่วมมือกันทำงานเป็นอย่างดี แต่บางครั้งอาจมีข้อผิดพลาดอยู่บ้าง	3
- มีการแบ่งหน้าที่กันทำงานและร่วมมือกันทำงานเป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพ	4
ด้านที่ 4 ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ	
- ทำการทดลองไม่ทันตามเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์บางชิ้นชำรุดเสียหาย	1
- ทำการทดลองไม่ทันตามเวลาที่กำหนด แต่ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและไม่มีการเสียหาย	2
- ทำการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ทันตามเวลาที่กำหนด แต่ยังต้องการคำแนะนำการใช้ อุปกรณ์บ้างเป็นครั้งคราว	3
- ดำเนินการทดลองและใช้อุปกรณ์ทำการทดลองได้อย่างเหมาะสม มีความปลอดภัยและทำได้เสร็จทันเวลา	4

2. การประเมินจากการตรวจรายงานผลการทดลอง/การสังเกต (โดยครูผู้สอนและผู้วิจัย)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1. การเขียนรายงานกลุ่ม	
- ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการเขียนรายงานการทดลอง	1
- ต้องให้คำปรึกษาเป็นบางครั้งในการเขียนรายงานการทดลอง	2
- เขียนรายงานการทดลองยังไม่เป็นขั้นตอนที่สมบูรณ์	3
- เขียนรายงานการทดลองได้อย่างสมบูรณ์ เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน	4
2. ขั้นตอนปฏิบัติการ	
2.1 การกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา	
- ไม่สามารถกำหนดปัญหา แนวทางแก้ปัญหาและการปฏิบัติการทดลองได้	1
- กำหนดปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เข้าใจแนวทางแก้ปัญหาและปฏิบัติการทดลองที่ถูกต้อง	2
- กำหนดปัญหาได้ถูกต้อง เข้าใจแนวทางแก้ปัญหา แต่บางครั้งยังต้องขอคำแนะนำในการปฏิบัติการทดลอง	3
- กำหนดปัญหาได้ถูกต้อง เข้าใจแนวทางแก้ปัญหาและการปฏิบัติการทดลองเป็นอย่างดี	4
2.2 การวางแผนแก้ปัญหา	
- ไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาและเลือกใช้อุปกรณ์ได้	1
- บางครั้งขอคำแนะนำในการวางแผนแก้ปัญหาและการเลือกใช้อุปกรณ์	2
- วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ แต่บางครั้งเลือกใช้อุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม	3
- วางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	4
2.3 การตัดสินใจ	
- ไม่สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้	1
- ตัดสินใจเลือกทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาโดยขอคำแนะนำบ่อยครั้ง	2
- ตัดสินใจเลือกทางเลือกเพื่อแก้ปัญหา แต่อาจเป็นวิธีการที่ต้องสิ้นเปลืองเวลาและอุปกรณ์	3
- ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4
2.4 การตั้งสมมติฐาน	
- ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา ไม่สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้	1
- ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ไม่ครบถ้วน	2
- ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์	3
- ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ สมบูรณ์	4

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
3. ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา	
3.1 การลงมือแก้ปัญหา	
- ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการดำเนินการแก้ปัญหาโดยการทดลองและการใช้อุปกรณ์	1
- ต้องให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งในการดำเนินการแก้ปัญหาโดยการทดลองและการใช้อุปกรณ์	2
- ดำเนินการแก้ปัญหาโดยการทดลองได้เอง แต่บางครั้งต้องการคำแนะนำในการใช้อุปกรณ์	3
- ดำเนินการแก้ปัญหาโดยการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง	4
3.2 การบันทึกผลการแก้ปัญหา	
- ต้องการความช่วยเหลือเป็นอย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง	1
- ต้องการคำแนะนำเป็นบางครั้งในการบันทึกผลการทดลอง	2
- บันทึกผลการทดลองได้เอง อย่างถูกต้อง แต่อาจยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	3
- บันทึกผลการทดลองได้เอง อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	4
3.3 การสรุปและการอภิปรายผลการทดลอง	
- ต้องให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการสรุปและอภิปรายผลการทดลองเป็นอย่างมาก	1
- ต้องให้คำแนะนำในการสรุปและอภิปรายผลเป็นบางครั้ง	2
- สามารถสรุปและอภิปรายผลได้เอง แต่ยังไม่สามารถแนะนำถึงการประยุกต์ใช้ได้	3
- สามารถสรุปและอภิปรายผลได้เอง ตลอดจนแนะนำวิธีการเพื่อประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้	4

การแปลความหมายระดับคุณภาพ

- 3.40 – 4 .00 ระดับคุณภาพ ดีมาก
- 2.80 – 3.39 ระดับคุณภาพ ดี
- 2.20 – 2.79 ระดับคุณภาพ ปานกลาง
- 1.60 – 2.19 ระดับคุณภาพ น้อย ต้องปรับปรุงแก้ไข
- 1.00 – 1.59 ระดับคุณภาพ น้อยมาก ต้องปรับปรุงแก้ไข

ภาคผนวก ง

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

- การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- การหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ตาราง 19 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	คุณภาพของเครื่องมือ		ผลการพิจารณา
	P	r	
1	0.68	0.68	คัดเลือกไว้
2	0.48	0.87	คัดเลือกไว้
3	0.46	0.73	คัดเลือกไว้
4	0.74	0.53	คัดเลือกไว้
5	0.80	0.33	คัดเลือกไว้
6	0.24	0.44	คัดเลือกไว้
7	0.36	0.57	คัดเลือกไว้
8	0.24	0.22	คัดเลือกไว้
9	0.26	0.17	คัดเลือกไว้
10	0.35	0.50	คัดเลือกไว้
11	0.37	0.55	คัดเลือกไว้
12	0.60	0.64	คัดเลือกไว้
13	0.41	0.37	คัดเลือกไว้
14	0.30	0.30	คัดเลือกไว้
15	0.42	0.21	คัดเลือกไว้
16	0.26	0.23	คัดเลือกไว้
17	0.52	0.22	คัดเลือกไว้
18	0.24	0.40	คัดเลือกไว้
19	0.41	0.35	คัดเลือกไว้
20	0.40	0.21	คัดเลือกไว้
21	0.47	0.47	คัดเลือกไว้
22	0.47	0.27	คัดเลือกไว้
23	0.24	0.20	คัดเลือกไว้
24	0.30	0.19	คัดเลือกไว้
25	0.48	0.27	คัดเลือกไว้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	คุณภาพของเครื่องมือ		ผลการพิจารณา
	P	r	
26	0.41	0.25	คัดเลือกไว้
27	0.26	0.32	คัดเลือกไว้
28	0.57	0.75	คัดเลือกไว้
29	0.39	0.05	ตัดทิ้ง
30	0.30	0.53	คัดเลือกไว้
31	0.15	-0.14	ตัดทิ้ง
32	0.40	0.46	คัดเลือกไว้
33	0.48	0.44	คัดเลือกไว้
34	0.38	-0.16	ตัดทิ้ง
35	0.50	0.62	คัดเลือกไว้
36	0.59	0.47	คัดเลือกไว้
37	0.47	0.56	คัดเลือกไว้
38	0.33	0.68	คัดเลือกไว้
39	0.36	0.24	คัดเลือกไว้
40	0.20	0.39	คัดเลือกไว้
41	0.33	0.35	คัดเลือกไว้
42	0.33	0.29	คัดเลือกไว้
43	0.36	0.21	คัดเลือกไว้

ตาราง 20 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ข้อ	คุณภาพของเครื่องมือ		ผลการพิจารณา
	P	r	
1	0.25	0.38	คัดเลือกไว้
2	0.27	0.44	คัดเลือกไว้
3	0.24	0.38	คัดเลือกไว้
4	0.56	0.34	คัดเลือกไว้
5	0.44	0.56	คัดเลือกไว้
8	0.42	0.35	คัดเลือกไว้
11	0.56	0.25	คัดเลือกไว้
13	0.42	0.35	คัดเลือกไว้
14	0.56	0.25	คัดเลือกไว้
15	0.43	0.31	คัดเลือกไว้
16	0.79	0.38	คัดเลือกไว้
17	0.81	0.34	คัดเลือกไว้
21	0.21	0.35	คัดเลือกไว้
22	0.75	0.36	คัดเลือกไว้
23	0.69	0.49	คัดเลือกไว้
24	0.47	0.40	คัดเลือกไว้
25	0.32	0.27	คัดเลือกไว้
26	0.67	0.42	คัดเลือกไว้
27	0.51	0.32	คัดเลือกไว้
28	0.24	0.25	คัดเลือกไว้
29	0.38	0.28	คัดเลือกไว้
32	0.22	0.22	คัดเลือกไว้
33	0.29	0.15	คัดเลือกไว้

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อ	สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Item Total Correlation)	ผลการพิจารณา
6	0.41	คัดเลือกไว้
7	0.53	คัดเลือกไว้
9	0.61	คัดเลือกไว้
10	0.48	คัดเลือกไว้
12	0.73	คัดเลือกไว้
18	0.61	คัดเลือกไว้
19	0.28	คัดเลือกไว้
20	0.48	คัดเลือกไว้

ตาราง 21 การหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Item Total Correlation)	ผลการพิจารณา
1	.1623	คัดเลือกไว้
2	.3906	คัดเลือกไว้
3	.3612	คัดเลือกไว้
4	.4076	คัดเลือกไว้
5	.0923	คัดเลือกไว้
6	.1434	คัดเลือกไว้
7	.1496	คัดเลือกไว้
8	.3839	คัดเลือกไว้
9	.4199	คัดเลือกไว้
10	.1227	คัดเลือกไว้
11	.4939	คัดเลือกไว้
12	.3148	คัดเลือกไว้
13	.4514	คัดเลือกไว้
14	.1711	คัดเลือกไว้
15	.3274	คัดเลือกไว้
16	.1591	คัดเลือกไว้
17	.3597	คัดเลือกไว้
18	.1221	คัดเลือกไว้
19	.4622	คัดเลือกไว้
20	.3339	คัดเลือกไว้
21	.3890	คัดเลือกไว้
22	.1192	คัดเลือกไว้
23	.1088	ตัดออก
24	.3652	คัดเลือกไว้
25	.3020	คัดเลือกไว้
26	.4083	คัดเลือกไว้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อ	สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Item Total Correlation)	ผลการพิจารณา
27	.1935	คัดเลือกไว้
28	.2192	คัดเลือกไว้
29	.1196	คัดเลือกไว้
30	.5789	คัดเลือกไว้
31	.5787	คัดเลือกไว้
32	.2532	คัดเลือกไว้
33	-.3142	ตัดออก
34	.1413	คัดเลือกไว้
35	.1381	คัดเลือกไว้
36	.3358	คัดเลือกไว้
37	.4572	คัดเลือกไว้
38	.5622	คัดเลือกไว้
39	.3454	คัดเลือกไว้
40	.3124	คัดเลือกไว้
41	.4032	คัดเลือกไว้
42	.5382	คัดเลือกไว้
43	.2787	คัดเลือกไว้
44	.3930	คัดเลือกไว้
45	.3930	คัดเลือกไว้
46	.4939	คัดเลือกไว้
47	.4045	คัดเลือกไว้
48	.3966	คัดเลือกไว้
49	.2456	คัดเลือกไว้
50	.4454	คัดเลือกไว้

ตาราง 22 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ข้อ	สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Item Total Correlation)	ผลการพิจารณา
1	0.19	คัดเลือกไว้
2	0.37	คัดเลือกไว้
3	0.39	คัดเลือกไว้
4	0.25	คัดเลือกไว้
5	0.27	คัดเลือกไว้
6	0.29	คัดเลือกไว้
7	0.43	คัดเลือกไว้
8	0.24	คัดเลือกไว้
9	0.40	คัดเลือกไว้
10	0.45	คัดเลือกไว้
11	0.41	คัดเลือกไว้
12	0.21	คัดเลือกไว้
13	0.25	คัดเลือกไว้
14	0.26	คัดเลือกไว้
15	0.17	คัดเลือกไว้
16	0.18	คัดเลือกไว้
17	0.16	คัดเลือกไว้
18	0.39	คัดเลือกไว้
19	0.29	คัดเลือกไว้
20	0.36	คัดเลือกไว้
21	0.23	คัดเลือกไว้
22	0.18	คัดเลือกไว้
23	0.36	คัดเลือกไว้
24	0.18	คัดเลือกไว้
25	0.39	คัดเลือกไว้
26	0.27	คัดเลือกไว้

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน

- นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา
- นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา
- นักเรียนลงมือแก้ปัญหา พร้อมสังเกตผลการทดลอง
- นักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหา



นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา



นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา



นักเรียนลงมือแก้ปัญหา พร้อมสังเกตผลการทดลอง



ภาคผนวก จ

คะแนนจุดตัดของแต่ละทักษะ

- คะแนนจุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- คะแนนจุดตัดของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
- คะแนนจุดตัดของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

คะแนนจุดตัดของแต่ละทักษะ

1. คะแนนจุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 23 คะแนนจุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 43)

คะแนนจุดตัด	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์ (ϕ_{vc})
13	0.3540
14	0.6352
15	0.6612
16	0.7005
17	0.6511
18	0.6021
19	0.5539
20	0.7072 *
21	0.5270

* คะแนนจุดตัด ที่มีสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สูงสุด

2. คะแนนจุดตัดของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ตาราง 24 คะแนนจุดตัดของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
(คะแนนเต็ม 49)

คะแนนจุดตัด	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์ (ϕ_{vc})
24	0.4281
25	0.4732
26	0.5478
27	0.6381
28	0.6421
29	0.6754
30	0.7341
31	0.7652 *
32	0.7115
33	0.6483

* คะแนนจุดตัด ที่มีสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สูงสุด

3. คะแนนจุดตัดของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ตาราง 25 คะแนนจุดตัดของคะแนนจุดตัดของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ (คะแนนเต็ม 56)

คะแนนจุดตัด	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์ (ϕ_{vc})
27	0.3412
28	0.4275
29	0.4439
30	0.4784
31	0.5318
32	0.5826
33	0.6389
34	0.6641
35	0.6254
36	0.7132 *
37	0.6859
38	0.6433
39	0.5982

* คะแนนจุดตัด ที่มีสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สูงสุด

ภาคผนวก ซ

- ผลการประเมินความต้องการของครู นักเรียน และผู้ปกครอง
- ปัญหาการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา
- ปัญหาการใช้หลักสูตรสถานศึกษา

ตาราง 26 ประเมินความต้องการของครู นักเรียน และผู้ปกครอง

ข้อ	ครู (N = 10)			นักเรียน (N = 40)			ผู้ปกครอง (N = 18)		
	ระดับ			ระดับ			ระดับ		
	$\bar{X}$	SD	ความต้องการ	$\bar{X}$	SD	ความต้องการ	$\bar{X}$	SD	ความต้องการ
1. หลักสูตรสถานศึกษาเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	2.60	0.50	มาก	2.60	0.50	มาก	2.80	0.40	มาก
2. หลักสูตรที่บูรณาการการสอน ทักษะการคิดแก้ปัญหาและการ ตัดสินใจ	2.60	0.52	มาก	2.54	0.59	มาก	2.61	0.50	มาก
3. หลักสูตรที่เน้นให้นักเรียนทำ กิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง	2.70	0.50	มาก	2.70	0.50	มาก	2.80	0.40	มาก
4. หลักสูตรที่เน้นให้นักเรียนวางแผนการทดลองด้วยตนเอง	2.70	0.48	มาก	2.75	0.44	มาก	2.83	0.38	มาก
5. หลักสูตรที่เน้นให้นักเรียน ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง	2.80	0.42	มาก	2.58	0.50	มาก	2.72	0.46	มาก
6. หลักสูตรที่เน้นให้นักเรียนสรุป และอภิปรายผลการทดลองด้วย ตนเอง	2.70	0.50	มาก	2.70	0.50	มาก	2.70	0.50	มาก
7. หลักสูตรที่นำเสนอโดยใช้ กิจกรรมการทดลองเป็นหลัก	2.60	0.52	มาก	2.607	0.48	มาก	2.83	0.38	มาก
8. หลักสูตรที่มีกิจกรรมอย่าง หลากหลาย	2.70	0.50	มาก	2.80	0.40	มาก	2.80	0.40	มาก
9. หลักสูตรที่มีการใช้อุปกรณ์ ประกอบการทำกิจกรรมการทดลอง	2.80	0.42	มาก	2.63	0.49	มาก	2.67	0.49	มาก
10. หลักสูตรที่มีการวัดและ ประเมินผลตามสภาพจริง	2.80	0.42	มาก	2.63	0.49	มาก	2.78	0.43	มาก

ตาราง 27 แสดงปัญหาการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา

ข้อ	ปัญหาการจัดทำ หลักสูตรสถานศึกษา	จำนวน (16 คน)																ร้อยละ	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		รวม
1	ความเข้าใจใน หลักการพัฒนา หลักสูตรสถานศึกษา	/			/					/								3	18.75
2	ความเข้าใจหลักการ ทำหลักสูตร สถานศึกษาที่บูรณา การ ท้องถิ่น 70 : 30	/		/			/			/		/		/				6	37.50
3	การวิเคราะห์หลักสูตร สถานศึกษา	/				/			/			/						4	25
4	การกำหนดเป้าหมาย ของหลักสูตร	/		/									/		/			4	25
5	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้	/		/			/		/				/	/	/	/	/	9	56.25
6	การวัดและประเมินผล	/	/		/	/			/	/	/						/	8	50
จำนวนข้อ		6	1	3	2	2	2	-	3	3	1	2	2	2	2	1	2		

ตาราง 28 แสดงปัญหาการใช้หลักสูตรสถานศึกษา

ข้อ	ปัญหาการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา	จำนวน (16 คน)	
		คน	ร้อยละ
1	ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	3	18.75
2	การผลิตอุปกรณ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4	25
3	แบบทดสอบในหน่วยการเรียนรู้	6	37.50
4	การจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น	6	37.50

ภาคผนวก ฅ

ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร
ผลการประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงหลักสูตร
รูปแบบสังเกตและแบบประเมินผลงานนักเรียน

ตาราง 29 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร

ข้อ	รายการประเมิน	N = 8		ระดับความเหมาะสม
		$\bar{X}$	S.D.	
1.	ความจำเป็นของหลักสูตรมีความเหมาะสม	4.37	0.74	มาก
2.	หลักการของหลักสูตรมีความสอดคล้องกับความต้องการในชีวิตประจำวัน	4.50	0.53	มากที่สุด
3.	หลักการของหลักสูตรเหมาะสมกับการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน	4.50	0.53	มากที่สุด
4.	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความชัดเจน	4.37	0.51	มาก
5.	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความเป็นไปได้และมีประโยชน์เพียงพอต่อการนำไปปฏิบัติ	4.37	0.51	มาก
6.	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับการส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน	4.37	0.51	มาก
7.	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.25	0.46	มาก
8.	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมและนำไปปฏิบัติได้จริง	4.37	0.51	มาก
9.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องมวลอะตอมมวลโมเลกุล มีความเหมาะสม	4.25	0.46	มาก
10.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโมล มีความเหมาะสม	4.12	0.64	มาก
11.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสารละลาย มีความเหมาะสม	4.50	0.53	มากที่สุด
12.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี มีความเหมาะสม	3.87	0.35	มาก
13.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องสมการเคมี มีความเหมาะสม	4.25	0.46	มาก
14.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องมวลและปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี มีความเหมาะสม	4.12	0.35	มาก
15.	หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องสารกำหนดปริมาณและการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ มีความเหมาะสม	3.62	0.74	มาก
16.	โครงสร้างเนื้อหาของหลักสูตรในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีความเหมาะสมช่วยให้จัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุเป้าหมาย	4.12	0.35	มาก
17.	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน	4.25	0.46	มาก
18.	ระยะเวลาในการเรียนตามหลักสูตร มีความเหมาะสม	4	0.53	มาก
19.	การแบ่งเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.37	0.51	มาก

ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	N = 8		ระดับความ เหมาะสม
		$\bar{X}$	S.D.	
20.	กำหนดเนื้อหาในแต่ละแผนการเรียนรู้เรียงลำดับเหมาะสม	4.12	0.51	มาก
21.	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.25	0.46	มาก
22.	กิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะที่ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหา	4.12	0.35	มาก
23.	กิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะที่ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจ	4.25	0.46	มาก
24.	กิจกรรมการเรียนรู้ยึดหลักเน้นผู้เรียนลงมือปฏิบัติการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	4.37	0.51	มาก
25.	กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยเหมาะสมกับการฝึกทักษะวิธีสอนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	3.87	0.64	มาก
26.	สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4.12	0.35	มาก
27.	สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา	4.25	0.46	มาก
28.	สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้	4.00	0.53	มาก
29.	วิธีการวัดและประเมินผลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีความ	4.00	0.92	มาก
30.	เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.12	0.83	มาก
31.	องค์ประกอบของหลักสูตรมีความเหมาะสม	4.12	0.64	มาก

ตาราง 30 แสดงความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร

ข้อ	รายการประเมิน	N = 8		ระดับความ สอดคล้อง
		$\bar{X}$	S.D	
1.	หลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	0.87	0.35	มาก
2.	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาวิชา	1	0	มาก
3.	หลักการของหลักสูตรกับเนื้อหาวิชา	1	0	มาก
4.	เนื้อหาเกี่ยวกับกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้	0.87	0.35	มาก
5.	เนื้อหาวิชากับแผนการจัดการเรียนรู้	0.87	0.35	มาก
6.	กิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้กับแผนการจัดการเรียนรู้	0.87	0.35	มาก
7.	แผนการจัดการเรียนรู้กับสื่อ/อุปกรณ์	0.87	0.35	มาก
8.	แผนการจัดการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	0.75	0.46	มาก
9.	สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	1	0	มาก
10.	เนื้อหาวิชากับการวัดและประเมินผล	1	0	มาก
11.	กิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	0.87	0.35	มาก

ตาราง 31 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงหลักสูตร

หัวข้อ	ข้อเสนอแนะ
1. ภาพรวมและองค์ประกอบหลักสูตร	- ตรวจสอบความคิดรวบยอดบอกความคิดรวบยอดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
2. หลักการของหลักสูตร	- ควรเพิ่มเติมสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้
3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	- ควรเพิ่มเติมหลักการด้านการส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม
4. คำอธิบายรายวิชา	- ควรเพิ่มจุดมุ่งหมายด้านการส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม
5. เนื้อหา / กิจกรรมของหลักสูตร	- ควรเพิ่มเติมการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
6. แผนการจัดการเรียนรู้	- ควรเพิ่มกิจกรรมการทดลองให้ครบตามหลักสูตร
7. สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้	- ควรเพิ่มรูปภาพประกอบให้ครบตามเนื้อหา
8. การวัดและการประเมินผล	- ควรเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก
9. อื่น ๆ	- ควรเพิ่มเติมกิจกรรมที่จะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
	- ควรเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก
	- ควรปรับเพิ่มหรือลดเวลาบางกิจกรรมให้เหมาะสม
	- ควรเสนอสื่อ / นวัตกรรมที่ผู้วิจัยผลิตขึ้นเองบ้างจะได้นำสนใจ
	- ควรออกแบบการวัดและประเมินผลที่หลากหลายและวัดได้ อย่างเป็นรูปธรรม
	- ควรปรับแผนการจัดการเรียนรู้ให้จบเป็นหัวข้อย่อย

สรุปแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานนักเรียน ชั้น ม.5/5

กลุ่มที่	ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ทักษะความสามารถ												ทักษะ	สรุปผล
			การทดลองที่													
			1.1	1.2	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4	4.2	5.1	6.1	6.2	7.1		
1	1	นายเกียรติศักดิ์	1.75	2.08	3	3.58	2.66	3	3.08	3.2	3.5	3.25	3.25	3.83	3.015	ดี
	2	นายจักรพันธ์	1.75	2.08	2.8	3.58	2.58	2.83	3.08	3.2	3.5	3.25	3.25	3.83	2.9775	ดี
	3	นางสาวกรรณิการ์	1.75	2.08	3	3.58	2.91	3	3.08	3.2	3.5	2.83	2.91	3.66	2.95833	ดี
	4	นางสาววนิดา	1.75	2.08	3	3.58	3.16	3.08	3.08	3.2	3.5	3.5	3.5	3.83	3.105	ดี
	5	นางสาวนิภาวดี	1.75	2.08	3	3.58	3.16	3.16	3.08	3.2	3.58	3.5	3.41	3.83	3.11083	ดี
	6	นางสาวติยาภรณ์	1.75	2.08	3	3.16	2.25	2.91	3.16	3.2	3.5	3.66	3.5	3.83	3	ดี
	7	นางสาววิภารัตน์	1.75	2.08	3	3.58	3.16	3.16	3.08	3.2	3.58	3.33	3.58	3.83	3.11083	ดี
2	1	นายวันมงคล	1.91	2	3	3.25	2.83	3.08	2.5	2.9	3.25	3.5	3.58	3.83	2.96917	ดี
	2	นายทวีวุฒิ	1.91	2	3	3.25	2.75	3	3.33	2.9	3.16	2.75	3.58	3.83	2.955	ดี
	3	นางสาวชนิษฐา	1.91	2	3	2.08	2.75	3.25	3.25	2.9	3.5	3.25	3.58	3.83	2.94167	ดี
	4	นางสาวศิริภรณ์	1.91	2	3	3.25	2.91	3.16	3.33	2.9	3.5	3.25	3.5	3.83	3.045	ดี
	5	นางสาววิจิตรา	1.91	2	3	3.25	2.91	3.25	3.25	2.9	3.5	3.5	3.66	3.83	3.08	ดี
	6	นางสาวนาฏริย์	1.91	2	3	3.25	2.83	3.25	3.33	2.9	3.41	3.75	3.58	3.83	3.08667	ดี
	7	นางสาวศิริพร	1.91	2	3	3.25	2.91	2.75	3.33	2.9	3.41	3.16	3.66	3.83	3.00917	ดี

สรุปแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานนักเรียน ชั้น ม.5/5

กลุ่มที่	ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ทักษะความสามารถ												ทักษะ	สรุปผล
			การทดลองที่													
			1.1	1.2	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4	4.2	5.1	6.1	6.2	7.1		
3	1	นายวิจักพงษ์	1.83	2.25	2.33	3.25	2.75	3.33	2.33	3.1	3.33	2.66	3.91	3.83	2.90833	ดี
	2	นายนเรศดินทร์	1.83	2.25	2.33	3.25	3.08	3.41	2.66	2.16	3.33	2.66	4	3.83	2.89917	ดี
	3	นางสาวธารทิพย์	1.83	2.25	2.33	3.25	2.91	3.25	2.83	3.1	3.33	3.66	3.91	3.83	3.04	ดี
	4	นางสาวสายใจ	1.83	2.25	2.33	3.25	2.91	3.41	2.75	2.16	3.33	3.33	3.91	3.83	2.94083	ดี
	5	นางสาวเจษฎาพร	1.83	2.25	2.33	3.25	2.91	3.41	3.16	3.1	3.33	3.41	3.91	3.83	3.06	ดี
	6	นางสาวนิตยา	1.83	2.25	2.33	3.25	3	3.25	3.16	3.1	3.33	3.33	3.91	3.83	3.0475	ดี
	7	นางสาวอาศุอร	1.83	2.25	2.33	3.25	2.91	3.33	2.66	3.1	3.33	3.58	4	3.83	3.03333	ดี
4	1	นายชนาธร	2.08	2.33	3.66	2.83	2.91	3.16	3	3.2	3.41	3.16	3.42	3.91	3.08917	ดี
	2	นายพิชัย	2.08	2.33	3.66	2.91	2.91	3.16	3	3.2	3.58	3.16	3.42	3.91	3.11	ดี
	3	นางสาวเบญจพร	2.08	2.33	3.66	2.91	2.58	3.16	2.75	3.2	3.41	3.16	3.42	3.91	3.0475	ดี
	4	นางสาวหทัยทิพย์	2.08	2.33	3.66	2.58	2.66	3	2.75	3.2	3.75	3.16	3.58	3.91	3.055	ดี
	5	นางสาวนฤมล	2.08	2.33	3.66	3	2.75	3.16	3	3.2	3.41	3.16	3.42	3.91	3.09	ดี
	6	นางสาวพิมพ์ไไล	2.08	2.33	3.66	3	2.66	2.91	2.91	3.2	3.41	3.16	3.58	3.91	3.0675	ดี

สรุปแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานนักเรียน ชั้น ม.5/5

กลุ่มที่	ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ทักษะความสามารถ												ทักษะ	สรุปผล
			การทดลองที่													
			1.1	1.2	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4	4.2	5.1	6.1	6.2	7.1		
5	1	นายเอกพร	1.91	2.08	3.33	2.33	2.33	3.33	2.41	2.7	2.75	3.33	3.92	3.91	2.86083	ดี
	2	นายพิระศักดิ์	1.91	2.08	3.33	3	2.33	3.25	3.25	2.7	2.83	3.33	3.75	3.91	2.9725	ดี
	3	นางสาวภรณ์ทิพย์	1.91	2.08	3.33	3	2.5	3.25	3.16	3	2.91	3.33	4	3.91	3.03167	ดี
	4	นางสาวอรอุมา	1.91	2.08	3.33	3	2.41	3.33	3.16	3	2.91	3.33	3.83	3.91	3.01667	ดี
	5	นางสาวอัจฉรา	1.91	2.08	3.16	3	2.41	3.25	3.33	3	3	3.33	3.92	3.91	3.025	ดี
	6	นางสาวเพ็ญนภา	1.91	2.08	3.33	2.58	2.5	3.25	3.08	3	3	3.33	3.83	3.91	2.98333	ดี
6	1	นายโกวิทย์	2	2.75	3.33	3.16	2.58	3.58	3.66	3.66	3.58	3.66	3.92	4	3.32333	ดี
	2	นายอนันต์	2	2.75	3.33	2.33	2.33	3.08	3.66	3.66	3.58	3.66	3.92	4	3.19167	ดี
	3	นางสาวมัทนิมา	2	2.75	3.33	3.16	2.5	3.58	3.66	3.66	3.66	3.66	3.92	4	3.32333	ดี
	4	นางสาวอารียา	2	2.75	3.33	3.16	2.83	3.58	3.66	3.66	3.66	3.66	3.92	4	3.35083	ดี
	5	นางสาวชนกนทร	2	2.75	3.33	3.16	2.5	3.58	3.66	3.66	3.66	3.66	3.92	4	3.32333	ดี
	6	นางสาวเพียงใจ	2	2.75	3.33	3.16	2.5	3.58	3.66	3.66	3.66	3.66	3.92	4	3.32333	ดี

สรุปแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานนักเรียน ชั้น ม.5/2

กลุ่มที่	ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ทักษะความสามารถ												ทักษะ	สรุปผล
			การทดลองที่													
			1.1	1.2	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4	4.2	5.1	6.1	6.2	7.1		
1	1	นายพีรศักดิ์	1.66	2.33	3.5	2.58	2.41	3.08	3.16	3.1	2.92	3.25	3.92	3.91	2.985	ดี
	2	นายขพงษ์	1.66	2.33	3.5	2.58	2.83	2.91	3.16	3.1	2.92	3.25	3.66	3.91	2.98417	ดี
	3	นายวันชัย	1.66	2.33	3.5	2.66	2.83	3.08	3.16	3.1	2.92	3.33	3.66	3.91	3.01167	ดี
	4	นางสาวกรรณิการ์	1.83	2.33	3.5	2.66	2.83	3.08	3.42	3.1	2.92	3.33	3.92	3.91	3.06917	ดี
	5	นางสาวอุษณีย์	1.66	2.33	3.5	2.66	2.83	3.08	3.16	3.1	2.92	3.25	3.66	3.91	3.005	ดี
	6	นางสาวจันทร์เพ็ญ	1.75	2.25	3.5	2.58	2.83	3.08	3.33	3.1	2.92	3.33	3.66	3.91	3.02	ดี
	7	นางสาวจารุวรรณ	1.66	2.33	3.5	2.66	2.83	3.08	3.16	3.1	2.92	3.33	3.92	3.91	3.03333	ดี
2	1	นางสาวศุภาวดี	2.16	2.33	2.75	3	3.08	3.16	3.25	2.9	2.92	2.92	3.92	3.91	3.025	ดี
	2	นางสาวทัศนีย์	2.41	2.41	2.75	3	2.83	3.16	3.25	2.9	2.92	2.92	3.92	3.91	3.03167	ดี
	3	นางสาวนันทิดา	2.41	2.41	2.75	3	2.83	3.16	3.25	2.9	2.92	2.92	3.92	3.91	3.03167	ดี
	4	นางสาวรัชนี	2.41	2.41	2.25	3	2.83	3.16	3.25	2.9	2.92	2.92	3.92	3.91	2.99	ดี
	5	นางสาวศิริกุล	2.25	2.41	2.75	3	3	3.16	3.25	2.9	2.92	2.92	3.92	3.91	3.0325	ดี
	6	นางสาวสุกัญญา	2.41	2.41	2.75	3	3.08	3.16	3.25	2.9	2.92	3.75	3.92	3.91	3.12167	ดี
	7	นางสาวอรอนงค์	2.42	2.41	2.16	3	2.91	3.16	2.75	2.9	2.92	2.92	3.92	3.91	2.94833	ดี

สรุปแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานนักเรียน ชั้น ม.5/2

รูปแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานนักเรียน ชั้น ม.5/2																
กลุ่มที่	ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ทักษะความสามารถ												ทักษะ	สรุปผล
			การทดลองที่													
			1.1	1.2	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4	4.2	5.1	6.1	6.2	7.1		
3	1	นายเอกชัย	2	2.66	2.16	2.91	2.75	2.75	2.75	2.9	2.75	3.25	3.66	3.83	2.86417	ดี
	2	นายณัฐเดช	1.83	2.58	2.16	3.08	2.75	3.16	2.75	2.9	2.5	2.75	2.33	3.83	2.71833	ปานกลาง
	3	นางสาววรรรณ	2	2.75	2.41	3.08	2.75	3.16	2.75	2.9	2.75	3.42	3.66	3.83	2.955	ดี
	4	นางสาววรรรณา	1.96	2.75	2.33	3.08	2.75	3.16	2.75	2.9	2.75	3.42	3.66	3.83	2.945	ดี
	5	นางสาวสุกัญญา	1.96	2.75	2.41	3.08	2.75	3.16	2.75	2.9	2.75	3.42	3.66	3.83	2.95167	ดี
	6	นางสาวกรรณิการ์	2	2.75	2.33	3.08	2.75	3.16	2.75	2.9	2.75	3.42	3.66	3.83	2.94833	ดี
	7	นางสาวยุรนันท์	1.96	2.75	2.5	3.08	2.75	3.16	2.75	2.9	2.75	3.42	3.33	3.83	2.93167	ดี
4	1	นายวันรบ	1.83	2.5	2.41	2.5	2.58	3.16	3.25	3.1	2.58	2.25	2.33	3.91	2.7	ปานกลาง
	2	นายชาญชัย	1.83	2.66	2.58	2	3.16	3.08	3.5	3.1	3.08	3.42	3.5	3.75	2.97167	ดี
	3	นายปิยะ	2.08	2.66	2.58	2.58	2.91	3.16	3.25	3.1	3.08	2.92	3.66	3.91	2.99083	ดี
	4	นางสาวดวงแข	2.08	2.66	2.5	2.58	2.91	3.16	3.33	3.1	3.08	2.92	3.66	3.75	2.9775	ดี
	5	นางสาววิไลพร	2	2.66	2.33	2.08	2.83	3.16	3.33	3.1	3.08	2.92	3.66	3.91	2.92167	ดี
	6	นางสาวสมฤทัย	2.08	2.66	2.41	2.5	3.08	3.16	3.25	3.1	2.83	2.92	3.66	3.91	2.96333	ดี
	7	นางสาวจิรภา	2.08	2.66	2.58	2.5	3.08	3.16	3.25	3.1	3	2.92	3.66	3.91	2.99167	ดี

สรุปแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานนักเรียน ชั้น ม.5/2

รูปแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินผลงานนักเรียน ชั้น ม.5/2																
กลุ่มที่	ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ทักษะความสามารถ												ทักษะ	สรุปผล
			การทดลองที่													
			1.1	1.2	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4	4.2	5.1	6.1	6.2	7.1		
5	1	นายศุภชัย	2.08	2.41	2.66	2.91	3	3.16	3.66	3.2	2.33	3.5	3.83	3.83	3.0475	ดี
	2	นายบรรจง	2.08	2.58	2.58	2.17	2.58	3.16	3.58	3.2	2.33	3.5	3.83	3.91	2.95833	ดี
	3	นางสาวทักษิณา	2	2.41	2.58	2.75	2.75	3.16	3.58	3.2	2.83	3.5	3.83	3.91	3.04167	ดี
	4	นางสาวชนาไพร	2.08	2.58	2.58	2.91	3	3.08	3.58	3.2	2.92	3.5	3.83	3.91	3.0975	ดี
	5	นางสาวพัชรียา	2	2.58	2.58	2.91	2.67	3.08	3.58	3.2	2.83	3.42	3.83	3.91	3.04917	ดี
	6	นางสาวศิริพร	2.08	2.58	2.58	2.91	3	3.08	3.5	3.2	2.92	3.5	3.83	3.91	3.09083	ดี
	7	นายอริปัตย์	2	2.41	2.58	2.91	2.75	3.08	3.66	3.2	2.92	2.83	3.83	3.75	2.99333	ดี
6	1	นายกิตติพงษ์	1.85	2.75	2.33	2.5	2.83	2.75	3.25	3.2	2.75	3.83	3.66	3.91	2.9675	ดี
	2	นายชัยวัฒน์	2	2.83	2.66	2.75	3	2.91	3.25	3.2	2.75	3.83	3.66	3.83	3.05583	ดี
	3	นายอดิสร	2.08	2.83	2.66	2.58	3	3	3.25	3.2	2.75	3.83	3.66	3.91	3.0625	ดี
	4	นางสาวจิตนุกุล	2.08	3	2.66	2.58	3	3	3.25	3.2	2.75	3.83	3.5	3.91	3.06333	ดี
	5	นางสาวชุตินันท์	2	2.75	2.58	2.58	3	3	3.25	3.2	2.75	3.83	3.66	3.83	3.03583	ดี
	6	นายกฤษฎา	2.08	2.75	2.66	2.58	3	2.91	3.25	3.2	2.75	3.83	3.66	3.91	3.04833	ดี
	7	นางสาวมะลิวัลย์	2.08	2.75	2.5	2.5	2.83	3.08	3.25	3.2	2.75	3.83	3.66	3.91	3.02833	ดี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายอดิศักดิ์ สิงห์สีโว
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 17 สิงหาคม 2514
สถานที่เกิด	130 หมู่ 13 บ้านหัน ตำบลขาว อำเภอสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	36 หมู่ 9 ถนนปราจีนธานี ตำบลกลาง อำเภอสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู ค.ศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสลภูมิพิทยาคม ถนนแจ้งสนิท ตำบลกลาง อำเภอสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2549	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2542	การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2536	การศึกษามัธยมศึกษา (เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม
พ.ศ. 2532	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสลภูมิพิทยาคม อำเภอสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด