

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทน
 - 1.1 ความหมายของพลังงานทดแทน
 - 1.2 ประเภทของพลังงานทดแทน
 - 1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.2 ลักษณะสำคัญและข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.3 ลักษณะและขั้นตอนในการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.4 บทบาทของนักเรียนและครู และขั้นตอนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.5 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
 - 3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม
 - 3.2 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม
 - 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.4 แนวปฏิบัติในการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้
 - 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา
 - 5.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความมีเหตุผล
 - 6.1 ความหมายของความมีเหตุผลและพฤติกรรมที่แสดงถึงความมีเหตุผล
 - 6.2 การประเมินและการแปลผลการประเมิน
 - 6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความมีเหตุผล

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทน

1.1 ความหมายของพลังงานทดแทน

ภุเบศ มั่งมี (2551: 3) ได้ให้ความหมายว่า พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มาเป็น 2 ประเภท คือ

พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป อาจเรียกว่าพลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ พลังงานนิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่ง เป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น

อนุตร จำลองกุล (2545: 1) ได้ให้ความหมายว่า พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่ใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง จำแนกตามแหล่งที่มาได้ 2 ประเภท

พลังงานทดแทนจากแหล่งที่สิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนจากแหล่งพลังงานที่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้โดยไม่สิ้นเปลือง อาทิ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล เป็นต้น

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2551: 24) ได้ให้ความหมายว่า พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานธรรมชาติและพลังงานสังเคราะห์ทุกชนิด ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่จำกัดและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานธรรมชาติและพลังงานสังเคราะห์ทุกชนิด ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่จำกัดและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม พลังงานทดแทนที่กล่าวถึงในงานวิจัยนี้ ได้แก่ พลังงาน

แสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำ และพลังงานความร้อนจากมหาสมุทร

1.2 ประเภทของพลังงานทดแทน

วรณูช แจ้งสว่าง (2551: 14-19) ได้กล่าวว่า พลังงานทดแทน แบ่งออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้

1. พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar energy) เกิดจากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์ พลังงานที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์จะอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์จัดเป็นพลังงานหมุนเวียน ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ ด้วย เช่น พลังงานชีวมวล พลังงานลม พลังงานความร้อนจากมหาสมุทร เป็นต้น นอกจากนี้ ดวงอาทิตย์ยังเป็นต้นกำเนิดของพลังงานจากเชื้อเพลิงบรรพชีวินด้วย

พลังงานแสงอาทิตย์ที่โลกได้รับมีค่าประมาณ 1.7×10^5 เทอราวัตต์ หรือเทียบเท่ากับการใช้น้ำมัน 2.5×10^6 ล้านบาร์เรลต่อวัน (1 ล้านตันน้ำมันดิบ เท่ากับ 12 เทอราวัตต์ – ชั่วโมง หรือเท่ากับ 7.3 ล้านบาร์เรล) ซึ่งมีค่ามากกว่า 10,000 เท่าของพลังงานที่มนุษย์บนโลกใช้ (คำนวณเทียบกับพลังงานเฉลี่ยที่ใช้ในโลก ตัวอย่างเช่น ในปี พ.ศ. 2541 พลังงานที่บริโภคในโลกเท่ากับ 8,477.4 ล้านตันน้ำมันดิบ) ดังจะเห็นได้ว่า ถ้ามนุษย์สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนโลกมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ พลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นพลังงานหลักของโลกได้

การประยุกต์นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ การนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์โดยตรง และการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปผลิตกระแสไฟฟ้า เทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตพลังงานดังกล่าว โดยเฉพาะการนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์โดยตรง ได้มีการพัฒนาและใช้กันอย่างแพร่หลาย จนอยู่ในระดับที่มีความเหมาะสมในเชิงพาณิชย์ เช่น การทำน้ำร้อน การอบแห้ง เป็นต้น แต่สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์นั้น ในปัจจุบันราคาต้นทุนไฟฟ้าที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์จะสูงกว่าเชื้อเพลิงที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ น้ำมัน เนื่องจากประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ค่อนข้างจะต่ำ และราคายังสูงอยู่ แต่อย่างไรก็ตาม การที่จะพัฒนานำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดได้ มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ราคาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์มีความเหมาะสมในทางเศรษฐศาสตร์มากขึ้น แต่สิ่งหนึ่งที่ทุก ๆ คนให้ความสนใจ ในการที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์นอกจากศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่ทั่วโลกแล้ว คือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมากจากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานรูปแบบเดิม

2. พลังงานลม (Wind energy) เป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่มีต้นกำเนิดมาจากพลังงานแสงอาทิตย์ เกิดจากการขยายตัว และการพาความร้อนของอากาศ เนื่องจากพลังงานความร้อนถูกดูดกลืนบนพื้นโลกไม่เท่ากันในแต่ละบริเวณ ระบบพลังงานลมสามารถทำเป็นระบบเดี่ยว (Stand alone) เพื่อให้พลังงานกล เช่น ระหัดวิดน้ำที่ใช้ในงานชลประทาน หรือการระบายน้ำ และผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อใช้ในชนบทหรือต่อเข้ากับระบบสายส่ง (Grid connected) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเข้าระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่ ในกรณีนี้จะต้องใช้กังหันลมจำนวนมาก ปัจจุบันมีการใช้กังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทั่วโลกมากกว่า 20,000 แห่ง และเพื่อใช้ในการสูบน้ำมากกว่า 1,000,000 เครื่อง

นอกจากนี้การใช้พลังงานลมยังสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องยนต์ดีเซล หรือระบบเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งเรียกว่าเป็นระบบผสมผสาน (Hybrid) เพื่อช่วยเสริมระบบ ปัจจุบันต้นทุนราคาไฟฟ้าที่ผลิตจากกังหันลมต่ำลงมาก เนื่องจากมีการปรับปรุงกังหันลมและกรรมวิธีในการผลิตกังหันลม การเลือกตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสม การบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการพัฒนาวัสดุที่ใช้ในการผลิตกังหันลมให้มีน้ำหนักเบาและแข็งแรงมากขึ้น

3. พลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal energy) คือพลังงานที่ได้จากความร้อนใต้ผิวโลก ซึ่งอาจอยู่ในรูปของน้ำร้อนหรือไอน้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในแหล่งใต้พื้นดิน พลังงานความร้อนใต้พิภพถือว่าเป็นพลังงานหมุนเวียน เนื่องจากความร้อนที่นำออกมาใช้จะไม่วันหมดตราบเท่าที่ใจกลางของโลกยังร้อนอยู่ การดึงความร้อนออกมาใช้อาจทำได้โดยการอัดน้ำลงไปใต้พื้นโลก เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกลางและรับความร้อน แล้วนำน้ำร้อนนั้นกลับขึ้นมาใช้ ความร้อนที่ได้สามารถนำมาใช้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า หรือใช้เพื่อการเกษตร เป็นต้น

ปัจจุบันการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ ที่มีอุณหภูมิไม่สูงมากนักได้มีการพัฒนาขึ้น โดยการใชระบบไฟฟ้า 2 วงจร การพัฒนาเทคโนโลยีในการสำรวจแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีที่จะนำเอาพลังงานจากหินแห้งร้อน (Hot dry rock) และจากแหล่งความดันใต้ธรณี (Geopressured) มาใช้ประโยชน์ ซึ่งจะทำให้ศักยภาพของแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพสูงขึ้นในอนาคต

4. พลังงานชีวมวล (Biomass energy) เป็นแหล่งพลังงานที่มีปริมาณมากเป็นอันดับที่ 4 ของโลก ชีวมวลมีกระจายอยู่ทั่วไปเกือบทุกบริเวณในโลก นับว่าชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานภายในประเทศที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งถือว่าชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานหลักของประเทศ การแปรรูปชีวมวลเพื่อให้เกิดพลังงานนั้นแบ่งเป็น 2 กระบวนการคือ กระบวนการทางความร้อนเคมี เป็นกระบวนการสลายชีวมวลโดยใช้ความร้อน ได้แก่ กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) กระบวนการกลั่นสลาย (Liquefaction) และกระบวนการแปรสภาพเป็นแก๊ส

(Gastification) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ใช้ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว หรือเชื้อเพลิงแก๊สก็ได้ และกระบวนการทางชีวเคมี เป็นกระบวนการสลายชีวมวล โดยกระบวนการชีวเคมี ได้แก่ กระบวนการย่อยสลายในที่ไร้ใช้ออกซิเจน (Anaerobic digestion) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นแก๊สชีวภาพ และกระบวนการหมัก (Fermentation) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็น เอทิลแอลกอฮอล์

5. พลังงานน้ำ (Hydro energy) นอกจากจะเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์แล้วน้ำยังเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของมนุษย์อีกด้วย พลังงานน้ำจัดเป็นพลังงานที่มีต้นกำเนิดมาจากพลังงานแสงอาทิตย์เช่นกัน น้ำเป็นแหล่งพลังงานที่มีกระจายอยู่ทั่วโลก การพัฒนานำพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ ได้มีวิวัฒนาการและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เริ่มจากใช้หลักการเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำให้เป็นพลังงานกลไปขับเคลื่อนล้อน้ำเพื่อนำไปใช้ในการเกษตร และการดำรงชีวิต จนมีการพัฒนานำพลังงานน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้า

การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ เป็นการเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำที่อยู่ในเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กำลังผลิตของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ผ่านกังหันน้ำและระดับความสูงของหัวน้ำ

6. พลังงานคลื่น (Wave energy) คือพลังงานลมที่ถ่ายทอดให้กับผิวน้ำในมหาสมุทร เกิดเป็นคลื่นวิ่งเข้าสู่ชายฝั่ง การนำพลังงานคลื่นมาผลิตกระแสไฟฟ้าต้องอาศัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานคลื่นที่ลอยตัวอยู่บนผิวน้ำบริเวณหน้าอ่าวที่หันเข้าหาคลื่น ด้านหน้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมีช่องเปิดให้คลื่นที่วิ่งเข้าสู่อ่าวซัดผ่านช่องนี้เข้าไป ช่องว่างนี้เป็นช่องโล่ง เปิดทะลุถึงปล่องอากาศด้านบน เมื่ออากาศที่อยู่ในช่องนี้ถูกคลื่นซัดเข้ามาจากด้านล่างอย่างแรง อากาศจะถูกดันให้ขึ้นสู่ปล่องเปิดด้านบน ซึ่งมีใบพัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้ใบพัดหมุน คลื่นที่ถูกซัดเข้ามาในตอนต้นจะเป็นยอดคลื่น เมื่อพ้นช่วงนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะตกลงสู่ช่วงท้องคลื่น อากาศด้านบนปล่องอากาศ ก็จะเคลื่อนที่สวนลงมาหมุนใบพัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกรอบหนึ่ง เกิดหมุนเวียนเช่นนี้ไปตลอดเวลาที่มีคลื่น

เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นยังไม่พัฒนามากนัก เนื่องจากโรงไฟฟ้าต้นแบบที่สร้างขึ้นมาถึงแม้จะใช้งานได้ดี แต่เมื่อนำไปใช้งานจริง ๆ มักจะมีปัญหาในเรื่องของลมมรสุม และเกิดการกัดกร่อนเนื่องจากความเค็มของน้ำทะเล ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาและแก้ไขต่อไป และราคาไฟฟ้าที่ผลิตต่อหน่วยก็ยังมีราคาสูงมาก เมื่อเทียบกับไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแหล่งพลังงานอื่น ๆ การนำพลังงานคลื่นมาผลิตกระแสไฟฟ้า อาจจะนำไปใช้บริเวณเมืองชายทะเล หมู่บ้านชาวประมง หรือตามเกาะต่าง ๆ ที่สายส่งไปไม่ถึง

7. พลังงานน้ำขึ้น-น้ำลง (Tidal energy) น้ำขึ้น-น้ำลงเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น เนื่องจากอิทธิพลของแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ที่กระทำต่อโลก จะเกิดแรงดึงดูดสูงสุดในวันที่ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำให้เกิดน้ำขึ้นสูงสุด เรียกว่าน้ำเกิด (Spring tide) ในวันที่ขึ้น 15 ค่ำ และวันแรม 15 ค่ำ และเกิดแรงดึงดูดต่ำสุดในวันที่ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ อยู่ในแนวตั้งฉากกัน ทำให้น้ำลงเต็มที่เรียกว่าน้ำตาย (Neap tide) ในวันที่ขึ้น 8 ค่ำ และวันแรม 8 ค่ำ เวลาเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงในแต่ละวันจะเกิดห่างกันประมาณ 6 ชั่วโมง น้ำขึ้น-น้ำลงจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาตราบเท่าที่มีดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ ดังนั้นพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง จึงจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนรูปแบบหนึ่ง

หลักการนำพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงไปใช้ประโยชน์ อาศัยความแตกต่างของระดับน้ำที่ขึ้นลง ทำให้สามารถเปลี่ยนพลังงานศักย์ให้เป็นพลังงานจลน์และเป็นพลังงานไฟฟ้า ศักยภาพของพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงทั่วโลกมีค่าประมาณ 3×10^{12} วัตต์ สำหรับในประเทศไทย ได้มีการศึกษา ศักยภาพและความเป็นไปได้ ในการนำพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงมาใช้ประโยชน์ในบริเวณที่มีพิสัยของน้ำลงสูงสุดที่บริเวณปากน้ำระนอง แต่ก็ยังไม่ได้มีการพัฒนาพลังงานทางด้านนี้ เนื่องจากมีปัญหาในเรื่องสถานที่สำหรับสร้างอ่างเก็บน้ำ

8. พลังงานความร้อนจากมหาสมุทร (Ocean thermal energy) เป็นการผลิตพลังงาน โดยอาศัยความต่างอุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทร เนื่องจากพื้นที่ผิวโลกประมาณ 3 ใน 4 ส่วน ปกคลุมด้วยผิวน้ำ ดังนั้นพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผิวน้ำได้รับจึงมากกว่าพื้นดิน พลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ในมหาสมุทรจึงนับเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญแหล่งหนึ่ง การพัฒนานำพลังงานจากมหาสมุทรมาใช้ประโยชน์ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ตราบเท่าที่ยังมีดวงอาทิตย์อยู่

หลักการผลิตพลังงานความร้อนจากมหาสมุทรอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิวน้ำด้านบนกับผิวน้ำด้านล่าง จากความต่างอุณหภูมิของน้ำสองบริเวณในมหาสมุทรนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้นำมาเป็นหลักในการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากมหาสมุทร

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า พลังงานทดแทน มี 8 ประเภท ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำ พลังงานคลื่น พลังงานน้ำขึ้น – น้ำลง และพลังงานความร้อนจากมหาสมุทร

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทน

งานวิจัยในประเทศ

พิชญ์ธิดา ชีราโมกษ์ (2548: 82) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโดยใช้ประโยชน์จากศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้ประโยชน์จากศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาเอกมัย และศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และด้านเจตคติต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น จากการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ใน ระดับดีมาก และผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้น มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีเจตคติต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงกว่าระดับดี

กานต์วี ใจงาม (2545: 72-74) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการผลิตแก๊สโซฮอล์จากพืชในท้องถิ่น มีจุดมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการผลิตแก๊สโซฮอล์จากพืชในท้องถิ่น และศึกษา ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนด้านความรู้ ทักษะ ปฏิบัติ และเจตคติ จากการวิจัยพบว่า สามารถพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ 4 บท โดยมีค่า ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .80 ขึ้นไป และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพในด้านความรู้ 79.16/82.79 มีประสิทธิภาพด้านทักษะปฏิบัติ 84.54/86.70 และนักเรียนร้อยละ 75 มีความพึงพอใจ ในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1969 โดยคณะวิทยา- ศาสตร์สุขภาพ (Faculty of health science) มหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster university) ประเทศแคนาดา โดยเริ่มใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด หลังจากนั้นได้ขยาย ไปสู่มหาวิทยาลัยในประเทศสหรัฐอเมริกาหลายแห่ง ส่วนใหญ่นำไปใช้กับหลักสูตรของนักศึกษา แพทย์ เนื่องจากนักเรียนสาขาการแพทย์จะต้องใช้ทักษะวิเคราะห์ปัญหาทางคลินิกสูง ต่อมาในปี ค.ศ.1980 ได้ขยายออกไปสู่ในสาขาอื่น ๆ ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์หลากหลาย

สาขาวิชาต่าง ๆ ตามมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วโลกมากยิ่งขึ้น ตลอดจนได้มีการขยายไปสู่โรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาหลายแห่งทั่วโลกในปัจจุบัน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 333-334) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการในการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่ปัญหานั้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อค้นพบคำตอบหรือเพื่อให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหานั้นด้วยตนเอง และนักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง เนื่องจากความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้เกิดขึ้นด้วยตัวนักเรียนเอง นักเรียนเป็นผู้วางแผนการสืบเสาะหาความรู้และปฏิบัติงานตามแผนที่ตนเองวางไว้ และนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลงานของตนเอง บทบาทของการเรียนรู้จึงอยู่ที่นักเรียนเป็นหลัก ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น หลักสูตรการศึกษาจึงต้องมีความยืดหยุ่นและไม่มีขีดจำกัด ขึ้นอยู่กับสภาพปัญหาและความต้องการความรู้อันหลากหลาย

ทิตนา แคมมณี (2550: 137-138) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือ ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยครูอาจนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือครูอาจจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา นั้น รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ณัฐภาส ถาวรวงษ์ (2551: 27-28) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางนักเรียนให้เกิดความสนใจอยากรู้ ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ เพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา และพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ นักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาหรือตอบคำถามต่อไป โดยใช้กระบวนการทำงานกลุ่ม และมีครูเป็นผู้แนะนำหรืออำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างมีระบบ จากการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 13) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อนักเรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ เพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา และพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

พิจิตร อุตะโปน (2550: 14) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ และเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา ซึ่งสามารถเรียนรู้จากการทำงานเป็นกลุ่มหรือการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก รวมทั้งการนำทักษะที่ได้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้

ทิวาวรรณ จิตตะภาค (2548: 8) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้แบบเน้นนักเรียนเป็นสำคัญวิธีหนึ่งที่ใช้ปัญหาในลักษณะที่คลุมเครือเป็นจุดเริ่มต้นที่ท้าทายให้คิด ค้นคว้า และเกิดความพยายามที่จะหาคำตอบของปัญหา โดยใช้การเรียนรู้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน

เมธาวี พิมวัน (2549: 11-12) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหา ที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ คิดวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองและการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ครูจะมีบทบาทเป็นผู้นำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ตลอดจนเป็นแหล่งการเรียนรู้หนึ่งของนักเรียนด้วย

การ์เลเกอร์ (Gallagher. 1997: 332-362) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน โดยนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับกับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มาและพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

บารเรลล์ (Barell. 1998: 7) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการของการสำรวจเพื่อจะตอบคำถามสิ่งที่อยากรู้ยากเห็น ข้อสงสัยและความไม่มั่นใจ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็น ปัญหาที่ไม่ชัดเจนมีความยากหรือมีข้อสงสัยมาก มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

ดูช (Duch. 1995: Online) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีลักษณะใช้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ฝึกให้นักเรียนคิด วิเคราะห์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการค้นคว้าและใช้ทรัพยากรการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ ก่อนแล้วเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ทอร์พ และแซก (Torp; & Sage. 1998: 14-16) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้าและการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันซึ่งนักเรียนอาจพบเจอ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น เป็นทั้งยุทธวิธีการเรียนการสอนและใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดึงดูดนักเรียนให้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจ หลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์จริงที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตัวเองและบูรณาการสิ่งต่างๆ ที่เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้นักเรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหาและพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมในการแก้ปัญหา ที่มีหน้าที่ในการสร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่นักเรียนกำหนดขึ้นจากสถานการณ์ที่ครูจัดให้ โดยที่ปัญหานั้นจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อค้นพบคำตอบและทำให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหานั้นด้วยตนเองและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง

2.2 ลักษณะสำคัญและข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 333-334) ได้เสนอลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้น หรือเป็นปัญหาที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงของนักเรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง
3. นักเรียนเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง (Self directed learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้ คำตอบด้วยตนเอง นักเรียนจึงต้องวางแผนการเรียนเอง บริหารเวลาเองคัดเลือกวิธีการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้เอง รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูล นักเรียนมีทักษะรับส่งข้อมูล ได้มีโอกาสเรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและฝึกจัดระบบตนเอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้คำตอบที่ได้มาอย่างหลากหลายจะมีการวิเคราะห์ สังเคราะห์และมีการตัดสินใจร่วมกัน อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถที่จะจัดให้เรียนเป็นรายบุคคลได้ แต่จะทำให้นักเรียนขาดทักษะในการทำงานกลุ่ม และคำตอบที่ค้นคว้าหามาได้ อาจไม่ลุ่มลึกเพียงพอ การตัดสินใจใช้ข้อมูลโดยลำพังคนเดียว อาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด
5. การเรียนรู้จะเป็นการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ อย่างหลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ คำตอบที่ชัดเจน
6. ความรู้ที่เกิดขึ้นนั้นจะได้มาภายหลังจากผ่านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น หมายความว่า จะไม่ทราบหรือมีความรู้มาก่อนการเรียนรู้
7. การประเมินผลเป็นการประเมินจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานของนักเรียน และประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน

ทิตนา แคมมณี (2550: 137-138) ได้เสนอลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ครูและนักเรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจ หรือความต้องการของนักเรียน
2. ครูและนักเรียนมีการออกไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือครูมีการจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา

3. ครูและนักเรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา และหาสาเหตุของปัญหา
4. นักเรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหา
5. ครูมีการให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล
6. นักเรียนมีการศึกษาค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
7. ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม
8. นักเรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และประเมินผล
9. ครูมีการติดตามการปฏิบัติงานของนักเรียน และให้คำปรึกษา
10. ครูมีการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งทางด้านผลงาน และกระบวนการสถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy. 2006: Online) ได้เสนอลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะนำเสนอปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นอันดับแรก และเป็นจุดศูนย์กลางของเนื้อหาสาระและบริบทของการเรียนรู้
2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้จะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลายมีความซับซ้อนไม่ตายตัว มีรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน การหาคำตอบมีได้หลายแนวทางซึ่งอาจไม่ได้คำตอบที่รวดเร็วนัก

3. ในชั้นเรียนนักเรียนมีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ครูจะมีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

4. ในกระบวนการเรียนการสอนนั้นจะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ แต่ความรู้นั้นนักเรียนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องชัดเจนและมีความหมาย

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 340-341) ได้เสนอข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. บางรายวิชามีเนื้อหาที่ไม่สามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้อย่างเหมาะสมอาจมีเพียง 2-3 เนื้อหาเท่านั้น ที่สามารถจะกำหนดเป็นปัญหาสำหรับจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้

2. เนื้อหาสาระวิชาที่เป็นกฎ สูตร ทฤษฎีที่ตายตัว มีคำตอบเดียวที่แน่นอนชัดเจนเป็นที่รู้จักกันดีอยู่แล้ว ไม่เหมาะที่จะจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. หากความรู้ความสามารถของนักเรียนไม่สัมพันธ์กับปัญหาที่ครูกำหนด หรือปัญหาที่ยากเกินไป นักเรียนขาดทักษะในการแสวงหาความรู้ จะทำให้นักเรียนไม่สามารถแสวงหาความรู้ และค้นหาคำตอบได้เอง นักเรียนมีความยากลำบากและเสียเวลามากในการเรียนรู้ ทำให้ขาดประสิทธิภาพในการเรียนรู้

4. สภาพแวดล้อมแหล่งเรียนรู้และสิ่งอำนวยความสะดวกในการค้นหาและแสวงหาความรู้ และคำตอบไม่เหมาะสม มีจำนวนจำกัด ไม่เพียงพอ ไม่สามารถใช้งานได้ดี ก็จะทำให้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไม่ประสบความสำเร็จ

5. เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นเรื่องใหม่ ครูและนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับบทบาทใหม่ที่นักเรียนต้องค้นคว้าค้นหาความรู้เองและประเมินความรู้ด้วยตนเอง ครูจึงต้องพยายามปรับบทบาทเป็นผู้ชี้แนะและจัดสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับเนื้อหาและการเรียนรู้ของนักเรียน

6. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจครอบคลุมเนื้อหาการสอนได้น้อยกว่า แต่เมื่อผ่านกระบวนการแสวงหาความรู้แล้ว นักเรียนจะมีความลึกซึ้งกว่า ครูอาจกังวลใจ เนื่องจากเกรงว่ายังขาดเนื้อหาบางอย่างที่ไม่ได้สอน

7. เวลาเรียนในแต่ละรายวิชาแต่ละเนื้อหาหากมีน้อยเกินไป นักเรียนจะมีการค้นคว้าน้อยเกินไปอาจทำให้ได้คำตอบที่ไม่สมบูรณ์

8. ครูต้องมีความชำนาญในการเลือกสื่อต่าง ๆ และสามารถจัดสรรแหล่งเรียนรู้และข้อมูลจึงจะทำให้การเรียนบรรลุผล

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า ลักษณะสำคัญและข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ ในชั้นเรียนนักเรียนจะมีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ครูจะมีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ และต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ มีเพียง 2-3 เนื้อหาเท่านั้น ที่สามารถจะกำหนดเป็นปัญหาสำหรับจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ นอกจากนี้เนื้อหาสาระวิชาที่เป็นกฎ สูตร ทฤษฎีที่ตายตัว มีคำตอบเดียวที่แน่นอนชัดเจนเป็นที่รู้กันดีอยู่แล้ว ไม่เหมาะที่จะจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการพัฒนาชุดกิจกรรม ในเนื้อหาเรื่อง ปีโตรเลียมและพลังงานทดแทน

2.3 ลักษณะและขั้นตอนในการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 335) ได้เสนอลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของนักเรียนหรือ นักเรียนอาจมีโอกาสเผชิญหน้ากับปัญหา
 2. เป็นปัญหาที่พบบ่อย ๆ มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า
 3. เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจน ตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน คลุมเครือ สร้างคำถาม หรือเกิดความสงสัยในใจของนักเรียน
 4. เป็นปัญหาที่เป็นประเด็นข้อขัดแย้ง ข้อถกเถียงในสังคม ยังไม่มีข้อยุติ
 5. ปัญหาอยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่มีความอยากรู้ แต่ไม่รู้
 6. เป็นปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งที่ไม่ดี ไม่พึงปรารถนาในสังคม
 7. เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่า จริง ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่เชื่อว่าจริงไม่สอดคล้องกับความคิดของนักเรียน
 8. เป็นปัญหาที่อาจมีคำตอบ หรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง เป็นปัญหาที่ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา
 9. เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที เป็นปัญหาที่ต้องการสำรวจ การค้นคว้า และการรวบรวมข้อมูลหรือทดลองดูก่อนจึงจะได้คำตอบ ไม่สามารถจะคาดเดาหรือทำนายได้ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร จะไม่รู้ว่ายุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบหรือผลของความรู้เป็นอย่างไร จำเป็นต้องทำการศึกษาก่อน
 10. ปัญหาส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา
อีเดน (Edens. 2000: 55-56) ได้เสนอลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้
1. ปัญหาจะต้องดึงดูดใจให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบ มีการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการประยุกต์ใช้
 2. เป็นปัญหาปลายเปิดและมีลักษณะขัดแย้งในบางครั้ง ซึ่งจะท้าทายให้นักเรียนได้แสดงการให้เหตุผล และแสดงออกถึงทักษะการคิด
 3. ปัญหานั้นจะต้องมีความซับซ้อนเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันและต้องอาศัยคนอื่นช่วยในการแก้ปัญหา

4. ปัญหาควรเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นจริง

5. ครูจะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิด

ระดับสูง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (2006: Online) ได้เสนอลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป

2. สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุกยักซับซ้อน ไม่ตายตัว

3. มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอ เมื่อมีข้อมูลใหม่ ๆ เพิ่มเข้ามา

4. ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่าย ๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน

5. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

เดลลิส (Delisle. 1997: 18-25) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เลือกเนื้อหาและทักษะ โดยพิจารณาจากหลักสูตรของสถานศึกษานั้น ๆ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทักษะที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน และระยะเวลาในการเรียนรู้ของเนื้อหานั้น ๆ

2. กำหนดแหล่งการเรียนรู้ เมื่อเลือกเนื้อหาและทักษะการเรียนรู้แล้ว ก่อนที่จะเขียนปัญหา ครูจะต้องกำหนดแหล่งการเรียนรู้ที่นักเรียนจะทำการค้นคว้า สืบค้น ให้เพียงพอ และต้องมีความหลากหลายทางข้อมูลเพียงพอในการเรียนรู้ ทั้งในชั้นเรียน ภายในและภายนอกสถานศึกษา ซึ่งต้องมากพอที่จะช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน ครูจะต้องทำการตรวจสอบแหล่งการเรียนรู้ก่อนว่ามีอยู่ที่ใดบ้าง นอกจากนั้นครูเองต้องเป็นแหล่งการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยเช่นกัน

3. เขียนปัญหา โดยปัญหาจะเป็นข้อความที่มีลักษณะดังนี้

3.1 พัฒนาขึ้นอย่างเหมาะสม นั่นคือปัญหามีความเหมาะสม สามารถพัฒนา
นักเรียนทางด้านสังคม อารมณ์ และสติปัญญาได้

3.2 มีพื้นฐานมาจากประสบการณ์ของนักเรียน ปัญหาจะต้องสอดคล้องกับชีวิต
จริงของนักเรียน

3.3 อยู่บนพื้นฐานของหลักสูตรการเรียนรู้ ปัญหาควรส่งเสริมทั้งด้านความรู้
และด้านทักษะ

3.4 สามารถใช้การเรียนการสอนได้หลากหลายวิธี

3.5 โครงสร้างของปัญหามีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย มีปัญหาย่อยซ่อนอยู่ในปัญหาหลักที่ไม่ค่อยชัดเจนนัก นักเรียนจำเป็นต้องทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม อีกทั้งอาจมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย

4. เลือกกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อเขียนปัญหาขึ้นมาแล้วครูจะต้องเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เมื่อดำเนินการตามนั้นแล้วนักเรียนสามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ กิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นต้องมีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน สามารถพัฒนาทักษะทางการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนขณะที่ดำเนินกิจกรรมนั้นด้วย

5. สร้างคำถาม เป็นการสร้างคำถามเพื่อช่วยนักเรียนในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน คำถามจะต้องสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมเพื่อการแก้ปัญหา

6. กำหนดวิธีการประเมินผล การประเมินผลจะเน้นทั้งในด้านทักษะและด้านความรู้ในเนื้อหาไปพร้อมกัน และการประเมินผลจะต้องเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง

รังสรรค์ ทองสุขนอก (2547: 21-22) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างปัญหาในการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. กำหนดกรอบของปัญหา ได้แก่ การเลือกเนื้อหาสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านเจตคติ ด้านทักษะกระบวนการ และมโนทัศน์หรือหลักเกณฑ์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

2. กำหนดและสร้างปัญหา ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่คาดหวังไว้ว่านักเรียนควรจะเรียนรู้ เมื่อครูเขียนปัญหาเสร็จแล้วครูลองดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้ด้วย เพื่อให้มองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการหาคำตอบ คำตอบที่ได้มีอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาแก้ปัญหา ความรู้ใดบ้างที่เป็นฐานในการแก้ปัญหาและหาได้จากแหล่งข้อมูลใด นั่นคือครูจะสมมติบทบาทเป็นนักเรียน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของปัญหาและช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมการเรียนรู้ของนักเรียน ที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และวิธีการประเมินผล

3. สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่สร้างขึ้นสำหรับครูใช้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการคิดไปสู่แนวคิดรวบยอดที่ต้องการ

4. กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ โดยการชี้แนะตนเอง

5. กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้ จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามากับปัญหาที่ให้ และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของนักเรียน หรือนักเรียนอาจ มีโอกาสเผชิญหน้ากับปัญหา เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจน ตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน คลุมเครือ สร้างคำถามหรือเกิดความสงสัยในใจของนักเรียน และอาจมีคำตอบหรือมีแนวทาง ในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง เป็นปัญหาที่ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลาย เนื้อหา และขั้นตอนในการสร้างปัญหาผู้วิจัยได้เริ่มจากการเลือกเนื้อหาและทักษะ กำหนดกรอบของ ปัญหา จากนั้นกำหนดและสร้างปัญหาที่สอดคล้องกับโมทัศน์ที่คาดหวังไว้ว่านักเรียนควรจะเรียนรู้

2.4 บทบาทของนักเรียนและครู และขั้นตอนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 339) ได้เสนอบทบาทของนักเรียนไว้ ดังนี้

1. นักเรียนต้องมีความรู้เดิมที่เหมาะสมและเพียงพอกับปัญหาที่กำหนด หากนักเรียน มีความรู้เดิมน้อยเกินไป ไม่เหมาะสมกับปัญหาจะทำให้นักเรียนเกิดความยากลำบาก และเสียเวลา มากในการค้นพบคำตอบ

2. เนื่องจากเป็นการเรียนเป็นกลุ่มย่อย นักเรียนจะต้องมีทักษะการทำงานกลุ่มและ ความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับคนอื่นในกลุ่ม จะทำให้การเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิกในกลุ่ม ประสบผลสำเร็จได้ดียิ่งขึ้น เช่น บทบาทการเป็นผู้นำผู้ตาม เป็นต้น

3. เนื่องจากเป็นการเรียนเป็นกลุ่มย่อย นักเรียนจะต้องตระหนักถึงความสำคัญของ การทำงานเป็นทีม นักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและดำเนินการให้ บรรลุเป้าหมายและร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่มในการทำงาน

4. นักเรียนจะต้องมีทักษะความสามารถที่เป็นพื้นฐานในการทำงาน อาทิ ทักษะใน การค้นหา เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ การใช้อินเทอร์เน็ต ทักษะการ สัมภาษณ์ การค้นหาเอกสารต่าง ๆ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 339-340) ได้เสนอบทบาทของครูไว้ ดังนี้

1. เป็นผู้อำนวยการความสะอาดในการเรียน ครูจะต้องมีวิธีการที่จะทำให้นักเรียนสามารถ ที่จะเรียนรู้ได้ โดยการกระตุ้นยั่วยุให้เกิดความอยากรู้และอยากแสวงหาความรู้ เป็นผู้จัด ประสบการณ์ให้นักเรียน ครูจึงต้องเป็นผู้เตรียมสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ ให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวก เสนอปัญหาที่น่าสนใจให้แก่ นักเรียน ตลอดจนจัดเตรียม

ประสบการณ์ สื่อ เครื่องมือต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักเรียนในการค้นหาคำตอบได้เอง
อย่างไม่เบื่อหน่าย

2. เป็นผู้เชี่ยวชาญในการป้อนความรู้ที่ตนเองเชี่ยวชาญให้แก่นักเรียน (หากนักเรียนต้องการ) ฟังระมัดระวังการบอกคำตอบหรือข้อมูลแก่นักเรียน ควรกระตุ้นให้นักเรียนไปค้นคว้าข้อมูล
จากแหล่งอื่น

3. กระตุ้น แนะนำให้นักเรียนไปค้นคว้าข้อมูลข่าวสารอย่างลึกซึ้ง โดยการใช้คำถามที่ดีกระตุ้นให้รู้จักคิดและไตร่ตรองได้เอง

4. แนะนำนักเรียนให้เรียนรู้ผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ที่ละขั้น และให้กำลังใจในการ
ค้นคว้า

5. ครูอาจไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญสาขาใด ๆ แต่ต้องถ่ายทอดทักษะกระบวนการ
ค้นหาความรู้แก่นักเรียน ตลอดจนจัดเตรียมสื่อ เอกสาร ทัศนูปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยครูอาจ
มีการเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

เดลีส (Delisle, 1997: 26-36) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้
ดังนี้

1. การเชื่อมโยง (Connecting with the problem) เป็นขั้นตอนเชื่อมโยงความรู้เดิม
หรือประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ของนักเรียน หรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่นักเรียนต้อง
เผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนิน
ชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้ครูต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่าง
หลากหลายแล้วจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้

2. การกำหนดกรอบการศึกษา (Setting up the structure) นักเรียนอ่านวิเคราะห์
สถานการณ์ปัญหา แล้วร่วมกันวางแผนทางการศึกษาค้นคว้า หาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ใน
การแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดกรอบ
การศึกษา 4 กรอบดังนี้

2.1 แนวคิด / แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas) คือวิธีการ หรือแนวทางในการหา
คำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

2.2 ข้อเท็จจริง (Facts) คือข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้ /
ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาหรือข้อเท็จจริง ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากการอภิปราย
ร่วมกัน หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

2.3 ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning issues) คือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแต่นักเรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะอยู่ในรูปคำถามที่ต้องการคำตอบ นิยาม หรือประเด็นการศึกษาอื่นๆ ที่ต้องการทราบ

2.4 วิธีการศึกษา (Action plan) คือวิธีการที่จะดำเนินการ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่านักเรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

3. การศึกษาปัญหา (Visiting the problem) นักเรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามกรอบการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการศึกษา ค้นคว้า และดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ แล้วนำความรู้ที่ได้มาเสนอต่อกลุ่ม จนได้ข้อมูลหรือความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นนี้นักเรียนจะมีอิสระในการกำหนดแต่ละหัวข้อเอง ครูจะเป็นแค่เพียงผู้สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

4. การรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (Revisiting the problem) หลังจากแต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่อชั้นเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง ว่าข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่น่าสนใจ มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรจะตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์การตัดสินใจ รวมทั้งนักเรียนจะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

5. การสร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก (Producing a product or performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้ว แต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปแต่ละกลุ่ม

6. การประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (Evaluating performance and the problem) เมื่อขั้นตอนการสร้างผลงานสิ้นสุดลง นักเรียนจะทำการประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเอง ของกลุ่ม และคุณภาพของปัญหา พร้อมทั้งครูจะทำการประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียนด้วย

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 341-344) ได้เสนอขั้นตอนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. จัดเตรียมและแบ่งกลุ่ม ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ เพื่อทำกิจกรรม
2. กำหนดปัญหา ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้น ยั่วให้ นักเรียนเกิดความตื่นตัว สนใจและมองเห็นปัญหาต่าง ๆ สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่อยากรู้ อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจใคร่รู้ที่จะค้นหาคำตอบ
3. ทำความเข้าใจปัญหาที่กำหนด ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจใน ปัญหาที่ต้องการเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ ดังนี้
 - 3.1 ให้คำนิยามหรือความหมายของปัญหานั้น
 - 3.2 อธิบายสถานการณ์ซึ่งเป็นปัญหา
 - 3.3 กำหนดสิ่งที่นักเรียนไม่รู้และต้องการแสวงหาความรู้
4. ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติดังนี้
 - 4.1 อภิปรายเพื่อแสวงหาแนวทางในการศึกษาค้นคว้า อธิบายวิธีการในการแสวงหาข้อมูล
 - 4.2 กำหนดวิธีการและแหล่งทรัพยากรในการค้นคว้า จัดเรียงลำดับการปฏิบัติงาน
 - 4.3 สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่ แบ่งงานกันไปปฏิบัติอย่างอิสระ ครูเป็นผู้สังเกตและอำนวยความสะดวก
 - 4.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างอิสระและบันทึก
5. สังเคราะห์ความรู้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่สมาชิกในกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้ามา แลกเปลี่ยนความรู้ ทำการอภิปรายและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ถูกต้อง และเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นคำตอบหรือไม่ หากข้อมูลที่ได้มา ยังมีความไม่เหมาะสม กลุ่มจะต้องช่วยกันวิเคราะห์ว่าต้องการข้อมูลอะไรเพิ่มเติมและแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกไปค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม
6. สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของตนเองและประเมินผลงานของตนว่าข้อมูลที่ค้นคว้ามามีความเหมาะสมหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ความรู้ที่ได้มา มีความลุ่มลึกและตอบคำถามหรือปัญหาที่กำหนดไว้ตอนต้นได้เพียงพอหรือไม่ นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้มา

7. ชื่อนำเสนอและประเมินผลงาน ชั้นนี้เป็นชั้นที่นักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้มานำเสนอเป็นผลงาน โดยอาจเสนอแผนการดำเนินการของกลุ่ม ตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย ในชั้นนี้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานของกลุ่มตนเอง และได้มีโอกาสประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง และกลุ่มเพื่อน ทั้งที่เป็นการประเมินกระบวนการทำงาน และประเมินจากข้อมูลความรู้ที่หามาได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้น ยั่วให้นักเรียนเกิดความตื่นตัว สนใจและมองเห็นปัญหาต่าง ๆ จนสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา และสนใจใฝ่รู้ที่จะค้นหาคำตอบ

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจในปัญหาที่ต้องการค้นหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ ได้แก่ ระบุสาเหตุของปัญหา อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากสาเหตุของปัญหานั้น และศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

3. ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหา ซึ่งสมาชิกในกลุ่มต้องนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนความรู้ อภิปรายและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้แล้วกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนต้องสามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ไม่น้อยกว่า 3 วิธี

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและไตร่ตรองเพื่อตัดสินใจว่าการใดช่วยแก้ปัญหาได้ดีที่สุดตามหลักเหตุและผล

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกลุ่มย่อย เพื่อให้นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มและความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับคนอื่นในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มโดยการใช้ชุดกิจกรรมเคมีที่พัฒนาขึ้นประสบผลสำเร็จได้ดียิ่งขึ้น

2.5 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 336-337) ได้กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะแตกต่างจากการประเมินผลแบบเดิมที่เป็นการประเมินผลจากการทดสอบหรือจากผลงาน เพื่อวัดความรู้ความสามารถของนักเรียน แต่การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนักเรียนจะเป็นผู้ประเมินตนเอง และประเมินเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม การประเมินประกอบด้วย

1. การประเมินความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของนักเรียน (Formative assesment)

เพื่อตรวจสอบดูว่าตนเองเรียนรู้อะไรและบกพร่องในจุดใด การประเมินจะเน้นที่กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง จึงต้องเริ่มทำการประเมินตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้จนกระทั่งถึงวันสุดท้ายที่เสนอผลงานออกมา

2. การประเมินผลรวม (Summative assesment) เป็นการประเมินผลรวมหรือผลงานของนักเรียน เพื่อตรวจสอบดูว่า ผลงานของตนเองสามารถนำไปใช้ในการตอบคำถามได้ดีเพียงใด สามารถนำไปใช้ในสภาพจริงได้มากน้อยเพียงใด

เครื่องมือประเมินประกอบด้วย

1. ประเมินจากแฟ้มการเรียนรู้ของนักเรียน (The learning portfolio) ซึ่งแฟ้มผลงานจะเป็นสิ่งที่สะสมรวบรวมผลงานของนักเรียนที่สะท้อนให้เห็นคุณค่าและประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน

2. ประเมินจากการบันทึกการเรียนรู้ (Learning log) เป็นการประเมินจากการบันทึกกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติ โดยเป็นการบันทึกที่มีการระบุวันเวลา สถานที่ ประสบการณ์ กิจกรรมที่ทำอย่างชัดเจน ซึ่งจะต้องสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมและมีประสบการณ์การเรียนรู้และวิเคราะห์หรืออธิบายสิ่งที่ตนเองได้ปฏิบัติ ตลอดจนแสดงแนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงการปฏิบัติงานของตนเอง

วัลลี สัตยาศัย (2547: 71) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะต้องวัดและประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน ทั้งในส่วนของกระบวนการและผลงาน ทั้งด้านความรู้ ทักษะการทำงานทุกด้าน ตลอดจนเจตคติ โดยการประเมินจะต้องมีทั้งการประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (formative assesment) และการประเมินตัดสินผลหลังจากเรียนเสร็จสิ้น (summative assesment) ซึ่งครูอาจแบ่งขั้นตอนการประเมิน เพื่อการวางแผนที่ดีได้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการประเมิน

2. พิจารณาขอบเขต เกณฑ์ วิธีการ และสิ่งที่จะประเมิน เช่น ประเมินพัฒนาการด้านการนำเสนอ ความรู้ ต้องไม่ลืมกำหนดวัตถุประสงค์ให้ครบจุดมุ่งหมายทางการศึกษาทั้ง 3 ด้าน คือ ความรู้ เจตคติ และทักษะกลไก

3. กำหนดผู้ประเมินว่ามีใครบ้างที่จะเป็นผู้ประเมิน โดยผู้ประเมินควรครอบคลุมทุกด้านของกิจกรรม เช่น นักเรียนนักศึกษาประเมินตนเอง เพื่อนประเมิน ครูอาจารย์ประเมิน ผู้ปกครองประเมิน เจ้าหน้าที่และบุคคลที่ร่วมปฏิบัติงาน เช่น กรณีของนักศึกษาแพทย์ที่ปฏิบัติงานบนหอผู้ป่วยก็อาจใช้พยาบาล และผู้ป่วยร่วมประเมินด้วย

4. เลือกใช้เทคนิคและเครื่องมือในการประเมินที่หลากหลาย โดยต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและวัตถุประสงค์รายวิชา รวมไปถึงสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน เช่น ใช้การทดสอบ ใช้การสัมภาษณ์ ใช้การสังเกตพฤติกรรม ใช้แบบสอบถาม ใช้การบันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง ใช้แบบประเมินตนเอง ใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) เป็นต้น

5. กำหนดเวลาและสถานที่ที่จะประเมิน เช่น การประเมินระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม การประเมินระหว่างทำโครงการ

6. วิเคราะห์ผลและจัดการข้อมูลการประเมิน โดยนำเสนอรายการกระบวนการ แฟ้มสะสมผลงาน การบันทึกข้อมูล ผลการสอบ

7. สรุปผลการประเมินเพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องของการเรียนรู้และพัฒนานักเรียน รวมทั้งปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน และในกรณีที่เป็นการประเมินผลสรุปรวมเพื่อตัดสินผลการเรียน ควรพิจารณาใช้เกณฑ์ที่กำหนด และนำผลการประเมินระหว่างเรียนมาประกอบการพิจารณาด้วยเสมอ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยประเมินผลการเรียนทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเคมี เรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

งานวิจัยในประเทศ

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 82) ได้ศึกษาเรื่อง ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-Based Learning) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาผลการเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนี้สำคัญ .01

บุญนำ อินทนนท์ (2551: 97) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐภาส ถาวรวงษ์ (2551: 178-185) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL) ของรายวิชาฟิสิกส์คลินิก หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ของรายวิชาฟิสิกส์คลินิก หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยได้ประยุกต์ใช้หลักการของรูปแบบการประเมินในภาพรวมตามทฤษฎีการประเมินผลการดำเนินงาน (A theory of performance evaluation) รูปแบบการประเมินตามแนวคิดเชิงระบบ โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานสัมบูรณ์จากผู้ทรงคุณวุฒิภายใน จำนวน 5 คน มีผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วย ผู้บริหาร จำนวน 9 คน อาจารย์ฟิสิกส์คลินิก จำนวน 40 คน และนิสิตแพทย์ ชั้นปีที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2550 จำนวน 115 คน ของรายวิชาฟิสิกส์คลินิก หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จากผลการประเมินในด้านต่างๆ สรุปผลการประเมินในภาพรวมได้ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บรรลุวัตถุประสงค์ตามหลักสูตร และเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ควรมีการส่งเสริมบุคลิกภาพของนิสิตให้กล้าแสดงออกมีความมั่นใจในตนเองมีความกระตือรือร้นในการที่จะแสวงหาความรู้ ควรกระตุ้นให้นิสิตใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายและเหมาะสมกับการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นิสิตรู้จักการแบ่งเวลาทั้งเวลาเรียน เวลาทำกิจกรรม การเตรียมตัวสอบ ควรเพิ่มสื่อด้านเทคโนโลยีต่างๆ ให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ ควรมีการสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้เหมาะสมกับการเรียนการสอน และจัดทำคลังข้อมูลสถานการณ์ที่เป็นปัญหา รวมทั้งอาจารย์ควรจะต้องประจำกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งติดต่อกันอย่างน้อย 2 รายวิชาเพื่อจะได้ประเมินผลความก้าวหน้าของนิสิตได้ ควรมีแบบวัดและประเมินผลการศึกษาที่ครอบคลุมทั้งความรู้และความเข้าใจ ตลอดจนถึงการนำไปใช้ด้วย ควรมีการสร้างระบบติดตามข้อมูลย้อนกลับจากนิสิตที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในแต่ละปี และติดตามจนสำเร็จการศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับ และนำมาพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

พิจิตร อุตะโปน (2550: 77) ได้ศึกษาเรื่อง ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

เมธาวี พิมวัน (2549: 85) ได้ศึกษาเรื่อง ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

วาสนา กิมเท็ง (2553: 113-119) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

แคนเดลา (Candela. 1998: 177) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบบรรยาย ที่มีผลต่อคะแนนสอบในข้อสอบแบบตัวเลือกของนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลชั้นปีที่ 2 จำนวน 73 คน ซึ่งลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเดียวกันแต่อยู่คนละวิทยาเขต โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานและกลุ่มที่เรียนแบบบรรยาย ทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยข้อสอบชุดเดียวกัน 10 รายการ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนสอบสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่จากการวัดความพึงพอใจต่อวิธีการเรียนทั้งสองแบบ พบว่ากลุ่มที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความคิดเห็นว่าการเรียนสั้นมากกว่า ทั้งนี้เป็นผลมาจากนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลไม่คุ้นเคยกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมาก่อน

เอลเซฟเฟ (Elishafei. 1998: Online) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติในวิชาพีชคณิต 2 โดยได้ทำการวิจัยทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้อง และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาฐาน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหาและสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

แม็คคาร์ธี (McCarthy. 2001: Online) ได้ทดลองสอนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนานวัตกรรม เรื่องทศนิยม โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 2 กลุ่มเล็กๆ ในเวลา 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วในตัว of นักเรียน และมีการวิเคราะห์ว่าการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนานวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานการบันทึกวิดีโอได้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีแก้ปัญหาโดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ตัวนักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และความเข้าใจนวัตกรรมใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

ซาฮิน (Sahin. 2010: 266-275) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องปรัชญาความเชื่อเกี่ยวกับฟิสิกส์ การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และแนวคิดทางกลศาสตร์ของนิวตัน สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัย มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับฟิสิกส์ และความเข้าใจแนวคิดทางกลศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องแรงสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไม่มีผลต่อความเชื่อเกี่ยวกับฟิสิกส์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และพบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความเชื่อและความเข้าใจแนวคิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนที่มีความเชื่อเหมือนผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ต้นภาคการศึกษาจะมีคะแนนความเข้าใจในตอนท้ายภาคการศึกษาสูงขึ้น

ยวน (Yuan. 2008: 85-100) ได้ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมทักษะการคิดเชิงวิพากษ์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนพยาบาลในประเทศจีน และเพื่ออธิบายความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีทักษะการคิดเพิ่มขึ้นจากภาคเรียนแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้นักเรียนยังให้ความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมให้แสดงความคิดเห็น วิเคราะห์สถานการณ์ที่แตกต่างกัน และคิดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากขึ้น มีนักเรียนไม่กี่คนที่คิดว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้รู้สึกเครียดมากเกินไป

แอบเดลคาเล็ก (Abdelkhalek. 2010: 123-129) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้ทีมการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนแพทย์สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในอนาคต มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายประสบการณ์ในการใช้และการปรับวิธีการให้เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และการใช้ทีมการเรียนรู้ในการเตรียมความพร้อมของนักเรียนแพทย์สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในอนาคต และเพื่อตรวจสอบปฏิกิริยาของนักเรียนจากการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจสูงจากการจัดการเรียนการสอนเพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนแพทย์สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในอนาคต

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ประพฤติ ศीलพิพัฒน์ (2540: 30) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรม เป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีการจัดสื่อไว้อย่างเป็นระบบช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจเรียนตลอดเวลา ทำให้เกิดทักษะในการแสวงหาความรู้

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543: 234) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรม เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง หรือปฏิบัติด้วยตนเอง

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 10-11) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรม เป็นการรวบรวมสื่อการเรียนสำเร็จรูปซึ่งส่วนมากจะประกอบด้วย คำชี้แจง ชื่อเรื่อง จุดมุ่งหมาย กิจกรรม และการประเมินผล นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจ ที่เป็นขั้นตอนตามที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมนั้นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

บุญเกื้อ คอระหาเวช (2545: 91) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรม เป็นนวัตกรรมการศึกษา เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้นักเรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่ในซอง กล่องหรือกระเป๋า แล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้น

ฮุสตัน และคณะ (Houston; et al. 1972: 10-15) ได้ให้ความหมายว่า ชุดการเรียนหรือชุดกิจกรรมเป็นชุดประสบการณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้นักเรียน เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

บุญชม ศรีสะอาด (2543: 95-96) ได้ให้ความหมายว่า ชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม (Instructional package) คือ สื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกัน จัดเข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด (Package) เรียกว่า สื่อประสม เพื่อมุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Learning package, Instructional package หรือ Instructional kits นอกจากนี้จะใช้สำหรับนักเรียนเป็นรายบุคคลแล้ว ยังใช้ประกอบการสอนแบบอื่น เช่น ประกอบการบรรยาย การเรียนเป็นกลุ่มย่อย

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 51) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรม เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เป็นลักษณะของสื่อประสม และเป็นการใช้สื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมกัน เพื่อให้นักเรียนได้รับความต้องการ โดยอาจจัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเรื่อง และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้นักเรียนได้เรียนรู้ อาจจัดไว้เป็นชุดในกล่องของกระเป๋า ชุดกิจกรรมอาจประกอบด้วย เนื้อหาสาระคำสั่ง ใบงานในการทำกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ เอกสารความรู้ เครื่องมือ หรือสื่อจำเป็นสำหรับกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งแบบวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ปวีณา ชาลีเครือ (2553: 13) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรม เป็นสื่อการเรียนการสอน เป็นนวัตกรรมทางการศึกษามีลักษณะที่มีการจัดเป็นระบบมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ระบุไว้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำช่วยเหลือ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จและบรรลุตามวัตถุประสงค์

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และให้ความหมายของชุดกิจกรรมนี้ว่าหมายถึง ชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วยประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ปิโตรเลียม หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พลังงานทดแทน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล

3.2 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม

จีรพร แขวงเพชร (2552: 25) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. ศึกษาเพื่อจัดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ โดยกำหนดเนื้อหาวิชา
2. กำหนดหน่วยการสอน เพื่อให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและเวลา
3. กำหนดหัวข้อเรื่องที่น่าสนใจ และตรงกับเนื้อหา
4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ โดยการชี้แนะว่าจะสอนไปในทิศทางใด
5. กำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการที่จะวัดพฤติกรรมที่เกิดขึ้นของนักเรียน
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่สำคัญมากเพราะเป็นกิจกรรมที่จัดให้กับนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
7. กำหนดแบบประเมินผล เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์และพฤติกรรมที่เกิดจากการใช้ชุดกิจกรรม
8. เลือกและผลิตสื่อการสอนโดยเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหา
9. หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมเพื่อดูคุณสมบัติของชุดกิจกรรมว่ามีคุณภาพหรือไม่
10. การใช้ชุดกิจกรรม เป็นการนำชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียน

อีทเทอร์ (Heathers. 1964: 344) ได้เสนอขั้นตอนสำหรับครูในการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเองดังนี้

1. ประเมินความรู้พื้นฐานประสบการณ์เดิมของนักเรียน

2. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีสอนและสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยต้องคำนึงถึงความพร้อมและความต้องการของนักเรียน

3. กำหนดรูปแบบของการเรียน

4. กำหนดหน้าที่ของผู้ประสานงาน หรือจัดอำนาจความสะดวกในการเรียน

5. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนว่าบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนหรือไม่ เพียงใด เพื่อปรับปรุงแก้ไข

บัทท์ (Butt. 1974: 85) ได้เสนอหลักการสร้างไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างต้องกำหนดโครงร่างคร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนเกี่ยวกับเรื่องอะไรมีวัตถุประสงค์อะไร

2. ศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน

4. แจกแจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของนักเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. กำหนดการประเมินผลว่าจะประเมินผลก่อนหรือหลังเรียน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. กำหนดกรอบสาระการเรียนรู้และจำนวนคาบของบทเรียน เรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน ดังนี้

2.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปิโตรเลียม จำนวน 6 คาบ

2.2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานทดแทน จำนวน 6 คาบ

2.3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล จำนวน

3 คาบ

3. ศึกษาตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์และแนวคิดในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้

4. กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้

5. เขียนบทเรียน เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน

6. สร้างคู่มือครูของชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน

3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรม

งานวิจัยในประเทศ

ประพฤติ ศิลพิพัฒน์ (2540: 68) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้าง
สิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดย
ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นครูสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มี
ความสามารถในการประดิษฐ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความคิดสร้าง
สรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทาง
วิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิรพรรณ ทะเขี้ยว (2543: 82) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทาง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอน
โดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ทักษะภาคปฏิบัติ
ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมกับการสอน
ตามคู่มือครูหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร ทิพย์สิงห์ (2545: 86-87) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนการสอน
เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยใช้ประโยชน์จากแหล่งประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ บริเวณ
ชุมชนวัดประดิษฐาราม กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมี
คุณภาพอยู่ในระดับดี นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและมีผลการเรียนรู้รายบุคคลอยู่ในระดับ
ดี

ศิริลักษณ์ หนองเส (2545: 12) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพ
การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับการสอนตามคู่มือครู ผลการ
วิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์
กับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและ
ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

เพชรรัตดา เทพพิทักษ์ (2545: 88) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการคิดทำโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

พลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546: 61-62) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและสัตว์ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนที่เรียนโดย ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้อยู่ในระดับดี และมีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิมลพรรณ ดาวดาษ (2552: 64-70) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง ข้าว ล้มตอซัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบัวสุวรรณประดิษฐ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง ข้าวล้มตอซัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพ 87.67/84.93 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อน ใช้ชุดกิจกรรม และความพึงพอใจของการใช้ชุดกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับมาก

เวชกา หนูเพชร (2550: 78-86) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง น้ำเสียในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมนาคนาวาอุปถัมภ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง น้ำเสียในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีคุณภาพในระดับดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรม เรื่อง น้ำเสียในชุมชน ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 83.17/81.66 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมอยู่ในระดับดีมาก

สมศักดิ์ พาหะมาก (2550: 87-93) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดา สิริโสภาพัณณวดี กรุงเทพมหานคร มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ให้มีคุณภาพในระดับดี และเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และศึกษาผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความตระหนักต่อการอนุรักษ์

ทรัพยากรน้ำของนักเรียนก่อนและหลังปฏิบัติชุดกิจกรรม และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนระหว่างปฏิบัติชุดกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรม เรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.30/82.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก และความตระหนักต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เสาวนีย์ เชื้อทอง (2551: 63-66) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาสมอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาสมอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาสมองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาสมองมีความสามารถในการคิดวิจารณ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปวีณ์กร ดำเนินลอย (2551: 77-82) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประเสริฐ สำเภารอด (2552: 43-49) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องระบบนิเวศในโรงเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องระบบนิเวศในโรงเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 84.15/83.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่

กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรม

ขนิษฐา เวชรังษี (2550: 63-66) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบโยนิโสมนสิการ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบโยนิโสมนสิการ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนอยู่ในระดับเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิรพร แขวงเพชร (2552: 75-78) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมขนาดนาอูปถัมภ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความตระหนักต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ เจตคติต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ และความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้ ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 93.08/87.49 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความตระหนักต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ และเจตคติต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ของนักเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรม และความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้อยู่ในระดับมาก

เอรารวรรณ ศรีจักร (2550: 64-66) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบชุดแบบฝึก มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบชุดแบบฝึกทักษะ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบชุดแบบฝึกทักษะโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก และจำแนกรายทักษะมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงขึ้นทุกทักษะ อยู่ในระดับดีมาก 3 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการสื่อสาร ทักษะการลงความเห็น และอยู่ในระดับดี 1 ทักษะ คือ ทักษะการจำแนกประเภท เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

วิลสัน (Wilson. 1989: 416) ได้วิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมของครู เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนช้าด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่า ครูยอมรับว่าการใช้ชุดกิจกรรมมีผลดีมากกว่าการสอนตามปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนช้า

ฟอร์ด (Ford. 1976: 6598-A) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อเด็กที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าปกติเรียนช้า โดยใช้วิธี New Direction in Creativity (NDC) ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ที่กำหนดไว้อย่างมีระบบที่มีต่อเด็กที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าปกติเรียนช้า โดยทำการวิจัยกับนักเรียนที่อยู่ในชั้นเรียน สำหรับการศึกษาศึกษาพิเศษในรัฐ Connecticut ในระดับเกรด 6 ถึงเกรด 10 จำนวน 30 ห้องเรียนแบ่งกลุ่มทดลอง 18 ห้อง กลุ่มควบคุม 12 ห้อง โดยนักเรียนในแต่ละชั้นมีช่วง I.Q. ระหว่าง 50-80 โดยการสอนกิจกรรมที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ให้กลุ่มทดลองสัปดาห์ละ 2 กิจกรรม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านประสบการณ์จากชุดกิจกรรมดังกล่าวได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงและมีคุณลักษณะในทางสร้างสรรค์ดีกว่ากลุ่มควบคุมจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั้งจากในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนปกติและนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศศิธร มงคลทอง (2548: 36) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการนำมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนการสอน และการทำกิจกรรมต่างๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สุรพล วิหคไพบุย์ (2543: 28) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสมรรถภาพทางสมอง และสติปัญญา เช่น ความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องราวต่างๆ ที่เรียนไปแล้วว่ามีมากน้อยเพียงใดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งต้องวัดภายหลังเรียน และจะต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอน

ดรูณี พรายแสงเพ็ชร (2548: 20) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการด้านวิทยาศาสตร์ที่วัดจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้

ศิริเพ็ญ ยังขาว (2549: 26) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของบุคคลจนทำให้เกิดผลสำเร็จทั้งด้านตัวความรู้วิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กูด (Good. 1973: 7) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หมายถึง ความสำเร็จ (Accomplishment) ความคล่องแคล่ว ความชำนาญ ในการใช้ทักษะหรือการประยุกต์ใช้ความรู้ต่างๆ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้มาจากผลการทดสอบของครู หรือผู้รับผิดชอบในการสอน หรือทั้งสองอย่างรวมกัน

นภาพร วงค์เจริญ (2550: 40) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว และวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 19) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของสมองในด้านต่างๆ ของนักเรียน ว่าหลังเรียนรู้เรื่องนั้นๆ แล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากพฤติกรรมเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นเพียงใด

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548: 27) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน

4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 167-169) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

4.2.1 จำแนกตามผู้สร้าง

1. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบทดสอบซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่วไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบทดสอบ

2. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-made tests) เป็นแบบทดสอบที่ครูเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ครูกำหนดไว้เฉพาะ

4.2.2 จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบทดสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

4.2.3 จำแนกตามการใช้

1. แบบทดสอบความพร้อม (Readiness test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็น สำหรับการเรียนรู้อีกวิชา บทเรียน หรือหน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา บทเรียน หรือหน่วยการเรียนนั้น

2. แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnosis test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ อันเป็นปัญหาของนักเรียน แบบทดสอบมุ่งตรวจสอบกลไกองค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่านักเรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3. แบบทดสอบสมรรถภาพ (Proficiency test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นต้น

4. แบบทดสอบเชิงสำรวจ (Survey test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไป ของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบทดสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่สุ่มได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบทดสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4.2.4 จำแนกตามการแปลผล

1. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-referenced tests) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยตนเอง

2. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced tests) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้ หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

4.2.5 จำแนกตามรูปแบบการตอบ

1. แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ (Supply type)

1.1 แบบทดสอบความเรียง (Essay test)

1.2 แบบทดสอบแบบตอบสั้น (Short answer)

1.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion)

2. แบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบ (Selection type)

2.1 แบบทดสอบแบบถูก-ผิด (True-false)

2.2 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching)

2.3 แบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-choice)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียม และพลังงานทดแทนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ความสามารถของผู้สอบ เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน โดยนำคะแนนสอบที่ได้ไปใช้แปลความหมายเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยกันเอง

4.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 174-191) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ (Specification of purpose)

จุดมุ่งหมายของการสอบจะต้องมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2. ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ (Test design)

การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และแนวทางการสร้างเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสอบและแบบทดสอบที่มีคุณภาพ การออกแบบการสร้างแบบทดสอบจะประกอบด้วยกิจกรรมการดำเนินงาน ดังนี้

2.1 วางแผนการทดสอบ (Testing plans)

2.2 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ (Test formats)

2.3 สร้างแผนผังการทดสอบ (testing map)

2.4 สร้างผังข้อสอบ (Test blueprint)

3. เขียนข้อสอบ (Item writing)

หลังจากการสร้างตารางผังข้อสอบแล้ว ครูจะมีความพร้อมสำหรับลงมือเขียนข้อสอบ การเขียนข้อสอบเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่คุณเขียนจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี และยังจะต้องมีความรู้ในเทคนิคการเขียน ตลอดจนการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญการเขียน ข้อสอบที่ดีควรมีลำดับขั้นตอนการเขียน ดังนี้

3.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ (Item specification)

3.2 ร่างข้อสอบ (Item drafting)

3.3 ทบทวนร่างข้อสอบ (Item review)

3.4 บรรณาธิการข้อสอบ (Item editing)

4. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ (Item tryout and analysis)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สำหรับการเรียนการสอนโดยทั่วไป เมื่อสร้างและ ทบทวนอย่างดีแล้ว ก็สามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้าเป็นไปไม่ได้และต้องการความมั่นใจควรนำข้อสอบไป ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มผู้สอบที่ตั้งใจจะนำไปใช้จริง เพื่อให้ ได้ผลการวิเคราะห์ก่อนข้างคงที่และน่าเชื่อถือ

จุดประสงค์ของการทดลองใช้ข้อสอบเพื่อให้ได้สารสนเทศว่า กลุ่มตัวอย่าง ตอบสนองต่อข้อสอบอย่างไร และมีปัญหาอะไรบ้าง การวิเคราะห์ผลการตอบจึงควรกระทำทั้งการ วิเคราะห์ทางกายภาพและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมมาจัดรวม เป็นแบบทดสอบที่ต้องการต่อไป

4.1 การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item analysis)

4.2 การคัดเลือกข้อสอบรวมเป็นแบบทดสอบ (Assembling the test)

4.3 การวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test analysis)

5. นำแบบทดสอบไปใช้ (Test administration)

เมื่อมีการเตรียมแบบทดสอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว การนำแบบทดสอบไปใช้วัดผล การเรียนรู้ของนักเรียนนั้น ครูจะต้องคำนึงถึงปัจจัยรอบด้านต่าง ๆ ที่จะมามีอิทธิพลต่อการแสดง ความสามารถในการตอบคำถามของนักเรียน ตั้งแต่คำสั่ง ระยะเวลาในการตอบ เงื่อนไขการสอบ และการตรวจให้คะแนน

6. วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ (Test analysis)

เมื่อได้นำแบบทดสอบไปใช้แล้ว ครูควรนำคะแนนสอบที่ได้มาศึกษาเพื่อทราบ ลักษณะของคะแนนสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย การกระจาย รูปแบบของการกระจาย จากนั้นจึงควรทำ การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อทราบคุณภาพของแบบทดสอบทางด้านความเที่ยงและความตรง

7. ปรับปรุงแบบทดสอบ (Test revision)

ปรับปรุงแบบทดสอบถามข้อบกพร่องที่พบเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มอื่น ๆ ที่มาจาก ประชากรเป้าหมายเดียวกัน การนำไปใช้ควรเป็นไปตามเงื่อนไขมาตรฐานที่กำหนดไว้ แล้วทำการ วิเคราะห์ซ้ำอีก ถ้าผลการวิเคราะห์ยืนยันว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ ควรพัฒนาปกติวิสัยหรือ เกณฑ์ เพื่อเป็นบรรทัดฐานของการเปรียบเทียบความหมายคะแนน และเก็บไว้ในคลังข้อสอบไว้ใช้ ต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ศึกษาตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรคู่มือครูเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 5 ด้าน คือ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน จำนวน 60 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน โดยสร้างแบบทดสอบให้ตรงตามผลการเรียนรู้และครอบคลุมสาระการเรียนรู้
4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน ไปหาคุณภาพ และคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพไว้ จำนวน 30 ข้อ
5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.4 แนวปฏิบัติในการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 19-23) ได้กล่าวว่า แนวคิดพื้นฐานสำหรับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสิ่งที่ครูจำเป็นต้องคิดวางแผนการดำเนินกิจกรรม ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการตอบคำถามหลัก 4 คำถาม ได้แก่ วัดและประเมินไปทำไม วัดและประเมินอะไร วัดและประเมินอย่างไร และตัดสินผลด้วยวิธีใด การตอบคำถามดังกล่าวจะช่วยกำหนดทิศทางและกรอบของกระบวนการวัดและประเมินให้ดำเนินไปอย่างเป็นระบบ ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานการวัดและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมิน

ตั้งจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินการเรียนรู้ โดยพิจารณาว่าวัดและประเมินไปทำไมหรือต้องการใช้สารสนเทศจากการประเมินไปใช้ตัดสินใจเกี่ยวกับอะไร

2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่มุ่งวัดและประเมิน

ระบุผลการเรียนรู้สำคัญที่ต้องการให้เกิดขึ้น อันเป็นเป้าหมายที่มุ่งวัดและประเมินว่าครอบคลุมเนื้อหาสาระ กำหนดขอบเขตให้ชัดเจน

3. สร้างเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมิน

วิธีการวัดและประเมิน ควรสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้และนักเรียน รูปแบบการประเมินที่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) การประเมินภาคปฏิบัติ (Performance assessment) การใช้แฟ้มสะสมงาน (Portfolio) การทดสอบ (Testing) การประเมินโดยใช้ศูนย์การประเมิน (Assessment centers) เป็นต้น

วิธีการวัดมีหลากหลาย ครูควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของการเรียนรู้ วิธีการวัดที่นิยมใช้ เช่น การทดสอบ การสัมภาษณ์ การสอบถาม การสังเกต การตรวจผลงาน การใช้แฟ้มสะสมงาน เป็นต้น แต่ละวิธีสามารถใช้เครื่องมือวัดได้แตกต่างกันตามความเหมาะสม

4. เก็บรวบรวมข้อมูล

ครูจัดกิจกรรมการวัดผลด้วยจำนวนความถี่และช่วงเวลา ตามที่วางแผนร่วมกับนักเรียน เช่น การทดสอบ การสังเกตพฤติกรรม การตรวจผลงานในแฟ้มสะสมงาน การใช้ศูนย์การประเมิน เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลที่สะท้อนความรู้ ความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะของนักเรียน

5. วิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจให้คะแนนการเรียนรู้จากเครื่องมือวัดผล ประมวลผล จำแนกตามผลการเรียนรู้ที่มุ่งวัดและประเมิน คำนวณคะแนนรวม และวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

6. ตัดสินคุณค่าของผลการเรียนรู้

ครูกำหนดรูปแบบการตัดสินคุณค่าของผลการเรียนรู้ เช่น การประเมินอิงกลุ่ม การประเมินอิงเกณฑ์ และการประเมินอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม เป็นต้น

7. รายงานผลและนำผลไปใช้ในการพัฒนา ปรับปรุงการเรียนรู้

จากการประเมินทำให้ครูได้สารสนเทศสำหรับนำไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน และตัดสินผลการเรียนรู้ของนักเรียน จุดมุ่งหมายสำคัญของการประเมินเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะของนักเรียนเป็นสำคัญ ในกรณีที่มีการประเมินทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ จึงสามารถนำสารสนเทศไปใช้ประโยชน์ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีแนวปฏิบัติในการประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้ ด้านความรู้ ประเมินจากการตอบคำถามในชุดกิจกรรม และแบบทดสอบ โดยนักเรียนต้องทำแบบทดสอบและตอบคำถามในชุดกิจกรรมได้อย่างน้อย 50 % ด้านทักษะกระบวนการและด้านคุณลักษณะ ประเมินจากการสังเกต โดยนักเรียนต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างน้อย 70 %

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยในประเทศ

สุมาลี โชติชุ่ม (2544: 85) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาวน์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาวน์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาวน์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิรพันธุ์ ทิศนศรี (2548: 72) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบซิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบซิปปากับการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบซิปปาหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้หลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรศรี ดาวรุ่งสวรรค์ (2548: 54) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมใจ มีสมวิทย์ (2548: 51) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด

แก้ปัญหาของนักเรียนโดยสอนแบบอริยสัจ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

วิลเลียม (William. 1981: 1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติ ผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง วิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุม 43 คน สอนด้วยวิธีการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง โดยทั้ง 2 กลุ่มทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

คอลลินส์ (Collins. 1990: 2783-A) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม เนื้อหาที่แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายนั้น เป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซตทั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดเวลา จัดประสบการณ์ด้านต่างๆ เช่น จัดภาพยนตร์ และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ย 5 คะแนน ซึ่งผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมิท (Smith. 1994: 2528-A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีทดสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่าการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2549: 145) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหา เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่มีวิธีการหาคำตอบมาก่อน อาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน แนวทางแก้ปัญหาคงต้องใช้เทคนิค วิธีการหรือกลยุทธ์ต่างๆ ซึ่งมีผู้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหามากมาย แต่ส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนคล้ายกัน ประกอบด้วย

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

อุดมลักษณ์ นักฟิ่งพุ่ม (2545: 62) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุจุดหมายตามที่ต้องการ

อุมาวิชญ์ อัจพรม (2546: 43) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีแบบแผน มีจุดมุ่งหมาย ซึ่งอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ความคิดและประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาใหม่

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 9) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหา เป็นความสามารถทางสมองในการจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับปรุงตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้สมดุลกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง

เมย์ (May. 1970: 266) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ซับซ้อนเกี่ยวกับการหยั่งเห็น การจินตนาการ การจับต้อง นามธรรม และความสัมพันธ์ทางความคิด

ครูลิติก และรุติติก (Krulik; & Rudnick. 1987: 4) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่แต่ละคนใช้ก่อนที่จะได้มาซึ่งความรู้ ทักษะและความเข้าใจ เพื่อจะดำเนินการตามความต้องการของสถานการณ์ที่ไม่เคยเจอ นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ต่าง ๆ ที่ตัวเองมีและประยุกต์ความรู้เหล่านั้นต่อสถานการณ์ใหม่ๆ และสถานการณ์ที่ต่างกัน

โซวชิค (Sovchik. 1989: 256) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหา เป็นกิจกรรมที่พยายามจะแก้สถานการณ์ให้ได้มาซึ่งคำตอบและคำตอบที่ได้จะไม่เกิดขึ้นทันที

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า การแก้ปัญหา หมายถึง การที่นักเรียนมีวิธีการในการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี และมีลำดับขั้นตอน โดยอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบ ต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่มุมหลายวิธีการ แล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุดที่ทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีผู้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

บลูม (Bloom. 1956: 122) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. เมื่อนักเรียนพบปัญหา นักเรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา
2. นักเรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่
3. จำแนกแยกแยะปัญหา
4. การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
5. การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา
6. ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

เวียร์ (Weir. 1974: 16-18) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเสนอปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 313) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา เป็นผลที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญาโดยกระบวนการในการแก้ปัญหานั้น ประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหา หรือค้นหาปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆ คือ อะไร
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาดูว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ชั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ชั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ชั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการนำเสนอวิธีแก้ปัญหานี้ใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด

5. ชั้นนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

ไบเยอร์ (Beyer. 1987: 46) ได้กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นระบุปัญหา (Identify a problem) คือ การตีความหมายของปัญหา โดยการใช้คำสำคัญเป็นแนวทาง

2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้เกิดความชัดเจน (Represent the problem) โดยระบุเป้าหมายที่ต้องการ อุปสรรคพร้อมสาเหตุ

3. ชั้นคิดหายุทธวิธีแก้ปัญหา (Invent a solution strategy) ด้วยการคิดหาวิธีที่เหมาะสมที่สุด

4. ชั้นแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เลือก (Carry out the plan)

5. ชั้นสรุปผล (Conclude) ด้วยการเสนอผลการแก้ปัญหาและแสดงหลักฐานประกอบ

6. ชั้นตรวจสอบผล (Check the results) ด้วยการประเมินคำตอบและวิเคราะห์การนำมาใช้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541: 107-110) ได้เสนอทักษะการคิดแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นตระหนักรู้ (Sensing problems and challenges) เป็นขั้นที่รู้ถึงสิ่งที่เป็นปัญหา กำหนดสิ่งที่เป็นประเด็นของปัญหา เป็นขั้นที่ฝึกให้มอง สังเกต และพัฒนาปมปัญหาอย่างไตร่ตรอง มีสติ และพิจารณาหาสาเหตุของสิ่งนั้น

2. ชั้นรวบรวมข้อมูล หรือขั้นท้าทายความจริง (Data finding หรือ Fact finding) เป็นขั้นที่พิจารณาเห็นปมของปัญหาแล้ว จะต้องค้นหา เก็บรวบรวมข้อมูล สอบถามค้นคว้าสิ่งที่คิดว่าเกี่ยวข้องกับปัญหา และจัดเรียบเรียงข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่เป็นการพยายามตอบคำถามของ Why what when where who how

3. ค้นหาคำตอบที่แท้จริง (Problem finding) มองเห็นความสำคัญของปัญหาใดเกิดก่อน-หลัง เข้าใจประเด็นสำคัญและเข้าใจการจัดการกับปัญหา

4. **ขั้นค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา (Idea finding)** เป็นขั้นที่คิดค้นหาวิธีในการแก้ปัญหาให้ได้หลายๆ วิธี แล้วรวบรวมผสมผสานความคิดต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อหาความคิดใหม่
5. **ขั้นค้นหาข้อสรุป (Solution finding)** เป็นการค้นหาข้อสรุปจากแนวทางหลายๆ ทางในการแก้ปัญหา เลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด และเป็นที่ยอมรับมากที่สุด
6. **ขั้นยอมรับข้อสรุปและดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือก (Acceptance finding)** เป็นการกำหนดขั้นตอน และปฏิบัติตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามที่ได้เลือกไว้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้น มาใช้ในการจัดกิจกรรมในชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ ขั้นเสนอปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สุภาพร เสียงเรืองแสง (2540: 102-103) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน ส่วนในรายสมรรถภาพย่อยในสถานการณ์ที่ 2 และที่ 3 แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

นารีรัตน์ พักสมบูรณ์ (2541: 100) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และบุคลิกแบบนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

หนึ่งนุช กภาพักดี (2543: 112) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถระดับสูงในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นันทนัช จิระศึกษา (2544: 109) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม (2545: 95) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนเมติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนเมติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

มนัสนันท์ สระทองเทียน (2548: 51) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดรุณี พรายแสงเพชร (2548: 54) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วนิตตา สีทองคำ (2549: 61) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน โดยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันโดยคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญนำ อินทนนท์ (2551: 95-99) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .01

กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน (2550: 88-93) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นภาพร วงศ์เจริญ (2550: 59-63) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบพหุปัญญา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นารีรัตน์ เรืองจันทร์ (2551: 69-75) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเผชิญสถานการณ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเผชิญสถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเผชิญสถานการณ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุพัตรา ฝ่ายพันธ์ (2552: 59-63) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วินุรักษ์ สุขสำราญ (2553: 68-71) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

การ์บริลี (Gabrielli. 1972: 5650-A) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูในมหาวิทยาลัย Syracuse จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษาและประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการศึกษาทั่วไป

มาฮาลิงัม; เซเฟอร์; และมอร์ลิโน (Mahalingam; Schaefer; & Morlino. 2008: 1577-1581) ได้ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาเป็นกลุ่มในรายวิชาเคมีทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า อุปสรรคหลักในการแนะนำให้ทำงานกลุ่มเกิดขึ้นกับห้องเรียนที่มีขนาดใหญ่ และการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนมีการเรียนรู้ดีขึ้น โดยครูสร้างรายวิชาขึ้นมาใหม่ที่รวมโครงสร้างการทำงานกลุ่มเข้าไปในการเรียนแบบเดิมเล็กน้อย และปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มยังทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น การใช้วิธีการในการแก้ปัญหาในกลุ่มเล็กทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมีสูงขึ้น

6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความมีเหตุผล

6.1 ความหมายของความมีเหตุผลและพฤติกรรมที่แสดงถึงความมีเหตุผล

ลักขณา ศรีวรรณ (2550: 6) ได้ให้ความหมายว่า ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงความคิดเห็นของนักเรียน การตรวจสอบความถูกต้องและการยอมรับอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกต หรือการทดลองที่เชื่อถือได้ ไม่เชื่อโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์

อ็อฟเฟินไฮเมอร์ (สาคร เพ็ชรสีม่วง. 2542: 21-22; อ้างอิงมาจาก Oppenheimer. n.d.) ได้ให้ความหมายว่า ความมีเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการวิจัย ค้นคว้าที่ต้องมีเหตุผล ประกอบการทำงาน ไม่เชื่อมงายในเรื่องโบราณ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549: 134) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนที่ชี้บ่งเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผล มีดังนี้

1. ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
2. เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ

3. พยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่เหตุและผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

4. อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

5. หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น

6. ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

7. เเสาะแสวงหาหลักฐาน หรือข้อมูลจากการสังเกต หรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย

8. รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า ความมีเหตุผล หมายถึง กระบวนการของเหตุผลเพื่อเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เริ่มจากการตั้งปัญหาที่ชัดเจนและตั้งสมมติฐาน มีการระบุเหตุผลบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีการแปลผลและทดสอบสมมติฐานมากกว่าหนึ่งขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องในการตอบปัญหาที่ตั้งไว้ ซึ่งในงานวิจัยนี้วัดจากแบบทดสอบที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของ Anton E. Lawson

6.2 การประเมินและการแปลผลการประเมิน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549: 134) ได้กล่าวว่า เป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อต้องการปลูกฝังพฤติกรรมด้านเจตคติไปพร้อมกับการพัฒนาความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนควรเรียนรู้จากการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์จนเกิดคุณลักษณะที่ดีเป็นนิสัยติดตัวตลอดไป การให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรม การบันทึกคะแนนและการนำผลการประเมินไปใช้พัฒนานักเรียน มีแนวปฏิบัติดังนี้

6.2.1 การให้คะแนน

การประเมินด้านเจตคติทำได้โดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ และรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ไว้เป็นระยะอย่างต่อเนื่อง การประเมินแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องประเมินครบทุกคุณลักษณะ จะกระทำกับคุณลักษณะที่สามารถประเมินได้เท่านั้น และต้องมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนเพื่อให้ได้ข้อมูลครบทุกคุณลักษณะและเป็นข้อมูลที่มีความเที่ยงตรง

นอกจากนี้เกณฑ์การประเมินควรมีทั้งปริมาณหรือจำนวนครั้งของการแสดงออก และด้านคุณภาพหรือลักษณะที่แสดงออก เกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนและผลการประเมินจากผู้ประเมินหลายคนจะช่วยให้ผลการประเมินด้านเจตคติมีความน่าเชื่อถือสูงขึ้นด้วย

6.2.2 การบันทึกผล

การบันทึกผลการประเมินทำได้หลายวิธี เช่น บันทึกด้วยการเขียนบรรยาย พฤติกรรมการแสดงออกหรือแนวการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งบันทึกนี้จะสะท้อนถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ หรือตรวจสอบระดับพฤติกรรมการแสดงออกโดยบันทึกในแบบสำรวจรายการ ครูสามารถออกแบบแบบบันทึกได้เองตามความเหมาะสม และการประเมินควรให้ครูประเมินนักเรียน และนักเรียนได้ประเมินตนเองด้วย ผลการประเมินจากครู นักเรียน หรือผู้เกี่ยวข้องจะต้องนำมาตรวจสอบเปรียบเทียบพิจารณาร่วมกัน ผลการประเมินใดที่ไม่สอดคล้องกันควรตรวจสอบหรือประเมินผลซ้ำจนแน่ใจในสาเหตุของปัญหา และทุกฝ่ายให้การยอมรับต่อผลการประเมินนั้นได้ จึงลงข้อสรุปและเสนอแนวทางการพัฒนาเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างแท้จริง

6.2.3 การนำผลการประเมินไปใช้พัฒนานักเรียน

ผลการประเมินด้านเจตคติสามารถนำไปใช้ได้ 2 ลักษณะ คือ

6.2.3.1 เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน ผลการประเมินที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างครูและนักเรียน สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนได้ดังนี้

ผลการประเมินอยู่ในระดับมาก แสดงว่านักเรียนมีระดับของเจตคติสูงอยู่แล้ว ครูจึงควรส่งเสริมนักเรียนให้มีการพัฒนาที่มีระดับสูงมากขึ้น

ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางหรือน้อย ครูควรปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

ในการบันทึกผลการประเมินของครูและนักเรียนไม่สอดคล้องกัน ครูควรวิเคราะห์ผลการประเมินที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการประเมินของตนเองอีกครั้ง

6.2.3.2 เพื่อตัดสินผลการเรียนปลายภาค ครูจะต้องประเมินพฤติกรรมการแสดงออกเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นระยะ ๆ แล้วนำมาสรุปถึงพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนในภาพรวม โดยครูจะนำผลสรุปที่ได้จากการประเมินนี้ไปเป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินผลการเรียนปลายภาค ซึ่งครูแต่ละคนอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของการประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกันได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีการประเมินและการแปลผลการประเมิน โดยสังเกต พฤติกรรมของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ และรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ไว้เป็น ระยะเวลาอย่างต่อเนื่อง และนำผลการประเมินไปใช้พัฒนานักเรียน

6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความมีเหตุผล

งานวิจัยในประเทศ

วิชชุดา งามอักษร (2541: 104) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมี เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือ ครู ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ (2542: 85-86) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอน โดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

ระพินทร์ คร้ามมี (2544: 80) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชา สังคมโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนแบบแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความ สามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีวดี สิงหาเวช (2548: 57) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับ การสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงการ วิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างเรียนกับหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กาญจนา กภาพักดี (2550: 62-67) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ด้านการมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบซิปปา มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ด้านการมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบซิปปา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบซิปปา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ด้านการมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

อัจฉรา ลุนจักร (2549: 51-54) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และค่านิยมด้านการมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และค่านิยมด้านการมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และค่านิยมด้านการมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

เรย์ (Ray. 1979: 3220-A) ได้ทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับต่ำ กับคำถามระดับสูง ในการสอนวิชาเคมีที่มีต่อเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับสูง (คำถามชั้นความเข้าใจ ชั้นการนำไปใช้ ชั้นการวิเคราะห์ และชั้นประเมินค่า) อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ถามด้วยคำถามระดับสูง สามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของควมมีเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง