

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเว็บเคสที่วิชาเคมี เรื่อง พันธะโภคเณต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารหลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบเว็บเคสที่

- 1.1 กำหนดความของเว็บเคสที่
- 1.2 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองกับการออกแบบเว็บเคสที่
- 1.3 องค์ประกอบของเว็บเคสที่
- 1.4 หลักการออกแบบและสร้างบทเรียนแบบเว็บเคสที่

2. การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

- 2.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้
- 2.2 ระดับของการสืบเสาะหาความรู้
- 2.3 จิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.4 บรรยายการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.5 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน
- 2.6 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

3. สาระสำคัญวิชาเคมี เรื่อง พันธะโภคเณต์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยในประเทศไทย
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนรู้แบบเว็บเกวส์ท (WebQuest)

1. คำจำกัดความของเว็บเกวส์ท

Dodge (1995 ; ข้างล่างนี้ใน ปีะรัตน์ คัญทัพ. 2545 : 32) ได้ให้นิยามของ เว็บเกวส์ทไว้ว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะเป็นหลัก (Inquiry-Oriented Activities) โดยที่แหล่งข้อมูลส่วนใหญ่อยู่บนระบบอินเทอร์เน็ต และครุผู้สอนได้ทำ การคัดเลือกมาแล้วว่า เป็นเว็บไซต์ที่เหมาะสม เน้นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เป็นสิ่งที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และปฏิบัติได้จริงตามความเหมาะสมของเด็กแต่ละระดับ

วัฒน์ อติศัพท์ (2546 : 52) ได้ให้นิยามของเว็บเกวส์ท (WebQuest) ว่า เว็บเกวส์ท คือกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการสำรวจหาความรู้ โดยใช้เทคโนโลยี สารสนเทศเป็นฐานในการปฏิสัมพันธ์ กับผู้เรียนบนแหล่งต่างๆ ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สารสนเทศนักเรียนมากกว่าการสำรวจหาสารสนเทศสนับสนุนผู้เรียนในขั้นการ เว็บเกวส์ทเน้นการใช้สารสนเทศ มากกว่าการสำรวจหาสารสนเทศสนับสนุนผู้เรียนในขั้นการ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้จินตนาการและทักษะ การแก้ปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องค้นพบคำตอบ และสร้างสรรค์ด้วยตนเองผ่านทางเว็บไซต์ที่ ครุผู้สอนแต่งอเนกประสงค์มีความหมาย

นวลนดา สงวนวงศ์ทอง (2547 : 41) ให้นิยามว่า เว็บเกวส์ท เป็นเว็บที่มีการ ออกแบบให้มีกิจกรรมการสอนในลักษณะ Inquiry-oriented เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ความรู้ จากการค้นคว้าด้วยตนเอง โดยผู้เรียนสามารถหาข่าวสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจากทรัพยากรที่ กำหนดให้หรือจากช่องทางอื่นๆ ทางอินเทอร์เน็ต

March (2004 : 7-42 ; ข้างล่างนี้ใน ภูหลวง สิมาชัย. 2551 : 21) กล่าวถึงเว็บเกวส์ท ว่าเว็บเกวส์ทเป็นการจัดโครงสร้างในการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นโครงสร้าง (Scaffolded Learning Structure) โดยใช้ตัวเชื่อมโยง (Link) ไปยังแหล่งต่างๆ บนเครือข่ายเว็บทั่วโลก (World Wide Web) และมีงานต่างๆ ซักชิ้น ให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ จากชื่อคำานานนๆ พัฒนาทักษะเฉพาะ และกระบวนการของกลุ่ม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลใหม่ๆ ไปใช้แก้ปัญหาได้ด้วย ความเข้าใจ

Peterson et al. (2003 : 9 – 38 ; ข้างล่างนี้ใน ภูหลวง สิมาชัย. 2551 : 20) กล่าวว่า เว็บเกวส์ท เป็นกลุ่มของข้อปัญหา และงานต่างๆ ให้ผู้เรียน ได้พยายามเข้าศึกษาข้อมูลเนื้อหา ต่างๆ และยังเป็นการชี้แนะให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูลตามที่ครุผู้สอนได้เจาะจงแหล่งข้อมูลเว็บต่างๆ ซึ่งสนับสนุนการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หรือการเรียนร่วมกัน (Teams in a Class)

Lasley, Matczynski, และ Rowley (2002 ; อ้างถึงใน ชาคริต อันนันต์วนวงศ์. 2549 :

13) กล่าวว่า เว็บเคสว์ คือ วิธีทางในการแสวงหาความรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ กัน กิจกรรมกลุ่มนี้จะให้ผู้เรียนร่วมกันเข้าใจถึงเนื้อหาต่างๆพัฒนากระบวนการในการปฏิสัมพันธ์ ของกลุ่ม อีกทั้งยังนำข้อมูลพื้นฐานที่ครุภู่สอนแนะนำจากแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตไป ประยุกต์ใช้ได้

การเรียนรู้โดยใช้เว็บเคสว์นั้น จะมี“งาน” เป็นตัวกำหนด ซึ่งงานเหล่านี้ออกแบบมา ให้นักเรียนสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง และพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหา ไม่มี การกำหนดคำตอบสุดท้ายของงานไว้ล่วงหน้า ทั้งนี้ก็เพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการ ในการกระบวนการต่างๆ อันเป็นที่มาของกรอบค้นหาคำตอบในปัญหานั่นๆ (Kenton Lefketman 2007 ; อ้างถึงในจริยา สมประสงค์. 2552 : 7)

ดังนี้อาจสรุปคำจำกัดความของเว็บเคสว์ ให้ว่า เป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สื่อส่วนส่วนที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต หรือทรัพยากรการเรียนรู้อื่นๆ ที่ครุภู่สอนจัดเตรียมไว้ให้ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ครุภู่สอนไม่ได้กำหนดที่ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนแต่ ฝ่ายเดียว แต่เป็นผู้จัดกลุ่ม เรียนเรียง และลำดับความรู้ต่างๆ ให้อ่านวิเคราะห์และคิดวิเคราะห์ ให้เข้าถึงความรู้นั้นๆ อย่างเป็นระบบ เป็นขั้นเป็นตอน

ลักษณะของเว็บเคสว์ที่สำคัญคือ แสดงเพียงโครงร่างเนื้อหา เป็นกรอบของ ความรู้ที่ผู้เรียน ต้องหรือควรศึกษา ไม่ได้นุ่งแสดงเมื่อหารายละเอียดของความรู้นั้นๆ ที่ชี้ชัด ลงไปโดยตรงดังเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วๆ ไป ที่ออกแบบโดยระบุเนื้อหาเฉพาะ เพียงกรอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการเพ่านั้น วิธีการของเว็บเคสว์ในการเข้าสู่ เนื้อหาความรู้ต่างๆ โดยใช้ตัวเชื่อม โยงบนหน้าเว็บเพจหลักของกรอบ โครงสร้างเนื้อหาที่ถูก ออกแบบ เรียนเรียงและลำดับไว้แล้วนั้น เชื่อมโยงไปยังแหล่งความรู้อื่นๆ ในเว็บไซต์อื่น ที่ผู้สอนพิจารณาเห็นว่ามีเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน

ด้วยคุณลักษณะของเว็บเคสว์ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถ เลือกและย่อย่องค์ความรู้ต่างๆ รวมถึงจับกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ได้อย่างอิสระ ลดความลังเลกังวล ต้องการ ความสามารถทางสติปัญญา ทั้งของตนเอง และของกลุ่ม ได้ สนับสนุนผู้เรียนในขั้น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้จินตนาการและทักษะ การแก้ปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องค้นพบคำตอบและสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านทาง เว็บไซต์ที่ครุภู่สอนเสนอแนะ ไว้อย่างมีความหมาย

2. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองกับการออกแบบเว็บเคสที่

จากคุณลักษณะของเว็บเคสที่ถูกตั้งที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เว็บเคสที่ได้รับการออกแบบ จะใช้เวลาของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ นั่นการใช้สารสนเทศมากกว่าการแสวงหาสารสนเทศ เว็บเคสที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้จินตนาการและทักษะการแก้ปัญหา คำตอบสุดท้ายยังไม่ได้ให้ไว้ก่อน ดังนั้นผู้เรียนจะต้องค้นพบและสร้างสรรค์ด้วยตนเอง จึงทำให้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเข้ามายืนหนาทอย่างสูงในการส่งเสริมการเรียนรู้ในยุคสังคมสารสนเทศ

2.1 หลักการของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

สุนีย์ hempselthii (2542 : 3) ได้เสนอ หลักการของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. คนเราจะไม่รู้อย่างแท้จริงว่าโลกเป็นอย่างไร คนแต่ละคนจะสร้างความเชื่อเกี่ยวกับโลกหรือสิ่งต่างๆขึ้น จนเปลี่ยนแปลงความเชื่อวันนั้นคือ ความจริง (Reality)
2. คนเรามีความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่แล้ว หากได้รับข้อมูลหรือสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติม เขาก็อาจเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่มีอยู่เดิมได้
3. คนเราสร้างความจริงบนพื้นฐาน 1) ความเชื่อที่มีอยู่ก่อนแล้ว
2) ความสามารถในการให้เหตุผล และ 3) ความปรารถนาที่จะประสบความเชื่อกับสิ่งที่ตนสังเกตได้ เชิงประจักษ์

ไสว พิกขワ (2544 : 153 - 155) ได้สรุปเกี่ยวกับหลักการของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. ความรู้ คือ โครงสร้างทางปัญญาที่บุคคลสร้างขึ้นเพื่อคลายสถานการณ์ที่เผชิญ
2. ความรู้เกิดจากตัวผู้เรียน ผู้เรียนไม่ได้มีแต่ความว่างเปล่าแต่ผู้เรียนจะดูซึ่งสารสนเทศใหม่เข้ากับความรู้เดิมหรือปรับเปลี่ยนสารสนเทศใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิม
3. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความหมายแก่สิ่งที่ได้เรียนผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความหมายในสิ่งที่ได้เรียน โดยการนำมารีเฟร์ม โยงกับความรู้เดิมหรือประยุกต์การณ์เดิม
4. กิจกรรมการเรียนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความสามารถตามความเชื่อของตน กิจกรรมการเรียนที่มีลักษณะตั้งกล่าวจะช่วยให้เกิดการสร้างความหมายกับสารสนเทศใหม่ที่ได้รับ

5. การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคมซึ่งเกิดขึ้นโดยการสื่บสาร่วมกัน การเรียนแบบที่มีความร่วมมือกันในการเสาะหาความรู้ร่วมกันจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ลึกซึ้งและกว้างขวางขึ้น เพราะเขาได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น และเป็นการขยายทัศนะของตน ให้กว้างขึ้น

จากหลักการของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จึงสรุปได้ว่า ประสบการณ์ใหม่ที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม เป็นกุญแจสำคัญของการให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่เขาอยู่ นั่นคือ ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัย หลักการเพื่อนต่อ ระหว่างการเรียนรู้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วกับการเรียนรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น โดยผู้เรียนปรับสารสนเทศใหม่กับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม จนในที่สุดจึงเกิดความเข้าใจใหม่

2.2 คุณลักษณะของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีข้อตกลงร่วมกัน 4 ประการ เกี่ยวกับคุณลักษณะของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้ (สุนีย์ หนะประสิตชี 2542 : 18-19)

1. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องอาศัยสัมผัสทั้งห้า คือ การดู ฟัง อ่าน เขียน ปฏิบัติ/ ทำ
2. การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้น ย้อมขึ้นอยู่กับความเข้าใจในบทเรียน ปัจจุบัน ผู้เรียนอาจมีความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เกิดที่ช่วยเสริม / สนับสนุนหรืออาจขัดขวาง / อุปสรรคต่อการเรียนรู้ใหม่ ดังนั้น ครูต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์และสร้างความเข้าใจในบทเรียน
3. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้สะดวกเมื่อมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ผู้เรียนต้องร่วมกันคิด ปฏิบัติ และสื่อสารซึ่งกันและกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการกรุ่น (Group process) หรือการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning)
4. การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) จะต้องดำเนินการภายใต้การปฏิบัติในสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด การจัดการเรียนการสอนภายใต้สภาพจริงหรือใกล้เคียง จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจอย่างแท้จริง มากกว่าความรู้ที่เกิดจากความจำ นั่นคือต้องให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยการปฏิบัติและโดยการคิดทางจิตใจ (Hands – on and minds – on experience)

2.3 การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2.3.1 ผู้สอนมีหน้าที่ขัดการให้ผู้เรียนขยายโครงสร้างทางปัญญา

(สร้างความรู้) โดยมีสมมติฐานดังนี้

1) นำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งปฏิสัมพันธ์ต่อสังคมและตัว

ผู้เรียนเองก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

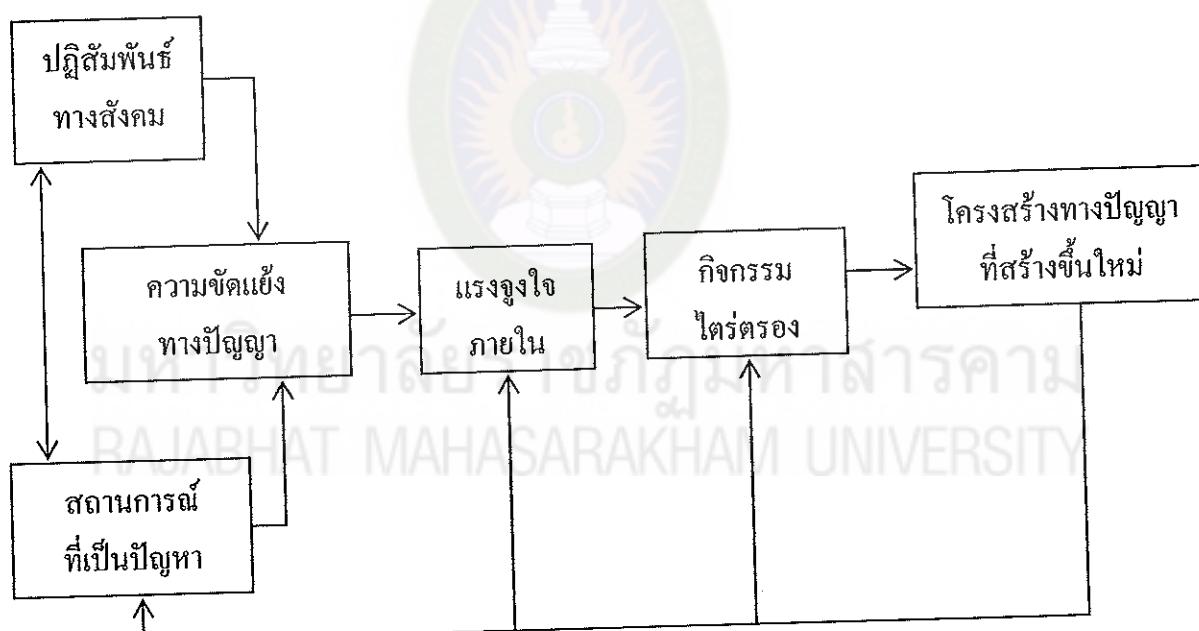
2) ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจให้เกิดกิจกรรมการคิดไตร่ตรอง

เพื่อสร้างความรู้ที่จะขัดความขัดแย้งนั้น

3) การคิดไตร่ตรองบนฐานของประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญา

ที่มีอยู่เดิมภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะกระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างทางปัญญา

เกี่ยวกับสิ่งนั้นขึ้นมาใหม่



ภาพที่ 2 กระบวนการสร้างความรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ที่มา : ไฟจิต ศดวากการ (2539 : 3)

2.3.2 จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความสนใจ

ของผู้เรียนคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.3.3 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้

คิดเป็น ทำเป็น และฝรั่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

2.3.4 มีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเชิญสถานการณ์และ การประยุกต์ความรู้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

2.3.5 ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้ออกความรู้มาเป็นผู้อำนวยความสะดวก

โดยการ

- 1) จัดบรรยากาศ สภาพเวลารื่น
- 2) วางแผนการจัดกิจกรรม
- 3) สื่อการเรียน
- 4) ให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้
- 5) กระตุ้นผู้เรียน โดยการตั้งคำถาม
- 6) ให้กำลังใจ
- 7) ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 8) ให้ข้อมูลย้อนกลับ

2.3.6 ผู้สอนเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและ

แหล่งวิทยาการต่างๆ

2.3.7 ใช้วิธีที่หลากหลายในการประเมินผู้เรียน โดยเน้นการประเมิน

ตามสภาพจริง

จากหลักการและกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ด้วยตนเองดังกล่าว อาจสรุปบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เมื่อยกเทียบบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
1. เป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน	1. เกิดการเรียนรู้ร่วมกันหรือการเรียนแบบร่วมมือ
2. ลดการบรรยาย เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ตามสภาพจริง	2. มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง
3. เป็นนักจัดการชั้นเรียน เป็นนักวิจัยในชั้นเรียน เป็นนักวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง	3. เป็นผู้สร้างการเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง

บรรยกาศในห้องเรียนของการเรียนการสอนแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองและแบบดึงเดิน มีความแตกต่างกัน พอสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบสภาพห้องเรียนที่สอนแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองและแบบดึงเดิน

ห้องเรียนแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	ห้องเรียนแบบดึงเดิน
<ol style="list-style-type: none"> นำเสนองานลักษณะโดยรวมไปสู่ส่วนย่อย โดยเน้นโน้มติหลักหรือโน้มติที่สำคัญ ให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับการให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กิจกรรมการเรียนรู้เน้นการใช้แหล่งข้อมูลปัจจุบันและสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้เรียนเป็นเหมือนนักคิดที่ค้นพบทฤษฎีเกี่ยวกับโลก ผู้สอนการเป็นผู้มีปฏิสัมพันธ์ และจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ผู้สอนมุ่งค้นหาแนวคิดของผู้เรียน เพื่อทำความเข้าใจการเสนอโน้มติของผู้เรียนอันจะเป็นประโยชน์ในการขับเคลื่อนต่อๆ ไป การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจะควบคู่ไปกับการสอน เกิดขึ้นโดยผู้สอนสังเกตผ่านการปฏิบัติงานของผู้เรียน จากการแสดงผลงานและเพิ่มผลงานของผู้เรียน ผู้เรียนเริ่มจากปฏิบัติงานในกลุ่ม 	<ol style="list-style-type: none"> นำเสนอหลักสูตรจากส่วนย่อยไปสู่ส่วนรวมด้วยการเน้นทักษะพื้นฐาน ยึดหลักสูตรเป็นหลัก คือ เน้นเนื้อหาสาระตามที่หลักสูตรกำหนด กิจกรรมการเรียนรู้เน้นการใช้ตัวรากแบบฝึกหัด ผู้เรียนเหมือน “กระดานชนวนที่วางเปล่า” ที่ผู้สอนจะเป็นผู้บันทึกหรือจารึกความรู้ลงไป ผู้สอนทำหน้าที่สอนด้วยการเผยแพร่ความรู้ให้ผู้เรียน ผู้สอนมุ่งค้นหาคำตอบที่ถูกต้องเพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนคิดแยกจากการสอน และเก็บทั้งหมดใช้การทดสอบเป็นหลัก ผู้เรียนเริ่มจากปฏิบัติงานตามลำพัง

ที่มา : นัดดา อังสุโวทัย (2550 : 64 - 65)

จะเห็นว่า สภาพการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน มีการจัดชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ให้เกิดกระบวนการรักษา ฝึกให้ผู้เรียนเป็นนักคิด นักค้นคว้า แล้วหากความรู้ด้วยตนเอง และส่งเสริมกระบวนการรักษา

ความเป็นผู้รู้ด้วยการ อ่าน พูด ดู ทำ /ปฏิบัติ โดยผู้สอนเป็นผู้จัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียน และเพื่อสังเกต ประเมินผลกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องเพื่อเข้าใจในมิติของผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้สึก ต่อผลงานและต่อการเรียนเพื่อการปรับปรุงตนเองต่อไป

3. เป้าหมายและองค์ประกอบของเว็บเคสท์

3.1 เป้าหมายของบทเรียนเว็บเคสท์

Dodge (1997 : Web Site) กล่าวว่า เป้าหมายของบทเรียน (Instructional Goal) แบบเว็บเคสท์ ได้แบ่งตามช่วงระยะเวลาที่ผู้เรียนศึกษา คือ

1. การออกแบบเว็บเคสท์ในระยะแรก (Short Term WebQuests) มีช่วงระยะเวลาระหว่าง 1 – 3 ภาคเรียน ผู้ออกแบบต้องคำนึงว่าผู้เรียนจะเริ่มเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับเว็บเคสท์ที่มีลักษณะเป็นอย่างไร คุณภาพและกระบวนการเรียนรู้ (Knowledge Acquisition) และเริ่มจับกลุ่มทำความรู้จักกับ สังคมใหม่ ซึ่งนี้เป็นช่วงที่สำคัญเนื่องจากช่วงคลาส จะมีผลต่อการเข้าถึงเนื้อหา ความรู้ใหม่ๆ รวมทั้งการทำความเข้าใจในเรื่องต่างๆ

2. การออกแบบเว็บเคสท์ในระยะยาว (Long Term WebQuest) นับตั้งแต่มีการเรียนการสอนเป็นระยะเวลาหลายๆ สัปดาห์ หรือหลายๆ เดือนขึ้นไป สิ่งที่สำคัญ ได้ว่าได้เข้าสู่เว็บเคสท์ ระยะนี้แล้ว คือ ผู้เรียนจะมีการวิเคราะห์เนื้อหา สาระความรู้ต่างๆ อย่างลึกซึ้ง มีการตีความหมาย (Transformed) ใหม่และสรุป/ป้องความเข้าใจนั้น โดยสร้าง บางสิ่งบางอย่างขึ้นมา (อาจอยู่ในรูปแบบพฤติกรรม หรือรูปแบบกิจกรรมการปฏิสัมพันธ์ต่างๆ เป็นต้น) จากนั้นจึงตอบสนองออกไป ไม่ว่าจะออนไลน์หรือออฟไลน์ ก็ตาม

3.2 องค์ประกอบของเว็บเคสท์

Dodge กล่าวต่ออีกว่า การตั้งคำถาม หรือประเด็นคำถามที่ชักชวนจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ในการเรียน และเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย เว็บเคสท์ ควรมีองค์ประกอบขั้นต่ำ 6 องค์ประกอบ ได้แก่ ส่วนนำ (Introduction) ภารกิจ (Task) แหล่งความรู้ (Information Source) กระบวนการ (Process) การชี้แนะ (Guidance) และสรุป (Conclusion)

สำหรับวสันต์ อติศพท. (2547 : 26) กล่าวว่า เว็บเคสท์ที่ดีจะต้องออกแบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครุยเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน มีช่องทางที่ยืดหยุ่นให้ผู้เรียนได้แสดงออก รวมทั้งสามารถเชื่อมต่อกับแหล่งความรู้ได้

หากหลักฐานแบบ โดยได้สรุปองค์ประกอบของเว็บแวร์ที่ไว้ 6 ประการ ได้แก่ ส่วนนำ (Introduction) การกิจ (Task) กระบวนการ (Process) ขั้นชี้แหล่งความรู้ (Resources) ประเมินผล (Evaluation) และสรุป (Conclusion)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบองค์ประกอบของเว็บแวร์ ตามความเห็นของ Dodge กับวัสดันต์ อติศพ์

ความเห็นของ Dodge (1997)	ความเห็นของ วัสดันต์ อติศพ์ (2547)
1) ส่วนนำ (Introduction) เป็นส่วนเกริ่นนำถึงปัญหา หรือสิ่งที่นำเสนอไป ก่อนผู้เรียนจะเข้าถึงเนื้อหา	1) ส่วนนำ (Introduction) เป็นขั้นเตรียมตัวผู้เรียนในการเข้าสู่ กิจกรรมการเรียนการสอน เช่น สถานการณ์ หรือปัญหาซึ่งเป็นกรอบกว้างๆ
2) การกิจ (Task) คือ กิจกรรมที่สามารถทำได้ ซึ่งเป็นประเด็นที่ สนใจหรือต้องการค้นหาคำตอบ ลักษณะของ กิจกรรม ได้แก่ ผู้เรียนทึกยานเนื่อหาที่ผู้สอนออก แบบไว้ ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลตามที่ผู้สอนกำหนด และผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมกัน	2) การกิจ (Task) เป็นข้อปัญหา หรือประเด็นที่ผู้เรียน ต้องการคำตอบ
3) แหล่งความรู้ (Information Sources) คือ แหล่งของความรู้ หรือข้อมูลต่างๆ ที่ผู้เรียน สามารถเข้าถึงได้ ด้วยตนเองอาจอยู่ในรูปแบบ ของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น Website, E-Book, E-Conferencing ตลอดจนฐานข้อมูลออนไลน์ผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมทั้ง หนังสือ และ เอกสารต่างๆ เป็นต้น เพื่อตอบคำถามในประเด็น ต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน	3) การชี้แหล่งความรู้ (Resources) เป็นการให้แหล่งสารสนเทศที่มีบน World Wide Web เพื่อว่าผู้เรียนสามารถนำสาระ ความรู้นั้นมาแก่ปัญหาได้

ความเห็นของ Dodge (1997)	ความเห็นของ วสันต์ อติศพท์ (2547)
4) กระบวนการ (Process) คือ กระบวนการ หรือลำดับขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติ อยู่ในรูปแบบกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในประเด็นต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน	4) กระบวนการ (Process) เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมนั้น ควรเน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และกระบวนการเรียนแบบร่วมมือ
5) การชี้แนะ (Guidance) เป็นตัวช่วยในการจัดลำดับความคิดของผู้เรียน อยู่ในรูปแบบของคำถามย่อย เพื่อเป็นกรอบในการเข้าองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง	—
6) สรุป (Conclusion) เป็นการสรุปประเด็นที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ อีกทั้งเน้นย้ำ (Encourages) ประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนได้ศึกษา	5) ประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นคิดตามว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์อย่างไร เพียงไร ควรเน้นการวัดผลในสภาพที่เป็นจริง ซึ่งอาจมีการจัดทำเพื่อข้อมูล 6) สรุป (Conclusion) เป็นขั้นสรุปความคิดรวบยอด ที่ผู้เรียนช่วยกันแสวงหา และสร้างขึ้นมาเอง

เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของเว็บเคสที่ ดังคำกล่าวของ Dodge แสดงเพียงแค่ว่า ภายในเว็บเคสที่ ควรจะมีองค์ประกอบใดๆ บ้าง ในองค์ประกอบต่างๆ อาจเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน หรือสามารถถัดไปกันได้ ซึ่งแตกต่างจากมุมมองของ วสันต์ อติศพท์ ที่พิจารณา จัดลำดับ ให้เป็นขั้นตอนของการเรียนการสอน มีความเป็นวิธีการสอนมากขึ้น และได้เสนอ ส่วนประเมินผลเข้ามาด้วย ดังนั้นจึงสามารถสรุปองค์ประกอบของเว็บเคสที่ ได้คือ ส่วนนำ การกิจ แหล่งความรู้ กระบวนการ การชี้แนะ การประเมินผล และสรุป

สำหรับการวัดและประเมินผลในการค้นคว้าวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวัด และประเมินผลการเรียนของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเน้นการวัดประเมินผลในสภาพจริงในรูปแบบของการประเมินเชิงมิติ (Rubrics) ที่มีการกำหนดเกณฑ์ต่างๆ ที่ชัดเจน รวมทั้งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน จะดำเนินการประเมินภายนอก เครื่อข่ายอินเตอร์เน็ต

4. หลักการออกแบบและสร้างบทเรียนแบบเว็บเคฟท์

4.1 หลักการออกแบบบทเรียนแบบเว็บเคฟท์

วัสดุที่ ๐๒๕๖ (๒๕๔๖ : ๕๘ – ๕๙) ได้เสนอหลักการสำคัญในการออกแบบบทเรียนแบบเว็บเคฟท์เพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียนระดับต่างๆ ดังนี้

1. จัดทำหัวเรื่องที่เหมาะสมกับการสร้างบทเรียนแบบ

เว็บเคฟท์การพัฒนาบทเรียนแบบเว็บเคฟท์ เป็นการสร้างสรรค์ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสภาพแวดล้อมใหม่ด้วยการประกอบกิจกรรมเองเป็นหลัก นักพัฒนาบทเรียนจึงต้องเดือดหัวเรื่องที่เหมาะสมลงใจผู้เรียน

2. จัดทำแหล่งสนับสนุนการเรียนรู้เว็บไซต์ต่างๆ เป็นแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญที่จะต้องได้รับการจัดทำ คัดสรร และจัดหมวดหมู่เป็นอย่างดี ผ่านการกลั่นกรองว่ามีเนื้อหา ที่สอดคล้องต่อหลักสูตร และวัตถุประสงค์ของบทเรียน

3. ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน การสร้างกิจกรรมในบทเรียนแบบเว็บเคฟท์นี้ มีสิ่งที่ควรคำนึงดึงดูดไว้เป็น

3.1 เน้นการใช้กิจกรรมกลุ่ม ที่ให้ผู้เรียนร่วมกันประกอบกิจกรรมร่วมกันคิดร่วมประสบการณ์ และร่วมกันสร้างสรรค์ผลงานออกมานั้นในชั้นเรียน ห้องสมุดห้องคอมพิวเตอร์หรือแม่เต๊ะที่บ้าน

3.2 การยุงใจผู้เรียน ด้วยการให้ผู้เรียนเข้าไปเมืองนาทในบทเรียนในรูปของบทนาทสมมติให้มากที่สุด สร้างสถานการณ์ให้น่าสนใจ เร้าใจ ให้พากษาติดตามร่วมกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง

3.3 การพัฒนารูปแบบรายวิชาเดี่ยว หรือแบบสาขาวิชาการในรูปแบบแรกอาจดูง่ายในการพัฒนาแต่อาจจะจำกัดการเรียนรู้ สร้างประสบการณ์ชีวิตในบริบทจริง ในขณะที่รูปแบบหลังส่งเสริมประเด็นนี้ได้ดีกว่า และสร้างประสบการณ์เชิงลึกแก่ผู้เรียน

4. พัฒนาโปรแกรม สามารถทำได้ด้วยทั้งการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างเว็บเพจ ด้วยตนเอง จากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปประเภท FrontPage, Dreamweaver, Composer, cte. หรือการจัดทำต้นแบบ (Template) ที่มีอยู่แล้ว ซึ่งทำให้ง่ายเพราเพียงแต่ออกแบบกิจกรรม และ เอาเนื้อหาใส่เข้าไป ซึ่งจะลดปัญหาด้านความจำถ้าเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ลง ไปผู้ที่ต้องการต้นแบบนี้สามารถหาได้จาก Website ต่างๆ ได้ไม่ยากนัก

5. ทดลองใช้และปรับปรุง ด้วยการทำกุ่มเป้าหมายมาทดลองใช้บนที่เรียน คุณคิดดีด้อยของบทเรียน และปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ในเว็บเคสที่ ได้แก่ การเลือกชื่อเรื่องที่เหมาะสม จัดหาแหล่งสนับสนุนการเรียนรู้ คือ เว็บไซต์ ต่างๆ จากนั้นออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งควรเน้นการใช้กิจกรรมกลุ่ม พัฒนาใน รูปแบบรายวิชาเดี่ยวหรือแบบสหวิทยาการ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่ลึกซึ้ง นำไปใช้ในชีวิตจริง ได้ ต่อมาการทำการพัฒนาโปรแกรมหรือสร้างบทเรียนแบบเว็บเคสที่โดย ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ และขั้นตอนดูดทายคือการทดลองใช้และปรับปรุง ด้วยการทำ กุ่มเป้าหมายมาทดลองใช้บนที่เรียน คุณคิดดีด้อยของบทเรียนและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ สูงขึ้น ถ้าผู้สอนยึดหลักการสร้างเว็บเคสที่ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทั้งยังคำนึงถึงหลักของ กระบวนการคิดของผู้เรียน ก็จะสามารถสร้างบทเรียนแบบเว็บเคสที่ดี ส่งผลให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพและประสิทธิภาพสูงสุดแก่ผู้เรียน

4.2 การสร้างบทเรียนแบบเว็บเคสที่

การสร้างบทเรียนแบบเว็บเคสที่ เป็นการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ของ ผู้เรียน ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบ วางแผน พัฒนาบทเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้ (Lamb and Johnson. 2004 : website)

1. เลือกหัวข้อ การเลือกหัวข้อเรื่องให้ได้ผลตีตั้งบนพื้นฐานของคำตาม 5 ข้อ ได้แก่ ผู้สอนต้องการจะสอนอะไร ต้องการข้อมูลภายนอกอะไรบ้าง ต้องการแปลงเป็นอะไร ต้องการความคิดอะไร และความยากคืออะไร สิ่งสำคัญหัวข้อนั้นๆ ที่ผู้ออกแบบได้ก่อความเป็น หัวข้อที่มีความเข้าใจเป็นอย่างดี และสามารถสร้างและใช้เว็บไซต์ได้ เมื่อจากการสร้างบทเรียน แบบ เว็บเคสที่เป็นสิ่งใหม่ และนำท้าทาย จึงมีแนวทางในการเลือกหัวข้อดังนี้

1.1 หลักสูตร เป็นหลักสูตรที่เหมาะสมกับผู้เรียน และเป็นหลักสูตรที่มีความ น่าสนใจ เป็นหลักสูตรที่สอดคล้องกับความต้องการ สิ่งสำคัญหลักสูตรควรมีเป้าหมายหรือ วัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ว่าเมื่อผู้เรียนศึกษาและจะได้ผลอะไร

1.2 สร้างหลักสูตรที่ใครๆ ไม่ต้องการให้ดีขึ้น หลักสูตรที่ว่าก็อาจเป็นเนื้อหาที่ผู้สอนเคยสอนมา ก่อนแล้ว แต่ก็ยังไม่ประสบผลที่น่าพอใจ การออกแบบเว็บไซต์จะเป็นการทดสอบ สิ่งที่ขาดหายไปให้กลับมีชีวิตชีวา เว็บไซต์จะทำให้การสอนของคุณมีพลัง และน่ารื่นรมย์ อี่างไม่เคยประสบมาก่อน

1.3 ใช้เว็บได้ดี การนำเว็บเข้ามานำหน้าที่ในการเรียนการสอน โดยถือเป็นแหล่งค้นคว้าเบื้องต้น ซึ่งก็ไม่ธรรมดายาจะใช้ในโรงเรียนทั่วไป ข้อมูลข่าวสารในเว็บรวมเรื่องราวมาก มีสิ่งที่น่าสนใจ ทั้งภาพและเสียง โดยโครงสร้างพื้นฐานของเว็บไซต์เดียว มีลักษณะคล้ายกับหนังสือ หรือนิตยสาร ซึ่งหลักสูตรที่ผู้ออกแบบนี้ ควรหลีกเลี่ยงการพิมพ์อ กมาให้สินเปลี่ยนรูปแบบต่างๆ ถ้าจำเป็นทางที่ดีควรพิมพ์อ กมาให้ร่วมกัน

1.4 ความเข้าใจ ไม่ทุกครั้งไป ที่จะสอนให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งได้ เนื้อหานางอย่างให้เหมาะสมกับการสอนทางตรง เป็นเนื้อหาที่ไม่ต้องการ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าเนื้อหาที่เหมาะสมกับเว็บไซต์ เป็นเนื้อหาที่ต้องใช้การสร้างสรรค์ ต้องการให้ผู้เรียนใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่แตกต่างออกไป

2. เลือกการออกแบบ เมื่อได้หัวข้อเนื้อหา หลักสูตรที่ต้องการสอนแล้ว ก็เข้าสู่การเลือกยุทธวิธีที่จะใช้ในการสอนทั้งทักษะและหลักการ ผู้ออกแบบสามารถใช้ Web Quest Taskonomy ในการออกแบบงานต่างๆ ให้ผู้เรียนได้รับข้อมูล ความรู้ งานต่างๆ นี้ มีหลายด้านแบ่งได้เป็น 12 งาน ได้แก่

2.1 งานนำเสนอทั่วไป (Retelling Task) เมื่อผู้เรียนท่องไปศึกษาภัยในแหล่งค้นคว้าข้อมูล หรือเว็บไซต์ต่างๆ ย่อมสามารถสรุป จับใจความเนื้อหาสาระได้บ้าง ผู้เรียนสามารถนำเสนอข้อมูลต่างๆ ผ่าน Powerpoint หรือข้อสรุปสั้นๆ ต่างๆ กิจกรรมแบบนี้ไม่มีกฎกติกา แต่ขึ้นอยู่กับว่าสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์มากน้อยแค่ไหน

2.2 งานจัดการ (Compilation Task) เป็นงานจ่ายๆ อีกงานหนึ่งที่ผู้เรียนสามารถนำข้อมูล ความรู้ต่างๆ มาเรียบเรียงจัดการใหม่ งานนี้เป็นงานที่นำความรู้ที่ได้ไปใช้จริง เป็นประสบการณ์เฉพาะของผู้เรียนเอง แล้วจึงเผยแพร่ความรู้ที่ได้ออกไป

2.3 งานลีกลับ (Mystery Task) เป็นเรื่องที่หลายๆ คนชอบ มีลักษณะคล้ายกับนักสืบประดิษฐ์เรื่องราว ไขความลับต่างๆ การออกแบบงานลีกลับเป็นการสังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ปัญหาที่ต้องการจะรู้ไม่ควรจำกัดกันไป งานแบบนี้เหมาะสมกับผู้เรียนที่เป็นผู้ให้ญี่หุ่นหรือเด็กโต

2.4 งานสื่อข่าว (Journalistic Task) เป็นงานที่ก้นหาเหตุการณ์ต่างๆ ที่เป็นข้อเท็จจริง งานนี้ต้องการรวดเร็วและความแม่นยำเชิงลึก เก็บข้อมูลหรือนำเสนอรายงาน ออกอากาศ เพื่อเผยแพร่เรื่อยๆ กว้างขวาง

2.5 งานออกแบบ (Design Task) เป็นงานวางแผน หรือออกแบบเพื่อให้เกิดผลงานอย่างโดยย่างหนึ่ง

2.6 งานสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ (Creative Product Task) เป็นงานที่มีความซับซ้อนในตัวผู้เรียนอยู่ในฐานะผู้สร้างสรรค์ผลงานต่างๆ โดยใช้ฐานความรู้จากแหล่งต่างๆ เป็นพื้นฐาน

2.7 งานจัดระเบียบสิ่งก่อสร้าง (Consensus Building Task) เป็นงานที่จัดระเบียบใหม่ๆ ให้กับระบบ หน่วยงานหรือสิ่งที่ผู้เรียนคุ้นเคยปรับปรุงให้ดีขึ้น เป็นการศึกษาค้นคว้าและแก้ไขปัญหา

2.8 งานยืนยัน (Persuasion Task) เป็นงานที่ต้องการบุคคลซึ่งได้รับค่าหางาน ชี้มูลมาอย่างดี เพื่อบอกหรือยืนยันความคิด ความรู้ที่มีอยู่ว่าถูกต้องใช้ได้ หรือต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2.9 งานหันหลังค้าข้อมูล (Self-Knowledge Task) บางครั้งเป้าหมายของเรื่องราวที่ ก้มงุ莫斯ู่ไปที่ความเข้าใจส่วนบุคคล ไม่ได้มุ่งให้ผู้เรียนนำเสนอเท่าใดนัก ประเด็นที่ศึกษาอาจเป็นประเด็นเชิงศึกษาหรือจริยธรรม อาจต้องเป้าหมายในระดับชาติ

2.10 งานวิเคราะห์ (Analytical Task) เป็นงานที่แยกย่อยหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ในเนื้อหาสาระ ค้นหาความหมาย หรือสังเกตผลของปัจจัยต่างๆ

2.11 งานประเมินค่า (Judgment Task) เป็นงานที่ต้องใช้เกณฑ์และมาตรฐานมาใช้ในการตัดสิน จำเป็นต้องฝึกผู้เรียนให้สร้างเกณฑ์เหล่านี้

2.12 งานเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Task) วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน มีการตั้งสมมุติฐาน การทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น หาเหตุผลกิจกรรม

หลังจากที่วิเคราะห์รูปแบบของเรื่องราวที่ได้จัดทำไปออกแบบบทเรียนโดยสร้างเป็นแม่แบบ (Template) ซึ่งมีองค์ประกอบได้แก่ บทนำ (Introduction) งาน (Task) กระบวนการ (Process) การประเมินผล (Evaluation) สรุป (Conclusion) เครดิตและอ้างอิง (Credits and References)

3. ออกแบบการประเมิน (Creative Assessments) การออกแบบการประเมินจะต้องให้เข้ากับวัตถุประสงค์ของเนื้อหา (Standards) กิจกรรม (Activities) และการประเมิน (Assessments) กล่าวอีกนัยหนึ่ง กิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึง วัตถุประสงค์ของเนื้อหา และการประเมินผลนั้นเอง การออกแบบนี้จะใช้กลุ่มรายการบทเรียนบนเว็บ (Rubrics for Web Lessons) กลุ่มรายการนี้คือรายการแสดงการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งได้ระบุลักษณะที่พึงจะมีในผู้เรียนอย่างเป็นขั้นๆ ไปตามลำดับในการศึกษาเนื้อหานั้นๆ การประเมินผลแบบนี้ ผู้สอนจะต้องติดตาม สังเกตผู้เรียนอย่างใกล้ชิดในทุกๆ ช่วงของการเรียน การสอน ลำดับขั้นนี้ได้แก่ ขั้นเริ่มต้น (Beginning) หมายถึง ผู้เรียนพึงแสดงออกอย่างไรในขั้นเริ่มต้นของบทเรียน, ขั้นกำลังพัฒนา (Developing) หมายถึง ผู้เรียนพึงแสดงของอย่างไร อันจะนำไปสู่ความชำนาญ ในขณะที่กำลังศึกษาบทเรียนขั้นบรรลุผล (Accomplished) หมายถึง ผู้เรียนพึงแสดงของอย่างไร เมื่อบรรลุผลของบทเรียนแล้ว และขั้นเป็นแบบอย่าง (Exemplary) หมายถึง ผู้เรียนพึงแสดงของ ในขั้นสูงสุดอย่างไร (Pickett and Dodge, 2001 : Web site) ดังปรากฏในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 กลุ่มรายการบทเรียนบนเว็บ (Pickett and Dodge, 2001 : Web site)

	Beginning 1	Developing 2	Accomplished 3	Exemplary 4	Score
Stated Objective or Performance	0 point Description of identifiable performance characteristics reflecting a beginning level of performance.	... point Description of identifiable performance characteristics reflecting development and movement toward mastery of performance.	... point Description of identifiable performance characteristics reflecting mastery of performance.	... point Description of identifiable performance characteristics reflecting the highest level of performance.	

4. พัฒนาระบวนการ (Develop the Process) ขั้นต่อมาเป็นการพัฒนา
กระบวนการเรียนการสอนแบบที่เรียนการแสวงรู้บูนเว็บซึ่งบทเรียนการแสวงรู้บูนเว็บจะ
สมบูรณ์ได้ ก็ต่อเมื่อมีผู้ออกแบบที่ดี ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาได้โดยตรง และชี้นำเป็นกรอบ
โครงสร้างเนื้อหา (Scaffolding) การออกแบบนั้น จำเป็นต้องพิจารณาสองส่วนคือ การเตรียม
แหล่งข้อมูล และตัวนำทางแก่ผู้เรียน (March. 2004 : Website)

5. รวบรวมนำเสนอ (Put it All Together) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นสุดท้ายก่อนที่จะ
นำบทเรียนการแสวงรู้บูนเว็บเผยแพร่ออกไป ครุผู้สอนหรือผู้ออกแบบจะต้องรวบรวม และ
เรียนเรียงองค์ประกอบบนต่างๆ ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน (March. 2004 : Website) โดยพิจารณาถึงหลัก
ในการออกแบบเว็บ 14 ด้าน ได้แก่ ความยาวของคำ ในแต่ละบรรทัด ความยาวของบล็อกหน้า
เดือกใช้ตัวอักษรที่อ่านง่าย เลือกตัวอักษรที่ใช้กันทั่วไป ใช้คำหรือประโยคที่เหมาะสมกับ
ผู้อ่าน เลือกใช้ตัวอักษรแบบมีเสน่ห์ เมื่อต้องการเชื่อมโยง (Link) กำหนดหัวข้อที่สื่อความหมาย
ใช้ภาพไปร่วมใส่ให้เหมาะสม เว็บช่องว่างระหว่างภาพกับตัวอักษรให้เหมาะสม เลือกสีของ
พื้นหลังให้เหมาะสม เลือกรอบของตารางให้เหมาะสม จัดภาพและตัวอักษรกลุ่มเดียวกันให้
เข้ากัน จัดพื้นหลังของภาพให้ตรงกับการใช้งาน และตรวจสอบ การเชื่อมโยงว่าใช้ได้
ถูกต้อง

6. ประเมินผลบทเรียนการแสวงรู้บูนเว็บที่สร้าง (Evaluate Your ebQuest)
ก่อนจะนำบทเรียนการแสวงรู้บูนเว็บไปใช้ในการเรียนการสอนจริง ผู้ออกแบบควรนำบทเรียน
การแสวงรู้บูนเว็บที่สร้างไปทดสอบเพื่อประเมินผล โดยการประเมินเว็บควรสังเข้า
นี้มีหัวข้อดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การประเมินผลบทเรียนบทเรียนแสวงรู้บูนเว็บ (Dodge. 2001 : Website)

ระดับ	ระดับเริ่มต้น	ระดับกำลังพัฒนา	ระดับบรรลุผล	คะแนน
ภาพรวม ด้านความสวยงาม/ เหมาะสม				
เลือกภาพดี สวยงาม	0 คะแนน มีภาพน้อยมาก ภาพที่ไม่จำเป็น การจัดหน้า เริบเพจไม่สวยงาม	2 คะแนน มีภาพป้าบ ภาพสอดคล้อง กับหัวเรื่อง มีความเหมาะสม ทั้งขนาด สี และ การจัดหน้าเริบเพจ	4 คะแนน มีภาพสม่ำเสมอ ใช้ภาพสื่อ ความหมายได้ดีมาก เลือกสี ขนาดและ หน้าเริบเพจที่ หลากหลายน่าสนใจ	

ระดับ	ระดับเริ่มต้น	ระดับกำลังพัฒนา	ระดับบรรลุผล	คะแนน
ภาระน ้าด้านความสวยงาม/ หมายเหตุ				
ตัวนำทางและ ความต่อเนื่อง ในการใช้งาน	0 คะแนน ใช้งานบทเรียน ยุ่งยาก สับสน ผู้เรียนไม่สามารถ เข้าถึงเนื้อหาได้	2 คะแนน ผู้เรียนสามารถเข้าถึง เนื้อหาได้ ไม่หลงทาง แต่ยังไม่รู้ว่าจะไป ทาง ไหนต่อเพื่อจะได้	4 คะแนน ผู้เรียนสามารถเข้าใจ เส้นทางได้โดยง่าย รู้ชัดว่าจะไปใน ทิศทางใด มี ความหมายอย่างไร	
การเชื่อมโยง	0 คะแนน เชื่อมโยงผิด มากกว่า 5 แห่ง	1 คะแนน เชื่อมโยงผิดน้อยกว่า 5 แห่ง	2 คะแนน เชื่อมโยงไม่ผิดเลย	

บทนำ

การนำเข้าสู่ บทเรียน	0 คะแนน นำเสนอข้อเท็จจริง ตรงๆ โดยไม่ได้ แสดงความสำคัญ ของปัญหาใดๆ เลย	1 คะแนน นำเสนอสิ่งที่ผู้เรียน สนใจและชี้ถึงปัญหาที่ น่าสนใจ	2 คะแนน นำเสนอโดยเชื่อมโยง ความสนใจของ ผู้เรียน โดยผู้เรียน สามารถตั้งคำถามและ นำไปสู่เป้าหมาย ในการเรียนรู้ต่อไปได้	
สร้างให้ผู้เรียน เกิดพุทธิปัญญา ในการเข้าสู่ บทเรียน	0 คะแนน นำเสนอสิ่งที่ผู้เรียน รู้แล้ว หรือไม่นำ ไปสู่เนื้อหาสาระที่ จะศึกษาต่อไป	1 คะแนน นำเสนอสิ่งที่ผู้เรียนจะ ได้ศึกษา หรือเกี่ยวกับ สิ่งที่จะได้ศึกษา ซึ่งหน้า	2 คะแนน นำเสนอให้ผู้เรียนคิด ตามในสิ่งที่กำลังจะ ได้ศึกษา	

ระดับ	ระดับเริ่มต้น	ระดับกำลังพัฒนา	ระดับบรรลุผล	คะแนน
งาน				
เชื่อมโยงงานสู่ เป้าหมาย	0 คะแนน งานไม่เกี่ยวข้องกับ เป้าหมาย	2 คะแนน งานเกี่ยวข้องกับ เป้าหมาย แต่ยังไม่ ชัดเจนว่าจะนำไปสู่ เป้าหมายได้อย่างไร	4 คะแนน งานเกี่ยวข้องกับ เป้าหมาย และมีความ ชัดเจน ว่าจะนำไปสู่ เป้าหมายได้อย่างไร	
ระดับพุทธิ ปัญญาในงาน	0 คะแนน เป็นงานง่ายๆ ทั่วไป ไม่ได้ส่งเสริม ความรู้ใหม่ๆ	3 คะแนน เป็นงานที่สามารถทำ ได้ แต่ไม่มีความสำคัญ ต่อ การดำเนินชีวิต ของ ผู้เรียน และ มีการวิเคราะห์บ้าง	6 คะแนน เป็นงานที่สามารถทำ ได้ และนำสู่ ชวนให้ปฏิบัติงาน ต้องใช้การสังเคราะห์ ร่วมด้วย และต้องใช้ แหล่งความรู้ที่ หลากหลาย	
กระบวนการ				
ความชัดเจนของ กระบวนการ	0 คะแนน กระบวนการ ไม่ชัดเจน ผู้เรียน ไม่ทราบว่าจะให้ ทำอะไร อย่างไร	2 คะแนน มีทิศทางในการ ปฏิบัติงาน แต่คำสั่งไม่ ชัดเจน จึงอาจสับสน ได้	4 คะแนน ทุกๆ ขั้นตอนชัดเจน ชัดเจนว่าจะปฏิบัติงาน อะไรมาย่างไร และ ต้องไปจะเป็นอย่างไร	
กระบวนการ มีลักษณะเป็น โครงร่าง	0 คะแนน กระบวนการขาด กลวิธีและการ จัดการที่จะส่งเสริม ให้ผู้เรียนได้ความรู้ ตามต้องการ หรือ กระบวนการมีความ	3 คะแนน กระบวนการมีกลวิธี และมีการจัดการ เพียงพอให้ผู้เรียน สามารถทำงานได้ อย่างถูกต้องด้วยตัว เอง กิจกรรม	6 คะแนน กระบวนการมีกลวิธี และการจัดการที่ดี ส่งเสริมให้ผู้เรียน ที่มีความสามารถ ในระดับต่างๆ ได้ แบ่งปันความรู้ และ	

ระดับ	ระดับเริ่มต้น	ระดับกำลังพัฒนา	ระดับบรรลุผล	คะแนน
กระบวนการ				
กระบวนการ มีลักษณะเป็น โครงร่าง	สำคัญน้อย และ ไม่ค่อยสนับสนุน งานเท่าที่ควร	ก้มเงี่ยงเข้าช่องกัน กับ งานที่จะปฏิบัติ	สามารถปฏิบัติงาน ฉลาดว่องไวได้ และ กิจกรรมมีความ ชัดเจนและส่งเสริม ให้ผู้เรียนเกิดความคิด ความรู้ ใน ระดับสูง	
กระบวนการ ที่ซับซ้อน	0 คะแนน มีขั้นตอนน้อย และ ไม่มีบทบาทที่ ชัดเจน	1 คะแนน มีงานพอสมควร มีบทบาทที่ชัดเจน และ มีกิจกรรมที่ซับซ้อน มาก	2 คะแนน มีบทบาทที่แตกต่าง กันออกไป ผู้เรียน ต้องช่วยเหลือกัน และมีการแบ่งปัน ประสบการณ์ / ความรู้	
แหล่งค้นคว้า				
มีข้อมูลที่ เกี่ยวข้อง มากพอ	0 คะแนน แหล่งข้อมูลไม่มี ประโยชน์ต่อผู้เรียน โดย หรือนำมาใช้ อะไรไม่ได้	2 คะแนน มีแหล่งข้อมูลที่ เพียงพอแก่ ความต้องการของ ผู้เรียนในการ ปฏิบัติงาน แต่ข้อมูลบางอย่าง ก็ ไม่ได้เพิ่มเติม สิ่งใหม่ๆ แก่ผู้เรียน	4 คะแนน แหล่งข้อมูลมี ความชัดเจนและมี ความหมายต่อผู้เรียน อย่างเพียงพอต่อความ ต้องการในการปฏิบัติ งาน และทุกๆ ข้อมูลมี ความสำคัญต่อผู้เรียน	

ระดับ	ระดับเริ่มต้น	ระดับกำลังพัฒนา	ระดับบรรลุผล	คะแนน
แหล่งค้นคว้า				
แหล่งข้อมูลมีคุณภาพ	0 คะแนน เป็นแหล่งข้อมูลที่สามารถค้นหาได้ทั่วไปในห้องเรียน	2 คะแนน แหล่งข้อมูลบางอย่างไม่สามารถหาจากห้องเรียนได้	4 คะแนนแหล่งข้อมูลเชื่อมโยงอย่างมีชีวิตชีวา มีแหล่งข้อมูลหลากหลายและเพียงพอให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง	
การประเมินผล				
ประเมินผลได้อย่างชัดเจน	0 คะแนน ไม่มีเกณฑ์ชัดความสำเร็จ	3 คะแนน มีเกณฑ์ชัดความสำเร็จแต่ยังมีรายละเอียดไม่น่าพอใจ	6 คะแนน มีเกณฑ์ชัดความสำเร็จชัดเจน มีการแจกแจงระดับความสำเร็จทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพอย่างเป็นขั้นตอนผู้เรียนรู้ว่าควรทำงานด้านใดบ้างอย่างได้เพื่อให้ผลงานออกมากดี	
รวม				50

ระดับคะแนนในการประเมินผล จัดกลุ่มได้เป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกมีค่าคะแนนเป็น “0” “1” กลุ่มที่สองมีค่าคะแนนเป็น “0” “2” “4” และกลุ่มที่สามมีค่าคะแนนเป็น “0” “3” “6” ซึ่งค่าคะแนนเหล่านี้ สามารถวิเคราะห์ในรูปแบบของระดับความสำคัญได้เป็น กลุ่มที่มีความสำคัญต่ำ (Low) กลุ่มที่มีความสำคัญปานกลาง (Medium) และกลุ่มที่มีความสำคัญสูง (High) สามารถแจกแจงโดยภาพรวมได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของการประเมินผลเว็บเค瓦สท์ในภาพรวม

รายการ	ระดับความสำคัญ
ภาพรวม ด้านความสรยงาน / หมายเหตุ	
เลือกภาพดีสวยงาม	ปานกลาง
ตัวนำทางและความลื่น ไหว	ปานกลาง
การเชื่อมโยง	ต่ำ
บทนำ	
การนำเข้าสู่บันทึกเรียน	ต่ำ
สร้างให้ผู้เรียนเกิดพุธิปัญญา ในการเข้าสู่บันทึกเรียน	ต่ำ
งาน	
เชื่อมโยงงานสู่เข้าหมาย	ปานกลาง
ระดับพุธิปัญญาในงาน	สูง
กระบวนการ	
ความชัดเจนของกระบวนการ	ปานกลาง
กระบวนการมีลักษณะเป็นโครงร่าง	สูง
กระบวนการที่ซับซ้อน	ต่ำ
แหล่งค้นคว้า	
มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องมากพอ	ปานกลาง
แหล่งข้อมูลมีคุณภาพ	ปานกลาง
การประเมินผล	
ประเมินผลได้อย่างชัดเจน	สูง

ทั้งนี้ Dodge ไม่ได้กล่าวถึงที่มาของรายละเอียดในรายการต่างๆ และระดับความสำคัญ ตามที่วิเคราะห์ไว้ด้วย อ่าง ໄร์ตามากการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของการประเมินผลเว็บเควาสท์ในภาพรวม ช่วยให้เข้าใจเป้าหมายในการออกแบบเว็บเควาสท์มากยิ่งขึ้น

การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E's of Inquiry Approach)

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 ; สาระ ศภรกช. 2546 ; จันทร์ดา พิทักษ์สาลี, สุวิมล เผี้ยวแก้ว, และ สุรชัย มีชาญ. 2549 : 1) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการคิดวิเคราะห์มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ คุ้นเคยกับกระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สู่ประเด็นทางสังคมและประเด็นเกี่ยวกับบุคคล ได้ (National Research Council. 2000 ; Zion, Michalsky & Mevarech. 2005 : 2)

1. ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ให้คำจำกัดความ โดยศูนย์กลางของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้ มีต้นกำเนิดจากนักวิทยาศาสตร์ ครูและนักเรียน (Budnitz. 2009 : 14)

การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้ นั้นอย่างมีความหมาย ซึ่งสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมอง ได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้มีประสิทธิภาพได้ 一如พิชัยหน้า (สาขาวิทยาศาสตร์บังคับส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550 : 219-220)

หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ส่วนครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกแนะนำและให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การสำรวจ และการสร้างองค์ความรู้ (สมจิต สารชน ไพบูลย์. 2546 : 7-8)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของ การค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์และเขตติทางวิทยาศาสตร์ คุณมีหน้าที่ขับบรรยายการสอนให้อื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหา โดยใช้การทดลองและอภิปรายชักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน (มนนส สูดสิ้น. 2543 : บทคัดย่อ)

การสืบเสาะหาความรู้ คือ กิจกรรมที่ผู้เรียนศึกษาพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ (National Research Council. 2000 : 23) ที่ว่าผู้เรียนจะเรียนวิทยาศาสตร์ได้ เมื่อเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มามาได้อย่างไร การสืบเสาะหาความรู้เป็นยุทธวิธีหนึ่งในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสำรวจธรรมชาติ และการสืบเสาะหาความรู้ เป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสำรวจค้นคว้า ทำการสืบค้นเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ และสิ่งต่างๆ ในโลก และนำไปสู่การถอดความคิดถอดความ และทำการสืบค้นเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

การสืบเสาะหาความรู้ เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายคือการถอดความคิด ออกแบบการสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปผล การคิดค้น ประดิษฐ์การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสื่อสารคำอธิบาย (Wu & Hsieh. 2006 : 1291)

โดยสรุปการสืบเสาะหาความรู้หรือกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีระบบ เพื่อขอรับการสนับสนุน ที่ต้องการศึกษาได้

2. ระดับของการสืบเสาะหาความรู้ (Level of inquiry) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

2.1 การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกถ่วง

2.2 การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาขาระบบ หรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

2.3 การสืบเสาะหาความรู้แบบที่แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

2.4 การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

3. จิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.1 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นต่อเมื่อผู้เรียนได้

เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้ผู้เรียนรู้

3.2 การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้ผู้เรียนอย่างเรียน ไม่ใช่บีบบังคับผู้เรียน และครูต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จใน การค้นคว้าทดลอง

3.3 วิธีการนำเสนอของครู จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิด

สร้างสรรค์ ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองมากที่สุด

ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนทำการสำรวจตรวจสอบจะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ โดยกิจกรรมที่ัดควรเป็น กิจกรรมนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ หรือแสวงหาความรู้ใหม่

4. บรรยายการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

อารี พันธุ์วนิช (2542 : 1-2) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยายการเรียนการสอนคือ ครุภัณฑ์สอนและผู้เรียน ผู้สอนและผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยายศาสตร์ เป็นผู้รับรู้และผู้สอน เป็นผู้ตอบสนอง และเดินลีสั้นให้กับบรรยายการเรียนการสอนให้เป็นไปในรูปแบบต่าง ๆ กัน บรรยายการเรียนการสอนที่เป็นอิสระ ท้าทาย ตื่นเต้น ปลดปล่อยเป็นประชาธิปไตย ผู้สอนให้ความอ่อนฉุนทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้รับความเข้าใจเป็นมิตร เอื้ออาทร ห่วงใย ตลอดจนให้ความดูแล ช่วยเหลือ จะทำให้ผู้เรียนมีความกล้าและอย่างการเรียนรู้มากขึ้น บรรยายศาสตร์ การเรียนการสอนที่มีการยอมรับ มองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียน ว่าผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญ มีคุณค่า และสามารถเรียนรู้ได้ ผู้สอนควรแสดงความรู้สึกการยอมรับผู้เรียนอย่างจริงใจ กระตุ้นผู้เรียนให้ยอมรับกันเองและเชื่อมั่นว่าสามารถทำได้สำเร็จ

Massialas (1968 ; อ้างถึงใน เอกสารการอบรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

5 ขั้นตอน สาขาชีววิทยา สสวท. 2550 : 19) กล่าวว่า ห้องเรียนที่เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้

ควรจะมีลักษณะดังนี้

1. ห้องเรียนต้องเป็นประชาธิปไตย มีดิจิทัลให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่
 2. ปัญหาที่นำมาอภิปรายนำเสนอสู่สาธารณะที่จะนำไปสู่ความสามารถตัดสินใจ ครุภาระทางเพียงครุภาระเพียงครุภาระที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนดำเนินไปด้วยดี
 3. ทุกคนในห้องเรียนต้องให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

จากการศึกษาดูแล้วจากเอกสารและบทความต่างๆ สรุปได้ว่า บรรยายการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกระบวนการคิด ควรมีลักษณะดังนี้

 1. บรรยายภาษาไทยในห้องเรียน
 - 1.1 เป็นบรรยายการสอนโดยอุปกรณ์ที่นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต โน้ตบุ๊ก ฯลฯ
 - 1.2 เป็นบรรยายที่นักเรียนรู้สึกอบอุ่นใจ ปลอดภัย ปราศจากการต่อต้าน ไม่มีการตัดสินว่าถูกหรือผิด
 - 1.3 บรรยายการตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นแบบสร้างสรรค์และอิสระ
 - 1.4 นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม
 2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครุภาระกับนักเรียน
 - 2.1 ครุภาระเป็นกัลยาณมิตรกับนักเรียน เป็นกันเอง ให้กำลังใจแก่นักเรียน
 - 2.2 ครุภาระให้นักเรียนได้แบ่งปันความคิดเห็นของนักเรียน
 - 2.3 ครุภาระให้คำปรึกษา ชี้แนะ และช่วยเหลือนักเรียน
 3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
 - 3.1 ร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน
 - 3.2 饔飧หารความแตกเปลี่ยนความคิดเห็นกันและได้แบ่งกันอย่างสร้างสรรค์
 5. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครุภาระต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาส นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเอง ได้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ

จะต้องเชื่อมโยงกับความคิดเห็นและนำไปสู่การตรวจสอบความรู้ใหม่ และได้ใช้กระบวนการ และทักษะต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE สรุปได้ดังนี้

Sun and Trowbridge (1973 ; ข้างต่อไป รัชฎา คิตมั่น. 2552 : 62 - 63) สรุป
ลักษณะการสอนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบ SE ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE เป็นการสร้างมโนมติโดยตัวผู้เรียน
3. ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น หลังจากที่ได้ประสบผลสำเร็จในการเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่ง
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE เป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่างๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและให้นักเรียนมีโอกาสสกิด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้ระดับวิชา หรือการบรรยายแต่เน้นการทดลองเพื่อให้นักเรียนค้นพบตัวเอง
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียน

สุวัฒน์ นิยมค้า (2551 : 119) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE ว่า เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยรู้มาก่อน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 56) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครุเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

6. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

สุนีย์ เหมะประสีพิธี (2542 : 7-8) ได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE ของโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาวิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) มาทดลองดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับเด็กไทย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถรวมกันตรวจสอบ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังให้นักเรียนมี

โอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้อย่างมีความสุข ภายใต้สภาพการณ์ที่จำลองหรือที่เป็นจริง แห่งชีวิต เพื่อให้นักเรียนมีทักษะชีวิตและทักษะทางสังคม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่ได้ตัดแปลงประกอบด้วย

1. ขั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจ แก่นักเรียนหรือตรวจสอบ / พาทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่

2. ขั้นสำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาและเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง ก่อตัวโดยสรุปขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบในมติ (Concept)

3. ขั้นอธิบาย/ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอในมติหรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาทตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจั่งหัดยิ่งขึ้น

4. ขั้นขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ/ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้มโนมติในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายมโนมตินั้นๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้สึกลึกซึ้งหรือมโนมติอื่นๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

5. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่างๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบ มาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรม ต่างๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

สมจิต สารน พญูลย์ (2546 : 105-110) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สรุปได้เป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องรือ ที่ศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะามาได้ 3 แหล่ง คือ ได้จากการสังเกตดูจริงหรือปรากฏ

2. ขั้นการสรุปปัจ្យนเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำเร็จแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียด ข้อมูลเหล่านี้จะไม่มีความหมายอะไรมากนัก จะมีการนำไปคำนวณหรือัดกระทำเติบโต ซึ่งจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป โน้มติหรือหลักการ

3. ขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำเสนอ ความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้เป็นฐานสำหรับเรียนรู้ใหม่ต่อไปได้เป็นการทดสอบ ความถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 219) ได้กล่าวถึง แต่ละขั้นตอนไว้ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจ เกิดขึ้นของจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายใน กลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจจากมาจากการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลาหนึ่น หรือเป็นเรื่องที่ เขื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็น ที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วยุ หรือท้าทายให้นักเรียนตั้งประเด็น สงสัย ครรภ์ อายกครูอย่างเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การ

แก้ปัญหาการศึกษาค้นหา หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือ ปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูสามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ

2. การสำรวจและค้นคว้า นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และ รวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวมรวมข้อมูลข้อมูลที่สนับสนุน หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

3. การอธิบาย นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูป平淡 ตาราง แผนผัง โดยมีการยืนยันความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิง และหลักฐานชัดเจน

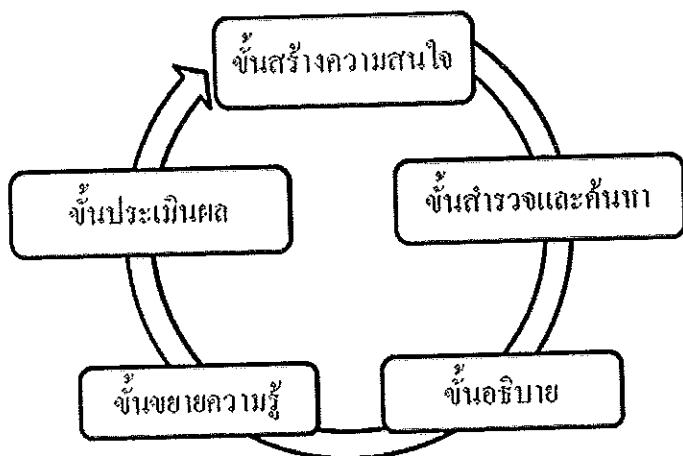
4. การขยายความรู้

4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาคืนกว้างขึ้นเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจุ่งในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติม มีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือสมบูรณ์และเยิดชื่น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถ้าใหม่ และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. การประเมิน ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการ และผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิชาการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการ และผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาบทวนใหม่อีกรอบ ข้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

จากขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ข้างต้นสรุปได้ว่า ในจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะต้องมีสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ มีปัญหาที่ต้องค้นหาวิธีแก้ไข มีการสำรวจข้อมูลและการลงข้อสรุปนั้นเป็นความรู้ใหม่ รวมถึงนำความรู้ไปใช้ ผู้วิจัยได้นำเสนอจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแนวทางการกำหนดกิจกรรมในการเรียนแผนการสอน เพื่อพัฒนาผลลัพธ์ที่ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาเคมี เรื่อง พันธะ โคลเวเดนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนการสอนแต่ละครั้งหรือแต่ละแนวคิดจะเริ่มต้นจากขั้นนำเสนอเข้าสู่บทเรียนและจบลงโดยการประเมินผล ผลที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนครั้งต่อไปเกิดเป็นวงจรการเรียนรู้ ดังภาพประกอบที่ 3

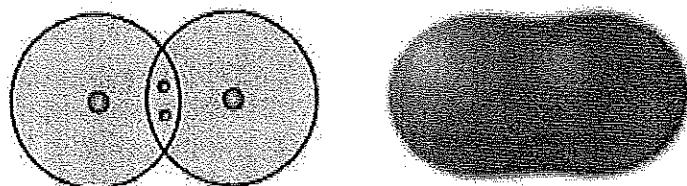


ภาพที่ 3 การเรียนรู้แบบวัฏจักรหรือวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

จากการศึกษางานเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล ได้ศึกษาได้ดีนพความจริงและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก และในการวิจัยครั้งนี้นักเรียนจะได้รับการพัฒนาตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E โดยที่แต่ละกิจกรรมจะดำเนินการครบตามช่วงการเรียนรู้

สาระสำคัญวิชาเคมี เรื่อง พันธะโควาเลนต์

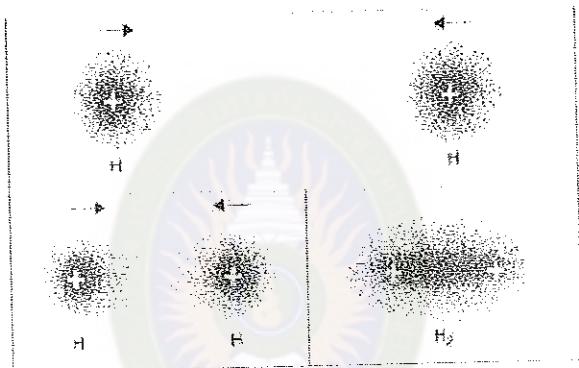
พันธะโควาเลนซ์ (covalent bond) เป็นพันธะที่เกิดจากอะตอมตั้งแต่ 2 อะตอมนำ อะลีกตรอนมาใช้ร่วมกันเป็นจำนวนท่าๆ กัน ดังภาพที่ 4 (ส่วนมากเป็นอะตอมของธาตุโลหะ) ในการใช้อลีกตรอนร่วมกันจะเป็นไปตามกฎของเดค หลังจากเกิดพันธะแล้วอะตอมในโมเลกุล มีจำนวนอลีกตรอนวงนอกสุดเท่ากับ 8 จำนวนอลีกตรอนที่นำมาใช้ร่วมกันเรียกว่า โควาเลนซ์ (co-valency) ตัวอย่างโมเลกุลของสารที่เกิดพันธะโควาเลนซ์ เช่น Cl_2 , HF , H_2O , NH_3 , CH_4 เป็นต้น



ภาพที่ 4 ภาพจำลองการเกิดพันธะโควาเลนซ์

1. การเกิดพันธะโโคเวเลนต์

การที่อะตอมมาร่วมกันเกิดพันธะโโคเวเลนต์เป็นการลดพลังงานทำให้ได้ระบบที่เสถียรกว่าเดิมพลังงานศักย์ของอะตอมที่มาร่วมกันแล้วมีค่าต่ำกว่าพลังงานศักย์ของอะตอมเดียวๆ โดยปกติการเกิดพันธะโโคเวเลนต์ จะเกี่ยวข้องกับแรงผลักและแรงดูดระหว่างอะตอมทั้งสองที่มีความสมดุลกันถาวรคือ เกิดแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอม และ แรงผลักระหว่างนิวเคลียสกับนิวเคลียสของแต่ละอะตอม รวมทั้งแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนของอะตอมทั้งสอง ในกรณีของการเกิดพันธะโโคเวเลนต์ที่ง่ายที่สุดคือ การเกิดพันธะโโคเวเลนต์ของไฮโดรเจนไนโตรเจนไมแอลกูล ($\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$) พิจารณาจากภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนของไฮโดรเจนอะตอม

จากภาพบนที่อะตอมทั้งสองอยู่ห่างกัน อธิบายได้ว่าอะตอมเป็นลักษณะเป็นกลุ่มหมอกทรงกลม เกิดจากอิเล็กตรอน เคลื่อนที่ไปรอบๆ นิวเคลียสทั่วทั้งอะตอม ซึ่งหมายความว่าโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนนั้นมีอยู่ทั่วไปในอะตอม แต่ย่างไรก็ตามโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอน ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในอะตอมจะมีไม่เท่ากัน

เมื่ออะตอมเข้าใกล้กัน ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่มีค่าพลังงานไอโซไนเซชั่นสูง จึงเติมอิเล็กตรอนได้ยาก เมื่อไฮโดรเจนสองอะตอมอยู่ใกล้กัน ทำให้บริเวณระหว่างอะตอมทั้งสองมีอิเล็กตรอนกระจายอยู่หนาแน่นมากขึ้น จึงเกิดแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับไฮดรอนในนิวเคลียสของทั้งสองอะตอมเนื่องจากมีประจุต่างกัน จึงดึงให้นิวเคลียสทั้งสองเคลื่อนที่เข้าใกล้กัน

เมื่ออะตอมร่วมกันเป็นโนแอลกูล ญี่อะตอมเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันด้วยแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับไฮดรอนในนิวเคลียสของทั้งสองอะตอมแล้ว ในขณะเดียวกันก็จะมีแรงผลักระหว่างไฮดรอนกับไฮดรอน และแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมด้วย เนื่องจากมีประจุเหมือนกัน จนเมื่ออะตอมทั้งสองเข้ามาใกล้กันในระยะ

ที่เหมาะสม ที่ทำให้ แรงดึงดูดและแรงผลักดูดกัน อะตอมทั้งสองจะมีพลังงานต่ำสุดและอยู่ร่วมกันเป็นโมเลกุล โดยใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน แรงดึงดูดที่ทำให้อะตอมอยู่ร่วมกันได้ในลักษณะนี้เรียกว่า “พันธะ โโคเวเลนต์”

โมเลกุลของสารที่อะตอมแต่ละคู่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะ โโคเวเลนต์ เรียกว่า โมเลกุล โโคเวเลนต์ สารประกอบที่อะตอมแต่ละคู่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะ โโคเวเลนต์ เรียกว่า สาร โโคเวเลนต์

2. ชนิดของพันธะโโคเวเลนต์

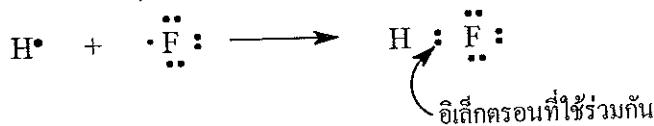
ในการเกิดสาร โโคเวเลนต์ จะเกิดจากการใช้เวลน์อิเล็กตรอนร่วมกันของอะตอมของธาตุแต่ละชนิด ซึ่งอาจจะใช้ร่วมกันเพียง 1 คู่ หรือมากกว่า 1 คู่ก็ได้ เพื่อทำให้เวลน์อิเล็กตรอนของธาตุแต่ละอะตอมเท่ากับ 8 (ยกเว้นธาตุ H มีเวลน์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2) เป็นไปตามกฎที่เรียกว่า กฎออกเตต เช่น การรวมตัวของธาตุไฮโดรเจน (H) กับธาตุฟลูออรีน (F) เกิดเป็นสารประกอบไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF) ธาตุ H มีเวลน์อิเล็กตรอน 1 ต้องการอีก 1 อิเล็กตรอน จึงจะครบ 2 ส่วนธาตุ F มีเวลน์อิเล็กตรอน 7 ต้องการอีก 1 อิเล็กตรอน จึงจะครบ 8 แต่ธาตุทั้งสองมีค่า IE สูง แสดงว่าเสียอิเล็กตรอนได้ยาก ธาตุทั้งสองจึงใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ เกิดเป็นพันธะ โโคเวเลนต์ชนิด พันธะเดียว

สำหรับอะตอมที่เกิดพันธะนี้ นักเคมีนิยมใช้การเขียนสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส ซึ่งประกอบด้วยสัญลักษณ์ของธาตุซึ่งแทนวิวัฒนาการสักน้ำที่อิเล็กตรอนในชั้นต่อจากเวลน์อิเล็กตรอนเข้าไปและบุกรอบสัญลักษณ์ซึ่งแทนจำนวนเวลน์อิเล็กตรอนเท่ากับเลขหน่วยของธาตุนั้น ๆ

ในกรณีของธาตุกลุ่มย่อย A (หมู่ IA ถึง VIIA) ซึ่งแทนจำนวนเวลน์อิเล็กตรอนเท่ากับเลขหน่วย จึงเขียนสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิสแสดงได้ดังต่อไปนี้

1A								0
H:	2A		3A	4A	5A	6A	7A	He:
Li:	Be:		•B:	•C:	•N:	•O:	•F:	•Ne:

ดังนั้นการเกิดพันธะ โโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมของ H กับ F ซึ่งเป็นพันธะเดียว จึงแสดงด้วยสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิสได้ดังนี้



ตัวอย่างสาร โคลเวเลนต์อื่นๆ ซึ่งมีพันธะในโมเดกูลเป็นพันธะเดี่ยว เช่น โนเดกูลของก๊าซ H_2S ใช้สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิสแสดงได้ดังนี้



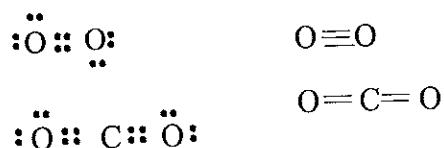
ในการเกิดพันธะ โคลเวเลนต์ เมื่อแสดงด้วยสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส จะใช้จุด 2 จุด หรือ อาจใช้เส้น 1 เส้นแทนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 1 คู่ ระหว่างอะตอมทั้งสองเรียกว่า โครงสร้างลิวอิส จากตัวอย่างจะสังเกตเห็นว่าเวลน์อิเล็กตรอนคู่ที่อะตอมทั้งสองใช้ร่วมกันเรียกว่า อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และเวลน์อิเล็กตรอนที่ไม่ได้เกี่ยวกับกันการเกิดพันธะเรียกว่า อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

ชนิดของพันธะ โคลเวเลนต์ จะพิจารณาจากจำนวนเวลน์อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันของอะตอมคู่ร่วมพันธะ ดังนี้

2.1 พันธะเดี่ยว เป็นพันธะ โคลเวเลนต์ที่เกิดจากการใช้เวลน์อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ ใช้เส้น (-) แทนพันธะเดี่ยว เช่น



2.2 พันธะคู่ เป็นพันธะ โคลเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมคู่สร้างพันธะทั้งสองใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ ใช้เส้น 2 เส้น (=) แทน 1 พันธะคู่ เช่น



2.3 พันธะสาม เป็นพันธะ โคลเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมคู่สร้างพันธะทั้งสองใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 3 คู่ ใช้เส้น 3 เส้น (≡) แทน 1 พันธะสาม เช่น



3. พันธะโคลอร์ดิเนตโโคเวเลนต์

จากสูตรโครงสร้างแสดงการเกิดพันธะโโคเวเลนต์จะเห็นได้ว่า พันธะจะเกิดจาก การใช้อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างอะตอมคู่สร้างพันธะ โดยที่อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันนี้จะได้จากอะตอมคู่สร้างพันธะอย่างละเท่า ๆ กัน แต่สาร โโคเวเลนต์บางชนิดจะประกอบด้วยพันธะโโคเวเลนต์ที่อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะมาจากอะตอมใดอะตอมหนึ่งเท่านั้น พันธะที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้เรียกว่าพันธะโคลอร์ดิเนต โโคเวเลนต์

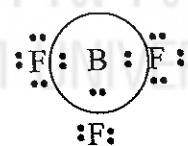
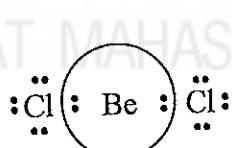
ตัวอย่าง พันธะโคลอร์ดิเนต โโคเวเลนต์ใน ไอออน H_3O^+



4. โนมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

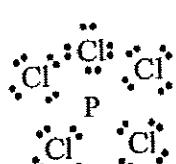
จากการศึกษาการเกิดพันธะโโคเวเลนต์พบว่าส่วนมากอะตอมของธาตุต่าง ๆ มักจะรวมตัวกันเป็นสารประกอบเพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตต ซึ่งจะทำให้สารประกอบนั้นอยู่ในสภาพที่เสถียร เช่น H_2O , PCl_3 , NH_3 , CO_2 แต่มีเมื่อมีการศึกษาให้รู้ทางของออกไป์พบว่าสารประกอบบางชนิดมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนไม่เป็นไปตามกฎออกเตต ซึ่งมีข้อยกเว้นสำหรับกฎออกเตต ดังนี้

4.1 สารที่ไม่ครบออกเตต ได้แก่ สารประกอบของธาตุในคานที่ 2 ของตารางธาตุ ที่มีเวเลนต์อิเล็กตรอนน้อยกว่า 4 เช่น ${}_{\text{Be}}$ และ ${}_{\text{B}}$ เช่น BeCl_2 และ BF_3

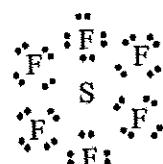


ไบرونไตรฟลูออยริด

4.2 สารที่เกินออกเตต อะตอมของธาตุในโนมเลกุลที่มีเวเลนต์อิเล็กตรอนมากกว่า 8 ได้แก่ สารประกอบของธาตุในคานที่ 3 ที่มี 4 เป็นต้นไป เช่น P, S, Cl, As, Se, Br, Te, I, Xe



ฟอสฟอรัสเพนตัลคลอไรด์



ซัลเฟอร์เซกแซฟลูออยริด

5. การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบ

5.1 การเขียนสูตรสารประกอบ

5.1.1 ให้เรียงลำดับธาตุให้ถูกต้องตามหลักสามัญ ดังนี้คือ Si, C, Sb, As, P, N, H, Te, Se, S, At, I, Br, Cl, O, F ตามลำดับ

5.1.2 ในสารประกอบโคเวเลนต์ ถ้าจะต้องของธาตุมีจำนวนอะตอมมากกว่าหนึ่งให้เขียนจำนวนอะตอมด้วยตัวเลขแสดงไว้ในล่างทางขวา ในกรณีที่ธาตุในสารประกอบนั้นมีเพียงอะตอมเดียวไม่ต้องเขียนตัวเลขแสดงจำนวนอะตอม

5.2 การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

5.2.1 ให้เรียกชื่อธาตุที่อยู่ข้างหน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุอีกธาตุหนึ่งโดยสิ่งพยุงคือท้ายของธาตุหลังให้เป็น - ไอค์

เช่น ถ้าธาตุที่อยู่หลังเป็น Cl ให้เรียก คลอไรค์	O เรียก ออกไซค์
N เรียก ไนโตรค์,	F เรียก ฟลูออไรค์
S เรียก ซัลไฟค์	I เรียก ไอโอໄไดค์

5.2.2 ให้ระบุจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุด้วยเลขจำนวนในภาษากรีกดังนี้

1 = mono- (มอนอ หรือโมโน)	2 = di- (ดี)
3 = tri- (ไทร)	4 = tetra- (เตตระ)
5 = penta- (เพนตะ)	6 = hexa- (เซกชะ)
7 = hepta- (เชปตะ)	8 = octa- (-Octa)
9 = mona- (ไมนะ)	10 = deca- (เดคา)

5.2.3 ถ้าสารประกอบนั้น อะตอมของธาตุแรกมีเพียงอะตอมเดียวไม่ต้องระบุจำนวนอะตอมของธาตุนั้น แต่ถ้าธาตุข้างหลังในสารประกอบได ถึงแม้มีเพียงหนึ่งอะตอมก็ต้องระบุจำนวนอะตอมด้วยคำว่า “มอนอ” เช่น

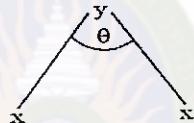
เช่น N_2O_3 อ่านว่า ไนโตรเจนไตรออกไซค์
PCl_5 อ่านว่า พอสฟอรัสเพนตัลคลอไรค์
CO อ่านว่า คาร์บอนมอนอกไซค์
P_2O_5 อ่านว่า ไนฟอสฟอรัสเพนตัลออกไซค์
SiH_4 อ่านว่า ซิลิกอนเตตระไไฮไดรค์
H_2O อ่านว่า ไไฮไดรค์เจนมอนอกไซค์

6. รูปร่างโนมเลกุลโคเวเลนต์

การจัดเรียงอะตอมต่างๆ ในโนมเลกุลโคเวเลนต์มีตำแหน่งและทิศทางที่แน่นอน ซึ่งทำให้โนมเลกุลโคเวเลนต์ของสารต่างๆ มีรูปร่างแตกต่างกัน ดังที่ใช้บอกรูปร่างโนมเลกุลโคเวเลนต์ จะเป็นอย่างไรนั้น คือ การจัดเวลน์อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางของธาตุในโนมเลกุลโคเวเลนต์ นอกจากนี้ความยาวพันธะและมุมระหว่างพันธะยังสามารถใช้บอกรูปร่างโนมเลกุลได้ด้วย

ความยาวพันธะ (Bond length) คือ ระยะทางระหว่างนิวเคลียสของอะตอมคู่หนึ่ง ที่มีพันธะต่อ กัน

มุมระหว่างพันธะ (Bond angle) คือ มุมที่เกิดจากอะตอมสองอะตอมทำกับอะตอมกลางหรือมุม ที่เกิดระหว่างพันธะสองพันธะ เช่น



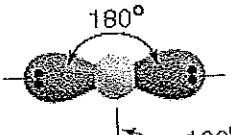
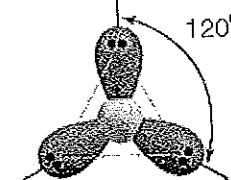
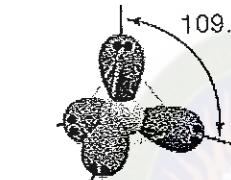
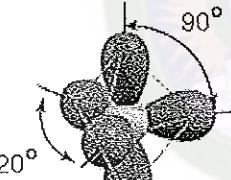
มุม θ เป็นมุมระหว่างพันธะในโนมเลกุล yx_2 และมุมระหว่างพันธะจะกว้าง หรือแคบขึ้นอยู่กับ แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โคลคเดียวและอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะรอบๆ อะตอมกลาง โดยถือหลักว่าโนมเลกุลที่เสถียรจะต้องมีพลังงานต่ำ นั่นคือ อะตอมในโนมเลกุล ต้องจัดเรียงตัวกันเพื่อให้มีแรงผลักของคู่ อิเล็กตรอนให้น้อยที่สุด

การทำนายรูปร่างโนมเลกุลโคเวเลนต์ พิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ รอบอะตอมกลาง (Bonding electron) กับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โคลคเดียวรอบอะตอมกลาง (Non bonding electron) โดยการทำนายรูปร่างโนมเลกุลให้เลือกอะตอมกลาง ซึ่งเป็นอะตอมที่สร้างพันธะได้มากที่สุดก่อน และนับจำนวนพันธะที่อะตอมกลางสร้างได้ และจำนวน อิเล็กตรอนคู่โคลคเดียวรอบอะตอมกลางนั้น แรงผลักทึ้งหมดของคู่อิเล็กตรอนที่เกิดจากการ สร้างพันธะ และไม่ได้สร้างพันธะจะทำให้เกิดรูปร่างโนมเลกุลที่แตกต่างกัน ดังนี้

6.1 โนมเลกุลที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โคลคเดียว

สมมติให้โนมเลกุลประกอบด้วยธาตุ 2 ชนิดคือ A และ X โดยให้ อะตอม A เป็นอะตอมกลางสร้างพันธะกับ X โดย X ล้อมรอบอะตอมกลาง m อะตอม ดังนั้นเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ AX_m การจัดเรียงและรูปร่างโนมเลกุลที่เป็นไปได้ของโนมเลกุล AX_m แสดงได้ ดังตารางที่ 7

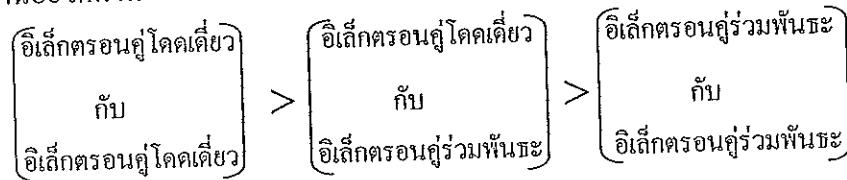
ตารางที่ 7 การจัดเรียงคู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางกรณีที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

จำนวนคู่ e^- รอบอะตอมกลาง	การจัดเรียงคู่ e^-	รูปทรง	รูปร่าง	องศาพันธะ	ตัวอย่าง
2		Linear		180°	BeCl_2
3		Trigonal planar		120°	BF_3
4		Tetrahedral		109.5°	CH_4
5		Trigonal bipyramidal		120° 90°	PCl_5
6		Octahedral		90° 180°	SF_6

6.2 โมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวตั้งแต่ 1 ถึง 6 คู่ขึ้นไป

ในการทำนายรูปร่าง โมเลกุลโดยวิเคราะห์ในกรณีที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (อิเล็กตรอนที่ไม่ได้ใช้สร้างพันธะ) เหลืออยู่ในโมเลกุล สามารถเขียนสูตรได้เป็น AX_mE_n เมื่อ A เป็นอะตอมกลาง X เป็นอะตอมหรือหมู่อะตอมที่ยังคงกับ A โดยใช้พันธะโดยวิเคราะห์ E เป็นตัวลักษณ์แทนคู่อิเล็กตรอนที่ไม่ใช้สร้างพันธะ m เป็นจำนวนคู่อิเล็กตรอนที่ใช้สร้างพันธะ และ n เป็นจำนวนคู่อิเล็กตรอนที่ไม่ใช้สร้างพันธะหรือ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

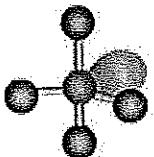
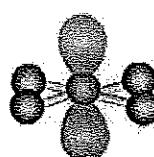
ในการเกิดพันธะโโคเวเลนซ์ อิเล็กตรอนแต่ละคู่จะออกแรงผลักกัน แรงผลักกระหว่างอิเล็กตรอนแต่ละคู่มานั้นอยู่ไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถเขียนแรงผลักกระห่วงว่า อิเล็กตรอนคู่ต่างๆ จากมากไปหาน้อยได้ดังนี้



รูปร่างโมเลกุลที่อะตอมกลางมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและ อิเล็กตรอนคู่โดยเดียวแตกต่างกัน แสดงได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การจัดเรียงคู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางกรณีที่มีอิเล็กตรอนคู่โดยเดียว

สูตรโมเลกุล	จำนวนคู่ e โดยเดียว	รูปทรง	รูปร่างโมเลกุล	ตัวอย่าง
AX_2E	1		รูปปี (V-shape)	$SnCl_2, SO_2$
AX_3E	1		พีระมิดฐาน สามเหลี่ยม	NH_3, PCl_3
AX_4E	1		กระดานหก	$SF_4, TeCl_4$
AX_5E	1		พีระมิดฐานขัตติรัศ	BrF_3, IF_5
AX_2E_2	2		รูปปี (V-shape)	H_2O, SCl_2

สูตรโมเลกุล โดยเดียว	จำนวนคู่ e	รูปทรง	รูปร่างโมเลกุล	ตัวอย่าง
AX_3E_2	2		รูปที (T-shape)	BrF_3, ClF_3
AX_4E_2	2		จัตุรัสระนาบ	XeF_4, ICl_4^-
AX_2E_3	3		เส้นตรง	I_3^-, XeF_2

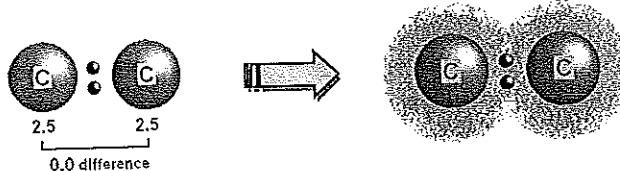
7. พันธะของพันธะโโคเวเลนต์

สำหรับโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมต่างชนิดกัน (Heteronuclear molecule)

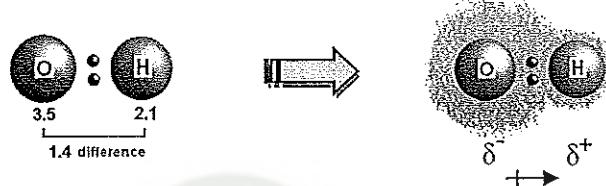
ถึงแม้ว่าพันธะจะเป็นแบบโโคเวเลนซ์ คืออะตอมคู่หนึ่งๆ ที่สร้างพันธะจะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน ก็ตามแต่ก็ไม่ได้มายความว่าโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในแนวความยาวของพันธะนั้นเท่ากัน หมวด ทั้งนี้โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนใกล้อะตอมหนึ่งมากกว่าอีกอะตอมหนึ่งขึ้นอยู่กับค่า อิเล็กโตรเนกติกวิตี้ (EN) อะตอมที่มีค่า EN สูงกว่าจะมีสมบัติทางไฟฟ้าเป็นลบมากกว่า เรียก พันธะโโคเวเลนซ์แบบนี้ว่า พันธะโโคเวเลนซ์มีชาร์จ (Polar covalent bond)

ชั้วของพันธะโโคเวเลนซ์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

7.1 พันธะโโคเวเลนซ์ไม่มีชาร์จ (Non-polar covalent bond) คือ พันธะที่เกิดขึ้น ระหว่างอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันซึ่งมีค่า EN เท่ากัน อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะจะไม่ไปทางใดทางหนึ่ง เช่น



7.2 พันธะโควาเลนซ์มีข้อ (Polar covalent bond) คือ พันธะที่เกิดขึ้นเมื่อ อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันมีการกระจายระหว่าง 2 อะตอมไม่เท่ากัน อันเนื่องมาจากอะตอมทั้งสอง มีค่า EN ต่างกันมาก โดยใช้เครื่องหมาย δ (เดลต้า) หรืออาจใช้เครื่องหมายแสดงข้อของพันธะ โดยหัวลูกศรที่ไปทางที่อิเล็กตรอนถูกคึ่งไปยังอะตอมที่มี EN สูงกว่า ซึ่งจะคึ่งคุณอิเล็กตรอน ได้มากกว่า จึงมีสภาพเป็นขั้วลบ เบื้องแสดงเครื่องหมาย δ^- ส่วนอะตอมที่มีค่า EN ต่ำกว่าจะ ดึงคุณอิเล็กตรอนได้น้อยกว่า จึงมีสภาพเป็นขั้วนอก เบื้องแสดงเครื่องหมาย δ^+ เช่น



สภาพข้อของพันธะ โควาเลนต์ (Polarity of covalent bond) คือ ความแรง ของข้อของพันธะ โควาเลนต์ กต่าวคือ พันธะ โควาเลนต์ ใดที่มีอะตอมของธาตุทั้งสองมีผลต่าง ของค่า EN มาก ข้อของพันธะ โควาเลนต์มีข้อนี้จะมีอำนาจข้อไฟฟ้านามาก คือ มีสภาพข้อแรง ส่วนพันธะ โควาเลนต์ ใดที่มีอะตอมของธาตุทั้งสองมีผลต่างของค่า EN น้อย ข้อของพันธะ โควาเลนต์มีข้อนี้จะมีอำนาจไฟฟ้าน้อย คือ มีสภาพข้อต่ำ เช่น

$$\text{HCl} \quad \text{H มี EN} = 2.20 \quad \text{Cl มี EN} = 3.16$$

$$\text{ผลต่างของค่า EN ของอะตอม H กับ Cl} = 3.16 - 2.20 = 0.96$$

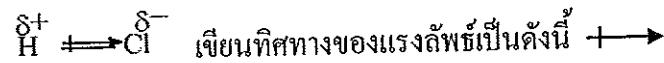
$$\text{FCl} \quad \text{F มี EN} = 3.98 \quad \text{Cl มี EN} = 3.16$$

$$\text{ผลต่างของค่า EN ของอะตอม F กับ Cl} = 3.98 - 3.16 = 0.82$$

จะเห็นได้ว่าผลต่างของค่า EN ที่เกิดจากธาตุของพันธะ H – Cl มากกว่า ของพันธะ F – Cl ดังนั้น ข้อของพันธะ H – Cl มีสภาพข้อแรงกว่า ข้อของพันธะ F – Cl สภาพข้อของ โมเลกุล จากความรู้เรื่องพันธะ โควาเลนต์มีข้อ และพันธะ โควาเลนต์ไม่มีข้อสามารถนำมาแบ่งประเภทของ โมเลกุล โควาเลนต์ ได้เป็น โมเลกุลมีข้อ และ โมเลกุล ไม่มีข้อ แต่ โมเลกุล โควาเลนต์ ได้จะเป็น โมเลกุล มีข้อ หรือ ไม่มีข้อนี้สามารถ พิจารณา ได้ดังนี้

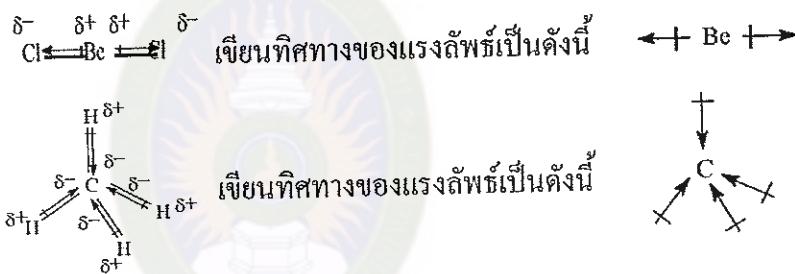
ใน โมเลกุล โควาเลนต์ ได้มีเพียง 2 อะตอม และเป็นอะตอมของธาตุ ชนิดเดียวกัน พันธะที่เกิดขึ้น ใน โมเลกุล เป็น พันธะ โควาเลนต์ ไม่มีข้อ ดังนั้น โมเลกุล ก็จะเป็น โมเลกุล ไม่มีข้อด้วย เช่น H_2 , O_2 , N_2

ถ้าโนไมเลกุลโภเวเลน์ได้มีเพียง 2 อะตอม และเป็นอะตอมของธาตุต่างชนิดกัน พันธะที่เกิดขึ้นในโนไมเลกุลเป็น พันธะโภเวเลน์มีขี้ว ดังนั้น โนไมเลกุลก็จะเป็น โนไมเลกุลมีขี้วตัวเดียว เช่น

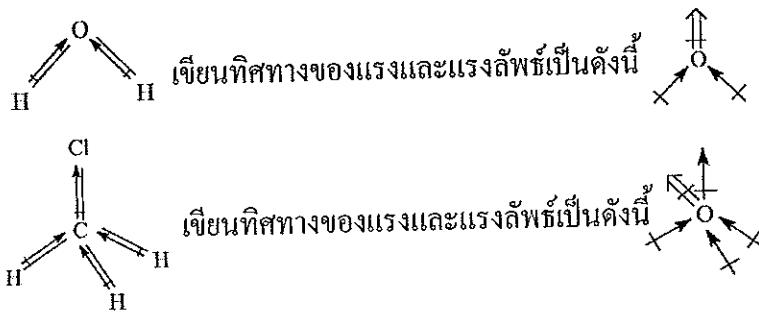


หมายเหตุ \rightarrow แทนทิศทางของแรงดึงดูดอิเล็กตรอน เรียกว่า
Dipole moment

ในโนไมเลกุลที่มี 3 อะตอมหรือมากกว่า โนไมเลกุลที่เกิดจากพันธะมีขี้วและมีรูปร่างของโนไมเลกุลสมมาตร โนไมเลกุลนี้จะเป็น โนไมเลกุลไม่มีขี้ว เพราะมีผลรวมของทิศทางของแรงดึงดูดอิเล็กตรอนทั้งหมดในโนไมเลกุลเป็นศูนย์ เช่น



โนไมเลกุลของ CH_4 มีรูปร่างสมมาตร แรงทั้งสี่จึงหักด้างกันหมด ดังนั้น โนไมเลกุลจึงเป็น โนไมเลกุลไม่มีขี้ว ถ้าโนไมเลกุลที่เกิดจากพันธะมีขี้ว และมีรูปร่างของ โนไมเลกุล ไม่สมมาตร โนไมเลกุลนี้จะเป็น โนไมเลกุลมีขี้ว เพราะมีผลรวมของทิศทางของแรงดึงดูด ไม่ส่วนเท่ากัน คือ แรงดึงดูดอิเล็กตรอนทั้งหมดใน โนไมเลกุลไม่เท่ากับศูนย์หรือมีแรงลัพธ์เกิดขึ้น เช่น



หมายเหตุ \rightarrow แทนทิศทางของแรงดึงดูดอิเล็กตรอนเป็นแรงย่อ
 $\nparallel \rightarrow$ แทนทิศทางของแรงลัพธ์ของแรงดึงดูดอิเล็กตรอน
ทั้งหมดใน โนไมเลกุล

8. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโภเวเดนต์

การที่โมเลกุลของของแข็งหรือของเหลวมาอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มก้อนได้ เนื่องจาก มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลนั้นเอง ถ้าให้ความร้อนแก่อนุภาคของสารจะทำให้สารนั้นเกิด การเปลี่ยนสถานะขึ้น

ถ้าสารใดมีแรงยึดเหนี่ยวของระหว่างโมเลกุล (Intermolecular force) สูง จะเปลี่ยน สถานะยาก จุดหลอมเหลวและจุดเดือดจะสูง ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จุดเดือด และจุดหลอมเหลวของสาร โภเวเดนต์บางชนิด

สาร	มวลโมเลกุล	สภาพขั้วของโมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
He	4	ไม่มีขั้ว	-272	-269
Ne	20	ไม่มีขั้ว	-249	-246
Ar	40	ไม่มีขั้ว	-189	-186
CH_4	16	ไม่มีขั้ว	-182	-161
NH_3	17	มีขั้ว	-78	-33
H_2O	18	มีขั้ว	0	100
HF	20	มีขั้ว	-83	19
SiH_4	32	ไม่มีขั้ว	-185	-111.8
PH_3	34	มีขั้ว	-133	-87.7
H_2S	34	มีขั้ว	-85.5	-60.7
HCl	36	มีขั้ว	-114	-85

จากตารางที่ 9 สาร โภเวเดนต์ไม่มีขั้ว เช่น CH_4 มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลว ต่ำแสดงว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นแรงอ่อน ๆ เรียกว่า แรงคลอนคอน ซึ่งเป็นแรงที่ ต่ำและคงว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นแรงอ่อน ๆ เรียกว่า แรงคลอนคอน ซึ่งเป็นแรงที่ เกิดขึ้นกับสารทั่วๆ ไปด้วย ส่วนสาร โภเวเดนต์มีขั้ว เช่น HCl และ H_2S มีจุดเดือด และ จุดหลอมเหลวสูงกว่า แสดงว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมาก เรียกว่า แรงคงคุณระหว่างขั้ว เป็นแรงกระทำกันระหว่างขั้วนวก – ขั้วน ของโมเลกุลต่าง ๆ

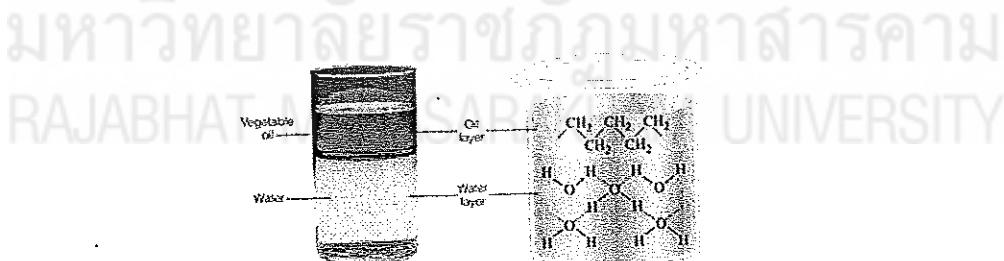
จากข้อมูลในตาราง SiH_4 กับ PH_3 มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน แต่ PH_3 มี จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงกว่า แสดงว่าสารที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน สาร โภเวเดนต์มีขั้ว จะมีแรงยึดเหนี่ยวสูงกว่า เพราะมีทึบแรงคลอนคอนและแรงคงคุณระหว่างขั้ว จึงทำให้มีจุดเดือด และจุดหลอมเหลวสูง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่เป็น แรงคลอนคอนหรือแรงคงคุณระหว่าง ขั้วที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า แรงแวนเดอวาลส์

เมื่อพิจารณาโนมเลกุล CH_4 และ NH_3 ซึ่งมีมวลโนมเลกุลใกล้เคียงกัน CH_4 เป็นโนมเลกุลไม่มีขั้วแต่ NH_3 เป็นโนมเลกุลมีขั้ว NH_3 มีจุดดือดชุดหก/mol เหลวสูงกว่ามาก แสดงว่า มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โนมเลกุลของ NH_3 สูงมาก แรงยึดเหนี่ยวที่มีค่ามากนี้เรียกว่า พันธะ ไฮโดรเจน ซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่าง โนมเลกุลที่เกิดจาก H อะตอมสร้างพันธะ โภเวเดนต์กับ อะตอมของธาตุที่มีค่า EN สูงและมีขนาดเล็ก (เช่น F, O และ N) เกิดพันธะ โภเวเดนต์มีขั้วชนิด ที่มีสภาพมีขั้วแรงมาก

จากการที่ข้างต้นยังสามารถสรุปได้ว่าสาร โภเวเดนต์ใดที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โนมเลกุลมากก็จะเป็นผลทำให้สารนั้นมีจุดดือดและชุดหก/mol เหลวสูง โดยทั่วไป สารที่มีมวลโนมเลกุลใกล้เคียงกัน สารใดที่มีแรงดึงดูดระหว่าง โนมเลกุลเป็นแรงดึงดูดระหว่างขั้ว จะมีความแข็งแรงมากกว่าสารที่มีแรงดึงดูดระหว่าง โนมเลกุลเป็นแรงลดอนคง

9. การละลายน้ำของสาร โภเวเดนต์

การละลายน้ำใช้ Thumb's Rule หรือ หลัก "Like dissolves like" อธิบายได้ดังนี้ สาร โภเวเดนต์มีขั้ว จะละลายในสาร โภเวเดนต์มีขั้ว เช่น แอมโมเนีย (NH_3) ละลายในน้ำ (H_2O) ได้ และสาร โภเวเดนต์ไม่มีขั้ว จะละลายในสาร โภเวเดนต์ไม่มีขั้ว เช่น เอกซาน (C_6H_{14}) ละลายใน คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) ได้ สำหรับสาร โภเวเดนต์มีขั้ว และสาร โภเวเดนต์ไม่มีขั้วจะ ไม่ละลายเข้าด้วยกัน เช่น เอกซาน (C_6H_{14}) ไม่ละลายในน้ำ (H_2O)



ภาพที่ 6 แสดงการละลายน้ำของสาร โภเวเดนต์ไม่มีขั้วในโนมเลกุลของน้ำ

การละลายของสาร โภเวเดนต์ในน้ำเกิดได้ 2 ลักษณะดังนี้

9.1 สารประกอบ โภเวเดนต์ที่ละลายน้ำแล้วไม่แตกตัวเป็นไอลอยอน ได้แก่ โนมเลกุล โภเวเดนต์มีขั้วที่มีสภาพมีขั้วต่ำ โนมเลกุล โภเวเดนต์มีขั้วพวนนี้เมื่อละลายน้ำแล้วโนมเลกุล ของน้ำและตัวถูกละลาย ซึ่งเป็นสาร โภเวเดนต์มีขั้ว จะหันขั้วที่มีอำนาจไฟฟ้าตรงข้ามเข้าดึงดูด กันได้ เกิดเป็นแรงดึงดูดระหว่าง โนมเลกุลของน้ำกับขั้วของโนมเลกุลนั้น

9.2 สารประกอบโภเคนส์ที่ละลายน้ำแล้วแตกเป็นไอออน ได้แก่ โมเลกุลโภเคนส์มีข้าวที่มีสภาพน้ำข้าวแรงมาก เมื่อละลายน้ำแล้วจะเกิดแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำ กับข้าวของโมเลกุลมีขั้วนั้น ซึ่งมีค่าสูงมากพอที่จะทำให้โมเลกุลมีขั้วนั้นแตกตัวเป็นไอออนที่มีน้ำล้อมรอบ เช่นเดียวกับสารประกอบไอออนิกได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จริย์รัตน์ สิงห์สมบัติ (2551 : 116-117) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบเว็บเคสที่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโภกสีวิทยาสรรค์ อำเภอสว่างแดนดิน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร เขต 2 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาร้อยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ผลการ วิจัยพบว่า 1) บทเรียนบนเครือข่ายแบบเว็บเคสที่เรื่องกรด-เบส มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เท่ากับ $85.90/87.30$ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ $80/80$ และมีค่าตัวชนิดประสิทธิผลเท่ากับ 0.5138 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบเว็บเคสที่เรื่องกรด-เบสมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบเว็บเคสที่เรื่องกรด-เบสมีความคงทนความรู้หลังเรียน 2 สัปดาห์ได้ร้อยละ 96.64 ของคะแนนเฉลี่ยห้องเรียน 4) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบเว็บเคสที่เรื่องกรด-เบส มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ลดารัตน์ สงวนรณา (2553 : บทคัดย่อ) ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสที่เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนปี注重นราชาภิเศกานนท์ อำเภอพระสุมนธรรมราช เดิม จังหวัดสุมนธรรมราช ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียนจาก 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มนักเรียนที่มีคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายมาจำนวน 20 คน ใช้เวลาในการสอน 21 คลาส ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเมืองต้น ของนักเรียนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อนุสรณ์ เสน่ห์ไชย (2550 : 74) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอน ร่วมกับการใช้บทเรียนเว็บเคוสท์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนเซนต์โยเซฟคอนแวนต์ ตั้งกัดคำนักเรียน บริหารงานคณิตกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน โดยดำเนินการสู่กลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน ต่างๆ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียน กลุ่มที่เรียนพิสิกส์โดยจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอน ร่วมกับการใช้บทเรียนเว็บเคอสท์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพิสิกส์และทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปลสกับสเปลสและสเปลสกับเวลาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนพิสิกส์โดยจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอนร่วมกับการใช้บทเรียนเว็บเคอสท์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนพิสิกส์และทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปลสกับสเปลสและสเปลสกับเวลาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธี การสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุลคลา จุลเสวก (2549 : 74) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือกับ การใช้เว็บเคอสท์ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบร้า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบสอนด้วยเว็บเคอสท์ที่จัดกลุ่มการเรียนแตกต่างกัน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน และหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยะรัตน์ ภัณฑ์พ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาทักษะ การคิดขั้นสูง โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบเว็บเคอสท์ ในระดับประถมศึกษา กรณีศึกษาโรงเรียนนานาชาติเก็น尼 กรุงเทพฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา_rupแบบการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบเว็บเคอสท์ในระดับ ประถมศึกษา และศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนที่มีต่อทักษะการคิดขั้นสูง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาวิชา และความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนาต้นแบบรูปแบบการสอน ระยะที่ 2 การปรับปรุงรูปแบบการสอน โดยใช้ การวิจัยปฏิบัติการ ระยะที่ 3 การประเมินและการขยายผลการใช้รูปแบบการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบสำรวจสภาพปัจจุบันและความต้องการซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบ

มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ควบคู่กับ การแสดงความคิดเห็นแบบบรรยายผลการวิจัยทำให้ได้รูปแบบการสอนที่ได้อธิบายองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้แก่ ขั้นตอนการสอนระบบสังคม หลักการตอบสนอง และระบบสนับสนุน และอธิบายแนวทางในการจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่จะให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และเกิดการเรียนรู้ และเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงผลต้มฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาวิชา และความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ไปพร้อมๆ กันจากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูง คะแนนผลต้มฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาวิชา และคะแนนความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ชาคริต อนันตวัฒนวงศ์ (2549 : 67) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสว์ท ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และปฏิสัมพันธ์ในการเรียน วิชาการถ่ายภาพทางการศึกษาสถานบันเทิง ในโดยประมาณเก้า十分หนึ่ง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของ การใช้บทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสว์ท ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และลักษณะการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน และศึกษาเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสว์ท โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) บทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสว์ท วิชาการถ่ายภาพทางการศึกษา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสอบถามลักษณะการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน 4) แบบวัดเจตคติของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสว์ทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ลักษณะการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนเป็นแบบร่วมมือกัน 2 ด้าน จากองค์ประกอบทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ลักษณะความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน และการปรึกษาหารือกัน ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และค่อนข้างน้อยตามลำดับ และเจตคติของผู้เรียนต่อรูปแบบบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสว์ท โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับ 1.39 คิดเป็นร้อยละ 73.16 หรืออยู่ในระดับค่อนข้างคือ

อัคราภรณ์ สีหะวงศ์ (2550 : 100) ได้ศึกษาประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิจารณญาณ เรื่องการศึกษาพารณ์ไม้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทเรียนเว็บเคสว์ท กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาคม อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 67 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม การวิจัยครั้งนี้พบว่า (1) บทเรียนเว็บเคสว์ท (WebQuest) เรื่องการศึกษาพารณ์ไม้เชิงอนุรักษ์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.21/84.65

(2) บทเรียนเว็บแคลสท์ (WebQuest) เรื่องการศึกษาพறรษ ไม่เชิงอนุรักษ์ ที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนี ประสิทธิผลเท่ากับ 0.56 (3) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนเว็บแคลสท์ (WebQuest) เรื่องการศึกษาพறรษ ไม่เชิงอนุรักษ์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน คือ ด้านการอนุมาน ด้านการยอมรับข้อตกลง เนื้อหาด้าน ด้านนิรนัย ด้านการตีความ ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คุณภาพ สินาชัย (2551 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาบทเรียนแบบเว็บแคลสท์ เรื่อง หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบันนทิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 46 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบสุ่มกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยการจับฉลาก ใช้สูนย์การเรียน ได้ 2 สูนย์การเรียน คือ นิสิตระบบพิเศษ สูนย์มหาสารคามจำนวน 25 คน และสูนย์อุดรธานี จำนวน 21 คน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) บทเรียนแบบเว็บแคลสท์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ $81.10/80.65$ 2) บทเรียนแบบเว็บแคลสท์ที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6566 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 65.66 3) นิสิตที่มีลักษณะ ความเหมาะสมในการเรียนแบบแครอฟท์สูงและปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านิสิตที่มีลักษณะความเหมาะสมในการเรียนแบบแครอฟท์สูงและปานกลาง นิสิตที่มีลักษณะความเหมาะสม ที่มีลักษณะความเหมาะสมในการเรียนแบบแครอฟท์ต่ำ และนิสิตที่มีลักษณะความเหมาะสม ในการเรียนแบบแครอฟท์ต่ำปานกลางมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านิสิตที่มีลักษณะ ความเหมาะสมในการเรียนแบบแครอฟท์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นิสิตทั้ง 3 กลุ่ม มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบเว็บแคลสท์อยู่ในระดับมากและไม่แตกต่าง กัน 4) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะระหว่างลักษณะความเหมาะสมในการเรียนแบบแครอฟท์ของผู้เรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และลักษณะความเหมาะสมในการเรียนแบบแครอฟท์ของผู้เรียนกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยธิดา รอบรู้ (2551 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาโดยการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง คำควบค้ำง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมบทเรียนแบบเว็บแคลสท์กับ การเรียนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน รวม 52 คน ได้จากการสุ่มกลุ่มโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมบทเรียนแบบเว็บแคลสท์ เรื่อง คำควบค้ำง ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์และความคงทนทางการเรียนสูงกว่าการเรียนตามคู่มือครู

โครงการ เก้าไศยารณ์ (2548 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนแสวงรู้แบบเรียนหน่วยการจัดพิพิธภัณฑ์ในสถานศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-3 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จำนวน 72 คน ซึ่งได้มາศึกษาสู่มุมอ่านจริงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) บทเรียนการแสวงรู้แบบเรียน หน่วยการจัดพิพิธภัณฑ์ในสถานศึกษา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนแสวงรู้แบบเรียน ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ $82.3/83.5$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนการแสวงรู้แบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียน มีความพึงพอใจต่อบทเรียนการแสวงรู้แบบเรียนอยู่ในระดับมาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Swindel (2006 : Abstract) ได้ศึกษาการใช้กลวิธีการสื่อสาร โดยใช้รูปภาพที่ใน การจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนชนกลุ่มน้อยในชนบททางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีสิทธิชัชปี ตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นกลุ่มเดียว เกรด 7-12 การศึกษานี้ได้มีการ กำหนดโครงสร้าง กิจกรรม และเทคโนโลยีในห้องเรียนที่เกี่ยวพันกับสภาพแวดล้อมจริงกับ กลุ่มเดียว คือนักเรียนชายที่เป็นชาวแอฟริกันและเมริกัน การศึกษานี้ทำให้เกิดผลทางบวกกับ บทบาทการเป็นผู้นำกับคู่แข่ง他人 การปรับปรุงพฤติกรรม แรงจูงใจในการเรียน และบรรลุผล สำเร็จในการเรียน

Chuo (2004 : 1-12) ได้ศึกษาผลของเว็บเคสว่าที่มีต่อ การแสดงออกและความ
เข้าใจทาง การพัฒนาภาษาอังกฤษ สำหรับชาวต่างประเทศ โดยเปรียบเทียบกลุ่มความคุ้ม ใช้
วิธีการสอนแบบปกติ จำนวน 52 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิธีการสอนแบบเว็บเคสว่าที่ จำนวน
51 คน พนวณว่า การแสดงออกทางการพูดของผู้เรียน มีความแตกต่างกัน โดยผู้เรียนที่เรียนจาก
บทเรียนแบบเว็บเคสว่าที่ มีการแสดงออกสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ สำหรับด้านความเข้าใจ
ทางภาษาให้ผลไม่แตกต่างกัน

Frazee, James Philip (2004 : 1746-A) แห่งมหาวิทยาลัยชานดิโอโก้ ได้ศึกษากลยุทธ์ในการออกแบบเว็บแวร์ที่ : กรณีศึกษาผลการเรียนแบบจัดชั้นวิธีมีต่อความเชื่อข้อตกลงและการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจำนวน 89 คน ที่อยู่ในชั้นเรียน วิชาประวัติศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนแบบจัดชั้นวิธีด้วยเว็บแวร์มีประสิทธิภาพ ดีกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ

Rozema (2004 : Abstract) ได้ศึกษาแนวทางการนำสื่อดิจิตอลมาใช้ในการเรียน การสอนวรรณกรรม โดยเปรียบเทียบสื่อการสอนทางเว็บแบบปักดิ้นกับเว็บเอกสารที่พบว่า รูปแบบการเรียน โดยใช้เว็บเอกสารที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์วรรณกรรมต่างๆ ได้

Lipscomb (2003 : Web Site) ได้วิจัยเกี่ยวกับการใช้ WebQuest ในห้องเรียนเกรด 8 วิชาสังคมศึกษา เพื่อจัดทำโครงการเกี่ยวกับสังคมโลกครั้งที่ 2 และศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับ ประสิทธิภาพด้านการเรียนการสอน และการใช้เวลาในการทำกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนไม่มี ความรู้เกี่ยวกับ WebQuest มาก่อน ครุภู่สอนจึงจำเป็นต้องจัดอบรมวิธีการเรียนรู้แบบ WebQuest เป็นต้น เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองพบว่า นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ความ เกี่ยวกับสังคมโลกครั้งที่ 2 โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมให้ในพื้นที่ WebQuest ได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยได้สรุปว่า WebQuest ยังสามารถใช้ในรายวิชาอื่นๆ ได้อีก เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ

Joung (2003 : Web Site) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือบนระบบ ออนไลน์ ในด้านของการกำหนดคุณค่า ความคิดเห็น และลักษณะของการปฏิสัมพันธ์ของ ผู้เรียน โดยใช้ WebQuests ในการจัดกระบวนการเรียนการสอน พบร่วมการเรียนการสอนมี ลักษณะที่มีความชุ่นและตรงกับความต้องการของผู้เรียนมาก อีกทั้งการเรียนแบบร่วมมือยังได้ผล ในด้านต่างๆ มากกว่าการเรียนแบบปักดิ้น

Lim (2001 : Web Site) ได้ศึกษาถึงรูปแบบและลักษณะของการออกแบบบทเรียน ออนไลน์ด้วยวิธีสืบสวนสอบถาม โดยใช้เว็บเอกสารที่เป็นเครื่องมือในการศึกษา โดยเก็บรวบรวม รายชื่อข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบ นักพัฒนา และครุภู่สอน ทำการวิเคราะห์เอกสารต่างๆ จากนั้นจึงสร้างแบบเรียนออนไลน์ แล้ววิจัยเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญอีกรอบหนึ่ง พบร่วมที่เรียน ออนไลน์ด้วยวิธีสืบสวนสอบถามมีองค์ประกอบ 4 ประการคือ ก) การประเมินผลผู้เรียน พร้อมกับเงื่อนไขประกอบ ข) ออกแบบด้วยวิธีสืบสวนสอบถาม ค) ออกแบบให้มี สภาพแวดล้อม / แหล่งข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ ง) ออกแบบให้มีการสื่อสารด้วยวิธีสืบสวน สอบถามและแบบร่วมมือกัน

Lind (2001 : Abstract) ได้ศึกษาถึงการบูรณาการเทคโนโลยีในห้องเรียน ในการ เรียนการสอน โดยทดลองกับนักเรียนระดับ (Grade) 4 และ 5 Lind ได้สร้างหลักสูตรสำหรับ กลุ่มตัวอย่างของเข้า โดยใช้บทเรียนออนไลน์แบบเว็บเอกสารที่จะหมายอีเมลนิกส์ (E-Mail) เลื่อนไปโคลปีเดีย ซึ่ดีรอนและอินเตอร์เน็ต พบร่วมผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากให้ ความร่วมมือในทุกๆ ด้านและเข้าใจบทบาทของตน ได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยทั้งจากในประเทศและต่างประเทศ ทำให้ผู้วิจัยเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้แบบเว็บแคลท์ ร่องพันธะโควิดน์ จะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากนทเรียนออนไลน์แบบเว็บแคลท์สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เข้าถึงเนื้อหาข้อมูลความรู้อย่างกว้างขวาง ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกซึ่งชั้นเนื้อหาข้อมูลนั้นๆ ให้เหมาะสมกับตนเองทั้งยังฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดในการแก้ไขปัญหานอกเหนือจากความสามารถทางภาษาและภาษาต่างประเทศ ตลอดจนประเมินค่า อีกทั้งปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนจะเป็นไปในเชิงบวก เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกอย่างเต็มที่ ทั้งด้านความคิดและความสามารถ ผนวกกับการออกแบบรูปแบบบทเรียนออนไลน์ให้มีลักษณะการเรียนแบบร่วมมือ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของตนเองได้ชัดเจน นำไปสู่การนีปฏิสัมพันธ์ที่หนาแน่นและเป็นไปอย่างร่วมมือกัน ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยจะนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY