

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง ชาติและสารประกอบ ที่เน้นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางที่จะทำงานวิจัยเรื่องนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาขอนำเสนอตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ชาติและสารประกอบ
3. ชุดการเรียนรู้การสอน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. การคิดวิเคราะห์
6. ความคงทนของการเรียนรู้
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์

สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 คาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจ อวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรม ต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบ เสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่ แน่นนอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

เนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสารในระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลายได้จัดแบ่งเนื้อหาสาระออกเป็นเนื้อหา ได้ 13 เนื้อหา ดังนี้

(กระทรวงศึกษาธิการ. 2546 : 1 – 3)

บทที่ 1 อะตอมและตารางธาตุ

บทที่ 2 พันธะเคมี

บทที่ 3 สมบัติของธาตุและสารประกอบ

บทที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์

บทที่ 5 ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

บทที่ 6 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

บทที่ 7 สมดุลเคมี

บทที่ 8 กรด – เบส

บทที่ 9 ไฟฟ้าเคมี

บทที่ 10 ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม

บทที่ 11 เคมีอินทรีย์

บทที่ 12 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

บทที่ 13 สารชีวโมเลกุล

ธาตุและสารประกอบ

จากเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบตามหนังสือเรียน รายวิชาเคมีพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สามารถสรุปเป็นหัวข้อสำคัญ ได้ดังนี้

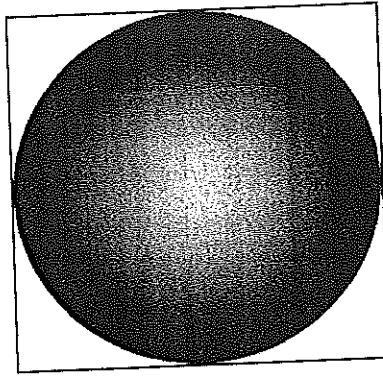
1. วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

จอห์น ดอลตัน (John Dalton) (1766 - 1844) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ เสนอทฤษฎีอะตอมเพื่อใช้อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารก่อนและหลังทำ ปฏิกิริยา รวมทั้งอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ

ทฤษฎีอะตอมของ จอห์น ดอลตัน สรุปได้ดังนี้

1. สสารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดเรียกว่า อะตอม ซึ่งไม่สามารถ แบ่งแยกต่อไปได้อีก
2. อะตอมไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือทำให้สูญหายไป
3. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันย่อมเหมือนกัน กล่าวคือมีสมบัติเหมือนกันทั้ง ทางกายภาพและทางเคมี
4. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันย่อมมีมวลหรือน้ำหนักเท่ากัน
5. สารประกอบเกิดจากการรวมตัวทางเคมีระหว่างอะตอมของธาตุต่างชนิดกัน ด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นเลขลงตัวน้อยๆ
6. อะตอมของธาตุสองชนิดขึ้นไปอาจรวมกันเป็นสารประกอบด้วยอัตราส่วนที่ มากกว่าหนึ่งอย่างเพื่อเกิดสารประกอบมากกว่า 1 ชนิด

อะตอมตามโมโนภาพของ จอห์น ดอลตัน เป็นดังนี้ “ ทรงกลมตันมีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งแบ่งแยกไม่ได้ ”



ภาพที่ 1 แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

อ้างอิงจาก <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/dalton.html>.

เซอร์ โยเซฟ จอห์น ทอมสัน (J.J Thomson) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้สนใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในหลอดรังสีแคโทด จึงทำการทดลองเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของแก๊สขึ้นในปี พ.ศ. 2440 (ค.ศ. 1897)

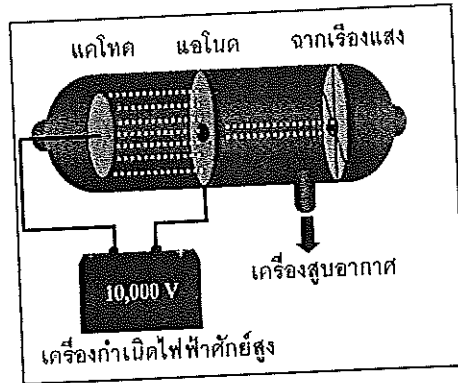


ภาพที่ 2 ชุดการทดลองการนำไฟฟ้าของแก๊ส

อ้างอิงจาก http://www.kungbo.blogspot.com/2010/02/blog-post_23.html.

เซอร์ โยเซฟ จอห์น ทอมสัน ได้สรุปสมบัติของรังสีไว้หลายประการ ดังนี้

1. รังสีแคโทดเดินทางเป็นเส้นตรงจากขั้วแคโทดไปยังขั้วแอโนด เนื่องจากรังสีแคโทดทำให้เกิดเงาของวัตถุได้ถ้านำวัตถุไปขวางทางเดินของรังสี
2. รังสีแคโทดเป็นอนุภาคที่มีมวล เนื่องจากรังสีทำให้ใบพัดที่ขวางทางเดินของรังสีหมุนได้เหมือนลูกกลมพัด
3. รังสีแคโทดประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เนื่องจากเบี่ยงเบนเข้าหาขั้วบวกของสนามไฟฟ้า



ภาพที่ 3 รังสีแคโทดเดินทางเป็นเส้นตรงจากขั้วแคโทดไปยังขั้วแอโนด
อ้างอิงจาก <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/thomson.html>.



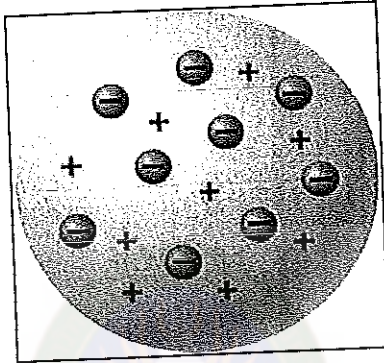
ภาพที่ 4 รังสีแคโทดเบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้า

อ้างอิงจาก <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/thomson.html>.

จากผลการทดลองนี้ เซอร์ โจเซฟ จอห์น ทอมสัน อธิบายได้ว่า อะตอมของโลหะที่ขั้วแคโทดเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูงจะปล่อยอิเล็กตรอนออกจากอะตอม อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงและเคลื่อนที่ภายในหลอด เคลื่อนที่ชนอะตอมของแก๊สจะทำให้อิเล็กตรอนในอะตอมของแก๊สหลุดออกจากอะตอม อิเล็กตรอนจากขั้วแคโทดและจากแก๊สซึ่งเป็นประจุลบจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วแอโนด ขณะเคลื่อนที่ถ้ากระทบฉากที่ฉาบสารเรืองแสง เช่น ZnS ทำให้ฉากเกิดการเรืองแสง ซึ่งจอห์น ทอมสันสรุปว่ารังสีแคโทดประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบเรียกว่า “อิเล็กตรอน” และยังสามารถหาอัตราส่วนประจุต่อมวล (e/m) ของอิเล็กตรอนโดยใช้สยามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าช่วยในการหา ซึ่งได้ค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอนเท่ากับ 1.76×10^8 C/g ค่าอัตราส่วน e/m นี้จะมีค่าคงที่ ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่เป็นขั้วแคโทด และไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊สที่บรรจุอยู่ในหลอดรังสีแคโทด แสดงว่าในรังสีแคโทดประกอบด้วยอนุภาคไฟฟ้าที่มีประจุลบเหมือนกันหมดคืออิเล็กตรอน นั่นเอง จอห์น ทอมสัน จึงสรุปว่า “อิเล็กตรอนเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของอะตอมและอิเล็กตรอนของทุกอะตอมจะมีสมบัติเหมือนกัน” หลังจากที่จอห์น ทอมสันได้

วิเคราะห์การทดลองของ โกลด์ ชไตน์ และจากข้อมูลการทดลองของตัวเอง เขาจึงเสนอแบบจำลองอะตอมว่า

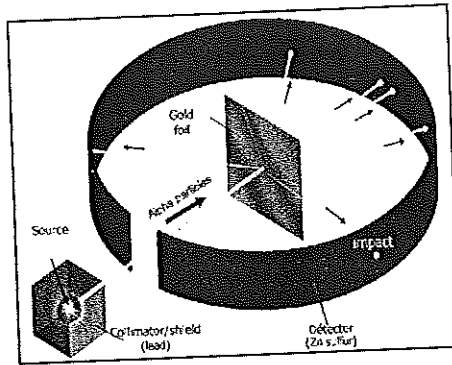
“อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอมซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไป อะตอมในสภาพที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ ”



ภาพที่ 5 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

อ้างอิงจาก <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/thomson.html>.

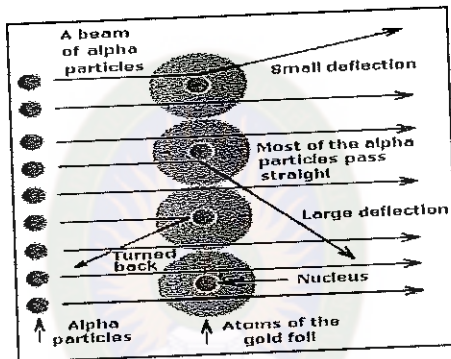
ในปี พ.ศ. 2453 (ค.ศ. 1910) เซอร์ เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Sir Ernest Rutherford) ได้ศึกษาแบบจำลองอะตอมของทอมสัน และเกิดความสงสัยว่าอะตอมจะมีโครงสร้างตามแบบจำลองของทอมสันจริงหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐานว่า “ถ้าอะตอมมีโครงสร้างตามแบบจำลองของทอมสันจริง ดังนั้นเมื่อยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกเข้าไปในอะตอม แอลฟาทุกอนุภาคจะทะลุผ่านเป็นเส้นตรงทั้งหมดเนื่องจากอะตอมมีความหนาแน่นสม่ำเสมอเหมือนกันหมดทั้งอะตอม ” เพื่อพิสูจน์สมมติฐานนี้ เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ดได้ทำการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ โดยมีความหนาไม่เกิน 10^{-4} cm โดยมีฉากสารเรืองแสงรองรับ และได้ผลการทดลองดังรูป



ภาพที่ 6 การทดลองของเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด

อ้างอิงจาก <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/rutherford.html>.

ข้อสันนิษฐานของ เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด จากผลการทดลองเป็นดังนี้



ภาพที่ 7 รังสีอนุภาคแอลฟาที่สังเกตได้จากการทดลอง

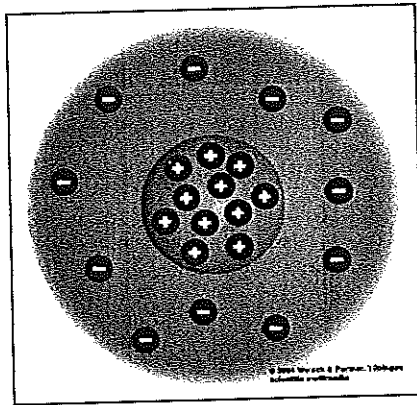
อ้างอิงจาก <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/rutherford.html>.

ข้อสรุปที่ได้จากการทดลองของ เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด

1. อนุภาคส่วนมากเคลื่อนที่ทะลุผ่านแผ่นทองคำเป็นเส้นตรง
2. อนุภาคส่วนน้อยเบี่ยงเบนไปจากเส้นตรง
3. อนุภาคส่วนน้อยมากสะท้อนกลับมาด้านหน้าของแผ่นทองคำ

ถ้าแบบจำลองอะตอมของทอมสันถูกต้องเมื่อยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ อนุภาคแอลฟาควรพุ่งทะลุผ่านเป็นเส้นตรงทั้งหมดหรือเบี่ยงเบนเพียงเล็กน้อย เพราะอนุภาคแอลฟามีประจุบวกจะเบี่ยงเบนเมื่อกระทบกับประจุบวกที่กระจายอยู่ในอะตอม แต่แบบจำลองอะตอมของทอมสันอธิบายผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดไม่ได้ เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด จึงเสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นมาใหม่ดังนี้

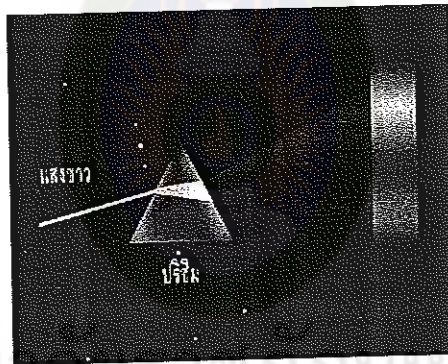
“อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีโปรตอนรวมกันอยู่ตรงกลาง นิวเคลียสมีขนาดเล็กแต่มีมวลมาก และมีประจุบวก ส่วนอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบและมีมวลน้อยมาก วิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส ”



ภาพที่ 8 แบบจำลองอะตอมของ เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด

อ้างอิงจาก http://www.welsch.com/e/index.php5?chap=5_1&gid=457

นีลส์ โบร์ (Niels Bohr) ค.ศ. 1885 – 1962 นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก
ได้ทำการศึกษาการเกิดสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน



ภาพที่ 9 สเปกตรัมของแสงขาว

อ้างอิงจาก <http://www.scimath.org/index.php/physicsarticle/item/1009>

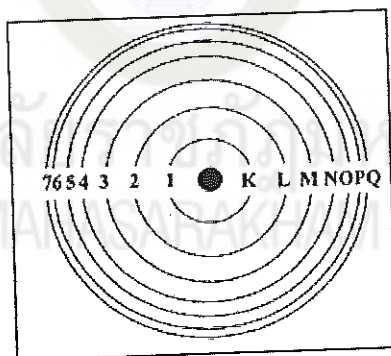
สเปกตรัม หมายถึง อนุกรมของแถบสีหรือเส้นที่ได้จากการผ่านพลังงานรังสีเข้าไป
ในสเปกโตรสโคปซึ่งทำให้พลังงานรังสีแยกออกเป็นแถบหรือเป็นเส้นที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ
เรียงลำดับกันไป

ตารางที่ 1 สีของสเปกตรัมและความยาวคลื่น

สเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)
แสงสีม่วง	400 – 420
แสงสีคราม – น้ำเงิน	420 – 490
แสงสีเขียว	490 – 580
แสงสีเหลือง	580 – 590
แสงสีแดง (ส้ม)	590 – 650
แสงสีแดง	650 – 700

อ้างอิงจาก <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/spectrum2.html>.

นีลส์ โบร์ ได้สร้างแบบจำลองอะตอมเพื่อใช้อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสเป็นวงคล้ายกับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ แต่ละวงจะมีระดับพลังงานเฉพาะตัว และเรียกระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดซึ่งมีระดับพลังงานต่ำที่สุด เรียกว่า ระดับพลังงาน K และเรียกระดับพลังงานถัดออกมาว่า ระดับพลังงาน L, M, N, ... ตามลำดับ



ภาพที่ 10 แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์ แสดงระดับพลังงานของอิเล็กตรอน

อ้างอิงจาก <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1168>

นีลส์ โบร์ ได้เสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นมา และสรุปได้ดังนี้

1. อิเล็กตรอนจะอยู่กันเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นเรียกว่า "ระดับพลังงาน"
2. แต่ละระดับพลังงานจะมีอิเล็กตรอนบรรจุได้ $= 2n^2$

$n = 1$ คือ ระดับพลังงาน K

$n = 2$ คือ ระดับพลังงาน L

$n = 3$ คือ ระดับพลังงาน M

$n = 4$ คือ ระดับพลังงาน N

$n = 5$ คือ ระดับพลังงาน O

$n = 6$ คือ ระดับพลังงาน P

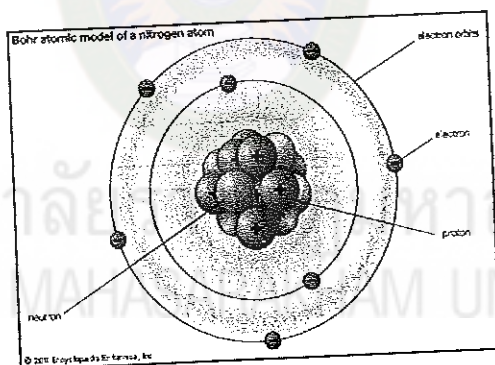
$n = 7$ คือ ระดับพลังงาน Q

3. อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานวงนอกสุดเรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence electron) จะเป็นอิเล็กตรอนที่เกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้

4. อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานวงในอยู่ใกล้นิวเคลียสจะเสถียรมาก เพราะประจุบวกจากนิวเคลียสดึงดูดไว้อย่างดี ส่วนอิเล็กตรอนระดับพลังงานวงนอกจะไม่เสถียร เพราะนิวเคลียสส่งแรงไปดึงดูดได้น้อยมากอิเล็กตรอนพวกนี้จึงมีพลังงานสูงหลุดออกจากอะตอมได้ง่าย

5. ระดับพลังงานวงในจะอยู่ห่างกันมาก ส่วนระดับพลังงานวงนอกจะอยู่ชิดกันมาก

6. การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนในระดับถัดกัน อาจเปลี่ยนข้ามระดับพลังงานกันก็ได้

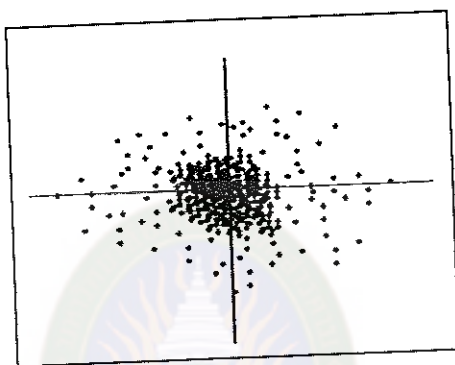


ภาพที่ 11 แสดงแบบจำลองอะตอมของธาตุไนโตรเจน

อ้างอิงจาก <http://www.britannica.com/EBchecked/media/155372/Bohr-atomic-model-of-a-nitrogen-atom>

เนื่องจากแบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์ มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถใช้อธิบายสเปกตรัมของอะตอมที่มีหลายอิเล็กตรอน จึงได้มีการศึกษาเพิ่มเติมจนได้ข้อมูลที่เชื่อว่าอิเล็กตรอนมีสมบัติเป็นทั้งอนุภาคและคลื่น โดยเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในลักษณะของคลื่นนิ่ง บริเวณที่พบอิเล็กตรอนได้พบได้หลายลักษณะเป็นรูปทรงต่าง ๆ ตามระดับพลังงานของอิเล็กตรอน จากการใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ควอนตัมสร้างสมการขึ้นเพื่อคำนวณหาโอกาสที่พบอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ พบว่าแบบจำลองนี้อธิบายเส้นสเปกตรัมได้ดีกว่าแบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์ โดยแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกกล่าวไว้ดังนี้

1. อิเล็กตรอนมีขนาดเล็กมวลงน้อยมากและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลาไปทั่วทั้งอะตอม จึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอะตอมได้
2. มีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสบางบริเวณเท่านั้น ทำให้สร้างโนภาพได้ว่าอะตอมประกอบด้วยกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียส
3. บริเวณที่กลุ่มหมอกที่บแสดงว่าโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนได้มากกว่าบริเวณที่มีกลุ่มหมอกจาง



ภาพที่ 12 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

อ้างอิงจาก <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/cloud.html>.

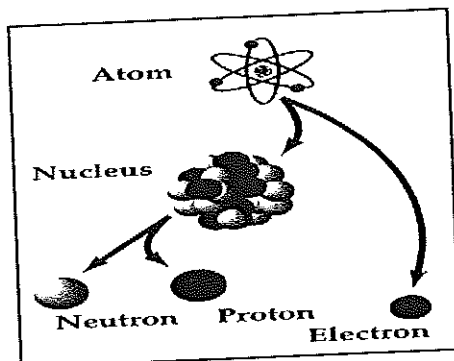
สรุปแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

1. อิเล็กตรอนไม่สามารถวิ่งรอบนิวเคลียสด้วยรัศมีที่แน่นอน บางครั้งเข้าใกล้บางครั้งออกห่าง จึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้ แต่บอกได้เพียงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในอะตอมและอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่เร็วมากจนเหมือนกับอิเล็กตรอนอยู่ทั่วไปในอะตอมลักษณะนี้เรียกว่า " กลุ่มหมอก "
2. กลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ จะมีรูปทรงต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนอิเล็กตรอนและระดับพลังงานของอิเล็กตรอน
3. กลุ่มหมอกที่มีอิเล็กตรอนระดับพลังงานต่ำจะอยู่ใกล้นิวเคลียสส่วนอิเล็กตรอนที่มีระดับพลังงานสูงจะอยู่ไกลนิวเคลียส
4. อิเล็กตรอนแต่ละตัวไม่ได้อยู่ในระดับพลังงานใดพลังงานหนึ่งคงที่
5. อะตอมมีอิเล็กตรอนหลาย ๆ ระดับพลังงาน

2. อนุภาคมูลฐานของอะตอม

ทุกอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญคือ โปรตอน, นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยมีโปรตอนกับนิวตรอนอยู่ในนิวเคลียส นิวเคลียสนี้จะครอบครองเนื้อที่ภายในอะตอมเพียงเล็กน้อย และมีอิเล็กตรอนวิ่งรอบ ๆ นิวเคลียสด้วยความเร็วสูง

คล้ายกับมีกลุ่มประจุลบปกคลุมอยู่โดยรอบ ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 อนุภาคมูลฐานภายในอะตอม

อ้างอิงจาก <http://worldslife-nisha.blogspot.com/2011/06/atomic-structure.html>.

อนุภาคโปรตอน ค้นพบโดย ออยเกน โกลด์ชไตน์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ในปี พ.ศ. 2409 (ค.ศ. 1866) ส่วนอนุภาคอิเล็กตรอน ค้นพบโดย เซอร์ โจเซฟ จอห์น ทอมสัน (J.J Thomson) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ในปี พ.ศ. 2440 (ค.ศ. 1897) และอนุภาคนิวตรอน ค้นพบโดย เจมส์ แชดวิก (James Chadwick) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ (พ.ศ. 2475)

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของอนุภาคมูลฐานแต่ละชนิด

คุณสมบัติ	อิเล็กตรอน	โปรตอน	นิวตรอน
สัญลักษณ์	e^-	p^+	n
มวล (กิโลกรัม)	9.109×10^{-31}	1.673×10^{-27}	1.675×10^{-27}
ประจุทางไฟฟ้า	-1	+1	0

อ้างอิงจาก <http://www.ponglearning.com/?p=846>

ตารางที่ 3 ตัวอย่างอนุภาคมูลฐานของธาตุบางชนิด

ชื่อธาตุ	สัญลักษณ์	จำนวนอนุภาคมูลฐาน		
		นิวตรอน	โปรตอน	อิเล็กตรอน
ไฮโดรเจน	H	-	1	1
ฮีเลียม	He	2	2	2
ลิเทียม	Li	4	3	3
เบริลเลียม	Be	5	4	4
โบรอน	B	6	5	5
คาร์บอน	C	6	6	6
ไนโตรเจน	N	7	7	7

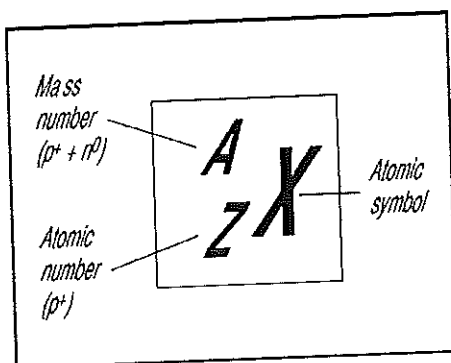
อ้างอิงจาก <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1063>

3. เลขอะตอม เลขมวลและไอโซโทป

เลขอะตอม (atomic number, Z) หมายถึง จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสของธาตุนั้น ๆ หรือหมายถึงจำนวนอิเล็กตรอนที่วิ่งวนรอบนิวเคลียสของอะตอมที่เป็นกลาง เช่น

ไฮโดรเจน (H) มีเลขอะตอมเท่ากับ 1

เลขมวล (mass number, A) หรือ เลขมวลอะตอม หรือ เลขนิวคลีออน เป็นผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอน (โปรตอนและนิวตรอนเรียกรวมกันว่านิวคลีออน) ในนิวเคลียสอะตอม



ภาพที่ 14 สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ

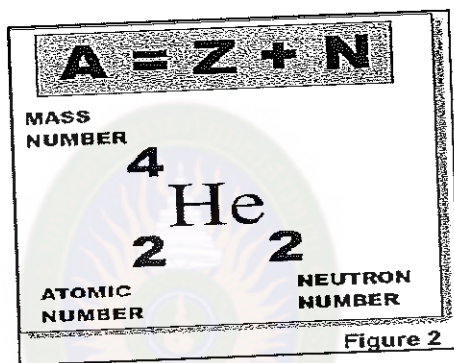
อ้างอิงจาก <http://www.dummies.com/how-to/content/the-nucleus-the-center-of-an-atom.html>

จากภาพอธิบายได้ว่า

1. จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเรียกว่า เลขอะตอม (atomic number, Z) และยังคงถึงจำนวนอิเล็กตรอน

2. ผลบวกของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน เรียกว่า เลขมวล (mass number, A) $A = Z + N$ โดยที่ N เป็นจำนวนนิวตรอน (เลขเชิงมวลจะเป็นจำนวนเต็มและมีค่าใกล้เคียงกับมวลของอะตอม)

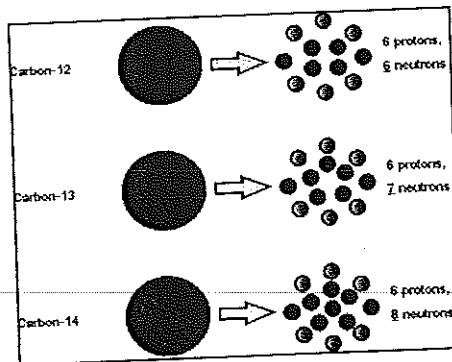
ตัวอย่างสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ



ภาพที่ 15 สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุฮีเลียม

อ้างอิงจาก http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical_Chemistry/Atomic_Theory/Sub-Atomic_Particles

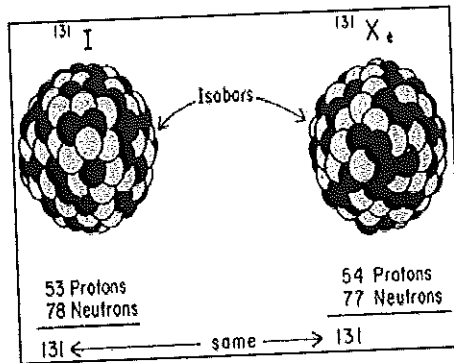
ไอโซโทป (Isotope) คือ อะตอมต่าง ๆ ของธาตุนั้นเหมือนกันที่มีจำนวนโปรตอนหรือเลขอะตอมเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน ส่งผลให้เลขมวลต่างกันด้วยและเรียกเป็นไอโซโทปของธาตุนั้น ๆ ไอโซโทปของธาตุต่าง ๆ จะมีสมบัติทางเคมีฟิสิกส์เหมือนกัน



ภาพที่ 16 ไอโซโทปของธาตุคาร์บอน

อ้างอิงจาก <http://www.sahavicha.com/?name=knowledge&file=readknowledge&id=2663>

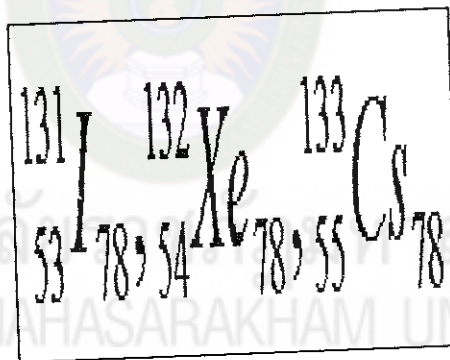
ไอโซบาร์ (Isobar) คือ ธาตุต่างชนิดกันที่มีเลขมวลเท่ากันแต่เลขอะตอมหรือจำนวนโปรตอนต่างกันและมีจำนวนนิวตรอนต่างกัน



ภาพที่ 17 ตัวอย่างไอโซบาร์ของธาตุบางชนิด

อ้างอิงจาก <http://www.sprawls.org/ppmi2/MATTER/>

ไอโซโทน (Isotone) คือ ธาตุต่างชนิดกัน ที่มีนิวตรอนเท่ากันแต่โปรตอนหรือเลขอะตอมต่างกัน



ภาพที่ 18 ตัวอย่างไอโซโทนของธาตุบางชนิด

อ้างอิงจาก <http://www.thaigoodview.com/node/16869?page=0%2C29>

4. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุบางชนิด

การจัดเรียงอิเล็กตรอน หมายถึง การจัดอิเล็กตรอนในแต่ละอะตอมให้มีการจัดเรียงตามระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อย โดยมีการแบ่งชั้นที่แน่นอน เรียงไปเรื่อย ๆ ตามเลขอะตอม

ระดับพลังงานหลัก เป็นระดับพลังงานชั้นใหญ่ ๆ ของอิเล็กตรอนระดับพลังงานชั้นในสุดหรือระดับพลังงานที่ $n=1$ จะมีอิเล็กตรอนได้มากที่สุด 2 ตัว ระดับชั้นถัดมา 2, 3, 4 จะมีได้มากที่สุด 8, 18 และ 32 ตามลำดับ โดยระดับพลังงานที่มากกว่า 4 ชั้นขึ้นไปจะมีได้มากที่สุดเพียง 32 ตัวเท่านั้น

การจัดอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักทำให้แต่ละระดับพลังงานมีจำนวนอิเล็กตรอนมากจึงเกิดปัญหาว่าอิเล็กตรอนเหล่านั้นอยู่ในระดับพลังงานเดียวกันได้อย่างไรทำไมจึงไม่ผลักกัน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับระดับพลังงานย่อยเพื่อกระจายอิเล็กตรอนในแต่ละระดับพลังงานหลักเข้าสู่ระดับพลังงานย่อย โดยอาศัยรูปแบบโคจรของอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสเป็นเกณฑ์ในการแบ่งอิเล็กตรอนเป็นกลุ่มย่อย ๆ และเรียกรูปแบบวงโคจรนี้ว่า ออร์บิทัล (Orbital) โดย 1 ออร์บิทัลจะมีอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 2 อิเล็กตรอน ระดับพลังงานย่อยมี 4 ระดับ คือ s, p, d, f โดยที่แต่ละออร์บิทัลมีจำนวนอิเล็กตรอนได้ดังนี้

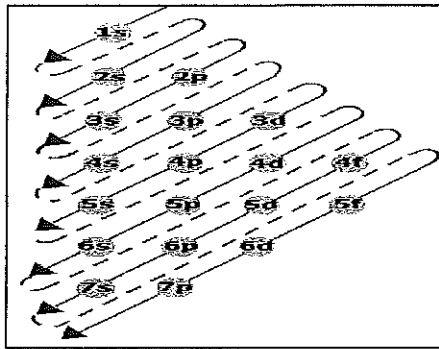
- s มี 1 ลักษณะ สามารถบรรจุอิเล็กตรอนได้ 2 อิเล็กตรอน
- p มี 3 ลักษณะ สามารถบรรจุอิเล็กตรอนได้ 6 อิเล็กตรอน
- d มี 5 ลักษณะ สามารถบรรจุอิเล็กตรอนได้ 10 อิเล็กตรอน
- f มี 7 ลักษณะ สามารถบรรจุอิเล็กตรอนได้ 14 อิเล็กตรอน

ตารางที่ 4 แสดงระดับพลังงานหลักและชนิดของออร์บิทัล

ระดับพลังงานหลัก	ชนิดของออร์บิทัล
1	s
2	s p
3	s p d
4	s p d f
5	s p d f g

อ้างอิงจาก <http://210.1.20.34/?name=media&file=readmedia&id=3282>

ออร์บิทัล g ยังไม่มีการค้นพบ เนื่องจากในการจัดเรียงอิเล็กตรอน จะมีการซ้อนเหลื่อมกันของแต่ละออร์บิทัลที่ต่างชั้นระดับพลังงานหลักกันทำให้ในการจัดเรียงอิเล็กตรอนแทนที่จะออกมาเป็นดังนี้ 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s... ทำให้ธาตุที่ค้นพบปัจจุบันนี้ยังไม่มีจำนวนอิเล็กตรอนที่มากพอจะถึงชั้น g



ภาพที่ 19 แสดงลำดับของพลังงานย่อย

อ้างอิงจาก <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/configuration3.html>.

ตัวอย่าง การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุแคลเซียม (Ca) ซึ่งมีเลขอะตอม = 20 แสดงว่ามี $p = 20$ และมี $e = 20$ ตัว สามารถจัดเรียงอิเล็กตรอนได้ดังนี้

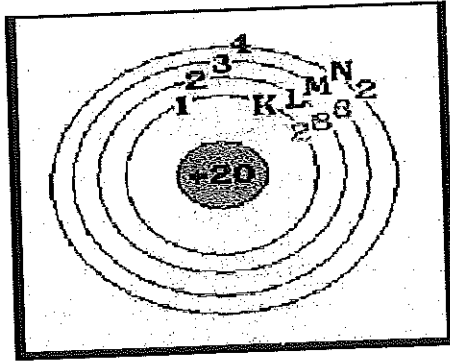
ตารางที่ 5 แสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุแคลเซียม

K 1	s^2			
L 2	s^2	p^6		
M 3	s^2	p^6	d	
N 4	s^2	p	d	f
O 5	s	p	d	f
P 6	s	p	d	f
Q 7	s	p	d	f

อ้างอิงจาก http://thitipongclub.blogspot.com/2011_07_01_archive.html.

สรุป การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุแคลเซียม ได้ดังนี้ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

หรือ การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุแคลเซียม = 2, 8, 8, 2 มีแผนผังการจัดเรียงอิเล็กตรอน ดังนี้ Ca มีจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานชั้นนอกสุด = 2 ตัว จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานชั้นนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence electron) ดังนั้น Ca มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน = 2

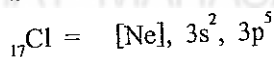
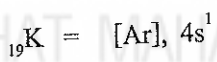


ภาพที่ 20 แสดงระดับพลังงานหลักและจำนวนอิเล็กตรอนของธาตุแคลเซียม
อ้างอิงจาก http://thitipongclub.blogspot.com/2011_07_01_archive.html.

ตัวอย่างการจัดเรียงอิเล็กตรอนของแก๊สเฉื่อย

${}^2\text{He}$	จัดเรียงอิเล็กตรอนได้ดังนี้	$1s^2$
${}^{10}\text{Ne}$	จัดเรียงอิเล็กตรอนได้ดังนี้	$1s^2 2s^2 2p^6$
${}^{18}\text{Ar}$	จัดเรียงอิเล็กตรอนได้ดังนี้	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
${}^{36}\text{Kr}$	จัดเรียงอิเล็กตรอนได้ดังนี้	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$
${}^{54}\text{Xe}$	จัดเรียงอิเล็กตรอนได้ดังนี้	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$
${}^{86}\text{Rn}$	จัดเรียงอิเล็กตรอนได้ดังนี้	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$ $5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6$

การเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนอาจเขียนย่อให้สั้นลง โดยแยกส่วนที่เป็นการจัดเรียงอิเล็กตรอนของแก๊สมีสกุล (noble gas) ไว้ในวงเล็บ ดังนี้



5. ตารางธาตุ

1. สมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุตามตารางธาตุ

ในปี ค.ศ. 1817 Dobereiner พบว่าธาตุบางประเภทซึ่งประกอบไปด้วยธาตุ 3 ธาตุ ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันและเขาพบว่าน้ำหนักอะตอมของธาตุหนึ่งจะมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักอะตอมเฉลี่ยของธาตุอีกสองธาตุ และในปี ค.ศ. 1864 John A.R. Newlands ชาวอังกฤษได้เสนอการจัดธาตุต่าง ๆ โดยเรียงตามน้ำหนักอะตอม ซึ่งเรียกการจัดแบบนี้ว่า Law of Octaves ต่อมาได้มีการค้นพบค่าอะตอมมิกานัมเบอร์ โดย Henry Gwyn Jeffeys Moseleys ต่อมา คิมิตรี เมนเดเลเยฟ จึงได้พัฒนาโดยพยายามเรียงให้ธาตุที่มีสมบัติเหมือนกันอยู่ในหมู่เดียวกันและเว้นช่องว่างไว้สำหรับธาตุที่ยังไม่ค้นพบ พร้อมกันนั้นเขายังได้ทำนายสมบัติของ

ธาตุใหม่ไว้ด้วย แต่นักเคมีบางคนในยุคนี้ยังไม่แน่ใจ เนื่องจากว่าเขาได้สลักรูที่ธาตุบางธาตุ โดยเอาธาตุที่มีมวลอะตอมมากกว่ามาไว้หน้าธาตุที่มีมวลอะตอมน้อยกว่า ดมิตรี ได้อธิบายว่าเขาต้องการให้ธาตุที่มีสมบัติเดียวกันอยู่ในหมู่เดียวกัน เมื่อดมิตรีสามารถทำนายสมบัติของธาตุได้อย่างแม่นยำและตารางธาตุของเขาไม่มีข้อสงสัย ตารางธาตุของดมิตรี ก็ได้รับความนิยมจากนักเคมีในสมัยนั้นจนถึงยุคปัจจุบัน

ภาพที่ 21 ตารางธาตุในปัจจุบัน

อ้างอิงจาก <http://www.sahavicha.com/?name=knowledge&file=readknowledge&id=3872>

ตารางธาตุที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นพัฒนามาจากตารางธาตุของ ดมิตรี เมนเดเลเยฟ ซึ่งมีการจัดเรียง คือ

1. จัดเรียงธาตุตามแนวนอนโดยเรียงลำดับเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา
2. ธาตุซึ่งเรียงตามลำดับเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้นและเป็นแถวตามแนวนอนเรียกว่า คาบ ซึ่งมีทั้งหมด 7 คาบ ได้แก่

2.1 คาบที่ 1 มี 2 ธาตุ คือ H และ He

2.2 คาบที่ 2 มี 8 ธาตุ คือ Li จนถึง Ne

2.3 คาบที่ 3 มี 8 ธาตุ คือ Na จนถึง Ar

2.4 คาบที่ 4 มี 18 ธาตุ คือ K จนถึง Kr

2.5 คาบที่ 5 มี 18 ธาตุ คือ Rb จนถึง Xe

2.6 คาบที่ 6 มี 32 ธาตุ คือ Cs ถึง Rn

2.7 คาบที่ 7 มี 29 ธาตุ(ที่ค้นพบ) คือ Fr จนถึง Ds และ Uuu Uub Uuq

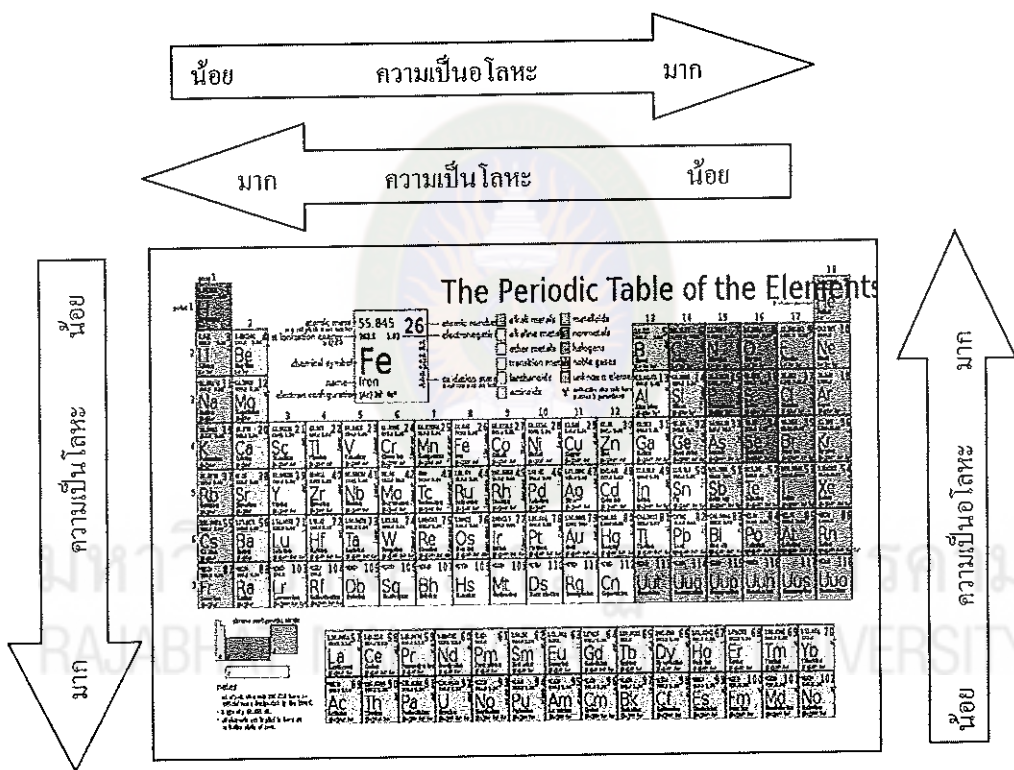
Uuh Uuo

3. ธาตุในแถวตามแนวตั้ง มีทั้งหมด 18 แถว เรียกว่า หมู่ ซึ่งมีตัวเลขกำกับแบ่งออกเป็นหมู่ย่อย A และ B โดยที่หมู่ย่อย A มี 8 หมู่ คือ หมู่ IA จนถึง VIIIA (หมู่ 0) และในหมู่ย่อยต่าง ๆ ของหมู่ A ก็มีชื่อเรียกเฉพาะ โดยที่

- 3.1 หมู่ IA มีชื่อว่า โลหะอัลคาไล
- 3.2 หมู่ IIA มีชื่อว่า โลหะอัลคาไลน์ เอิร์ธ
- 3.3 หมู่ VIA มีชื่อว่า คาลโคเจน
- 3.4 หมู่ VIIA มีชื่อว่า แฮโลเจน
- 3.5 หมู่ VIIIA มีชื่อว่า ก๊าซมีตระกูล (Noble Gas) หรือ ก๊าซเฉื่อย (Inert Gas)

Gas)

แนวโน้มสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุในตารางธาตุ



ภาพที่ 22 แนวโน้มความเป็นโลหะและอโลหะในตารางธาตุ

อ้างอิงจาก http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Periodic_table_large.svg

สรุปแนวโน้มสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุในตารางธาตุ

1. ในคาบเดียวกันสมบัติความเป็นโลหะของธาตุจะมีแนวโน้มลดลงจากซ้ายไปขวา ดังนั้นในคาบเดียวกัน $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$
2. ในหมู่เดียวกันสมบัติความเป็นโลหะของธาตุ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง ดังนั้น ในหมู่ IA เรียงลำดับความเป็นโลหะดังนี้ $\text{Li} < \text{Na} < \text{K} < \text{Rb} < \text{Cs}$
3. ในคาบเดียวกันสมบัติความเป็นอโลหะของธาตุจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากซ้ายไปขวา ดังนั้น $C < N < O < F$

4. ในหมู่เดียวกันสมบัติความเป็นอโลหะของธาตุจะมีแนวโน้มลดลงจากบนลงล่าง
ดังนั้น $F > Cl > Br > I$

6. พันธะเคมี

พันธะเคมี (Chemical Bond) คือ แรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นระหว่างอะตอมหรือกลุ่มของอะตอมเพื่อเกิดเป็นกลุ่มที่เสถียรและเป็นอิสระในระดับโมเลกุล ลักษณะเฉพาะที่สำคัญของพันธะเคมีใน โมเลกุลคือจะปรากฏในบริเวณระหว่างนิวเคลียสของอะตอมทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจนอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมที่เป็นองค์ประกอบของโมเลกุลเราสามารถแบ่งแรงยึดเหนี่ยวออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุลซึ่งเป็นแรงยึดเหนี่ยวของอะตอมกับอะตอม ได้แก่ พันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิก และพันธะโลหะ
2. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งเป็นแรงยึดเหนี่ยวของ โมเลกุลกับโมเลกุล ได้แก่ แรงแวนเดอร์วาลส์ แรงดึงดูดระหว่างขั้ว และพันธะไฮโดรเจน

ประเภทของพันธะเคมีที่นักเรียนจะได้เรียนในชุดการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ที่เน้นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีดังต่อไปนี้

1. พันธะโคเวเลนต์

พันธะโคเวเลนต์ เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของอโลหะกับอโลหะ หรืออโลหะกับกึ่งโลหะ โดยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่เพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตต โดยมีสมดุลของแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับโปรตอน แรงผลักระหว่างโปรตอนกับโปรตอน และระหว่างอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอนของอะตอม

พันธะโคเวเลนต์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

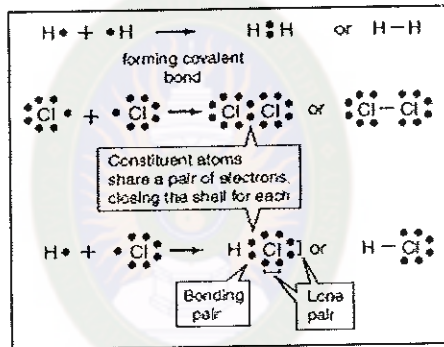
1. พันธะเดี่ยว (single bond) หมายถึง พันธะที่เกิดจากอะตอมสองอะตอมใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 1 คู่ (2 อิเล็กตรอน) เช่น H_2 , F_2 , CH_4 , C_2H_6
2. พันธะคู่ (double bond) หมายถึง พันธะที่เกิดจากอะตอมสองอะตอมใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ (4 อิเล็กตรอน) เช่น O_2 , CO_2 , C_2H_4
3. พันธะสาม (triple bond) หมายถึง พันธะที่เกิดจากอะตอมสองอะตอมใช้

อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ (6 อิเล็กตรอน) เช่น N_2 , C_2H_2 , HCN

สูตรโครงสร้างของทิวอิส เป็นสูตรโครงสร้างที่ กิลเบิร์ต ทิวอิส ได้คิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ในการอธิบายรูปร่างโมเลกุล ซึ่งจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

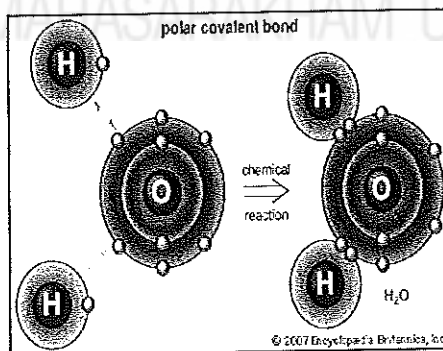
1. สูตรโครงสร้างส่วนที่เป็นจุด เป็นสูตรโครงสร้างที่ใช้จุดแทนอิเล็กตรอนวงนอกสุดของอะตอมที่เกิดพันธะ โดยให้อิเล็กตรอนครบตามกฎออกเคต ยกเว้นบางธาตุซึ่งมีการยกเว้นได้ โดยที่ 1 จุด แทนอิเล็กตรอน 1 ตัว

2. สูตรโครงสร้างส่วนที่เป็นเส้น เป็นสูตรโครงสร้างที่ใช้เส้นและจุดแทนอิเล็กตรอนวงนอกสุดของอะตอมที่เกิดพันธะ ซึ่งเส้น 1 เส้นจะแทนอิเล็กตรอน 2 ตัวหรือ 1 คู่ การเขียนสูตรโครงสร้างในลักษณะนี้จะแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวด้วยหรือไม่ก็ได้



ภาพที่ 23 การเกิดพันธะโคเวเลนต์

อ้างอิงจาก <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/chemical/bond.html>.



ภาพที่ 24 แสดงการเกิดพันธะโคเวเลนต์ขั้วของโมเลกุลของน้ำ

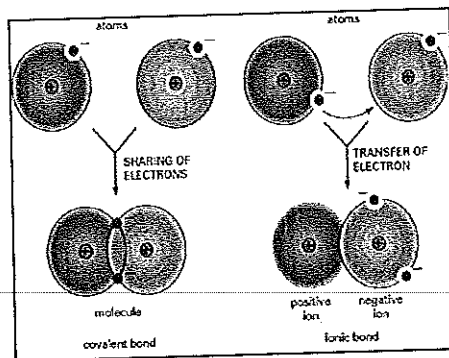
อ้างอิงจาก <http://www.britannica.com/EBchecked/media/Polar-covalent-bond-In-polar-covalent-bonds-such-as-that>

คุณสมบัติทางกายภาพของสารประกอบโคเวเลนต์

1. สถานะ (ที่อุณหภูมิห้อง) ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส
2. สารประกอบโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่ไม่แข็งแรงสามารถถูกทำลายได้ง่าย โดยทั่วไปจะต่ำกว่าสารประกอบไอออนิก
3. การนำไฟฟ้า โดยปกติไม่นำไฟฟ้า สารประกอบโคเวเลนต์ส่วนใหญ่จะไม่นำไฟฟ้าทั้งในสถานะของแข็ง ของเหลวและก๊าซ เนื่องจากมีประจุไฟฟ้าเป็นกลาง และอิเล็กตรอนทั้งหมดถูกใช้เป็นอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะระหว่างอะตอม ทำให้ไม่มีอิเล็กตรอนอิสระช่วยนำไฟฟ้า แต่ยกเว้นในสารประกอบโคเวเลนต์ที่มีสภาพขั้วแรงมาก เช่น HCl, HBr, H_2SO_4 เป็นต้น ซึ่งเมื่อละลายน้ำแล้วจะสามารถดึงอิเล็กตรอนจากไฮโดรเจนเกิดเป็นไอออนทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้ดี
4. การละลายในน้ำ โดยทั่วไปจะต่ำกว่าสารประกอบไอออนิก
5. การนำความร้อน โดยทั่วไปต่ำ

2. พันธะไอออนิก

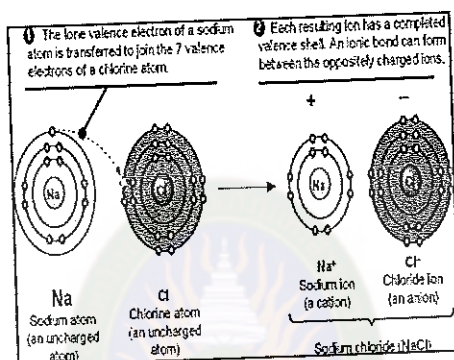
พันธะไอออนิก (Ionic bond) คือ พันธะเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างอะตอม 2 อะตอม โดยอะตอมหนึ่งจะเป็นตัวให้อิเล็กตรอนให้แก่ธาตุพวกโลหะ ส่วนอีกอะตอมหนึ่งจะเป็นตัวรับอิเล็กตรอน ได้แก่ธาตุพวกอโลหะ เพื่อให้อะตอมแต่ละตัวมีจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุดครบ 8 ทำให้พบว่าอะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนมาจะมีประจุไฟฟ้าเป็นไอออนลบ ส่วนอะตอมที่ให้หรือเสียอิเล็กตรอนไปจะมีประจุไฟฟ้าเป็นไอออนบวก และโมเลกุลที่เกิดขึ้นจากพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก (Ionic compound)



ภาพที่ 25 แสดงการเกิดพันธะโคเวเลนต์และพันธะไอออนิก

อ้างอิงจาก http://people.seas.harvard.edu/~jones/es154/lectures/lecture_2/covalent_bond/covalent_bond.html.

ตัวอย่างการเกิดพันธะไอออนิกของเกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ธาตุโซเดียมจะให้เวเลนซ์อิเล็กตรอน 1 ตัว แก่ธาตุคลอรีน ทำให้โซเดียมกลายเป็นไอออนบวกและมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนของโซเดียมไอออนเป็นแบบก๊าซเฉื่อย คือ 2, 8 ส่วนอะตอมของคลอรีนเมื่อรับอิเล็กตรอนเข้ามา 1 ตัว จะทำให้กลายเป็นไอออนลบ และมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 8 ซึ่งเป็นแบบก๊าซเฉื่อย ทำให้ทั้งสองไอออนอยู่รวมกันได้ด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุบวกและประจุลบ



ภาพที่ 26 แสดงการเกิดสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

อ้างอิงจาก <http://chemistry.tutorvista.com/organic-chemistry/chemical-bonds.html>.

สรุปสมบัติของสารประกอบไอออนิก

1. เป็นแรงดึงดูดแบบไฟฟ้าสถิตระหว่างไอออนบวกของโลหะและไอออนลบของอโลหะทำให้มีความแข็งแรงสูง
2. จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง
3. เมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่สามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลวหรือเป็น

สารละลาย

4. ไม่มีสูตรโมเลกุลมีแต่สูตรเอมพิริคัล
5. ส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ ยกเว้นพวกสารประกอบคาร์บอเนต เช่น CaCO_3 พวกสารประกอบซัลเฟตบางตัว เช่น BaSO_4

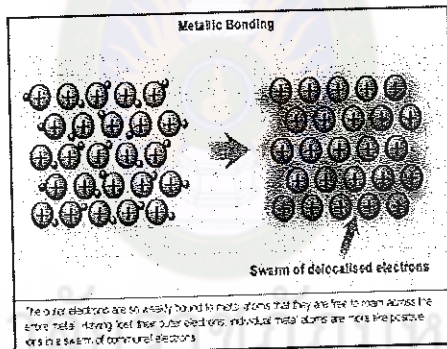
3. พันธะโลหะ

พันธะโลหะ หมายถึง แรงยึดเหนี่ยวที่ทำให้อะตอมของโลหะอยู่ด้วยกันในเนื้อของโลหะโดยมีการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันของอะตอมของโลหะ โดยที่เวเลนซ์อิเล็กตรอนนี้ไม่ได้เป็นของอะตอมหนึ่งอะตอมใดโดยเฉพาะเนื่องจากการเคลื่อนที่ตลอดเวลาทุก ๆ อะตอมของโลหะจะอยู่ติดกันกับอะตอมอื่น ๆ ต่อเนื่องกันไม่มีที่สิ้นสุดจึงทำให้โลหะ

ไม่มีสูตร โมเลกุลที่เขียนกันเป็นสูตรอย่างง่าย หรือสัญลักษณ์ของธาตุนั้นเอง

พันธะโลหะมีสมบัติทั่วไป ดังนี้

1. โลหะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้ง่าย
2. โลหะมีจุดหลอมเหลวสูง เพราะเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมทั้งหมดในก้อนโลหะยึดอะตอมไว้อย่างเหนียวแน่น
3. โลหะสามารถตีแผ่เป็นแผ่นบาง ๆ ได้ เพราะมีกลุ่มเวเลนซ์อิเล็กตรอนทำหน้าที่ยึดอนุภาคให้เรียงกันไม่ขาดออกจากกัน
4. โลหะมีผิวเป็นมันวาว เพราะกลุ่มอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ได้โดยอิสระมีปฏิกิริยาต่อแสง จึงสะท้อนแสงทำให้มองเห็นเป็นมันวาว
5. สถานะปกติเป็นของแข็ง ยกเว้น Hg เป็นของเหลว
6. โลหะนำความร้อนได้ดี เพราะอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทาง



ภาพที่ 27 พันธะโลหะ

อ้างอิงจาก <http://www.abc.net.au/science/articles/2010/04/14/2872429.html>.

ชุดการเรียนรู้การสอน

คำว่าชุดการเรียนรู้การสอนหรือชุดการสอนมาจากคำในภาษาอังกฤษที่เรียกชื่อต่างกัน เช่น Learning Package, Instructional Package หรือ Instructional Kit ซึ่งจัดว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ได้รับความสนใจ โดยผลิตและการนำสื่อการสอนให้สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ จึงเห็นได้ว่าชุดการเรียนรู้การสอนหรือชุดการสอนมีความหมายเหมือนกัน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 117)

การสร้างชุดการเรียนรู้การสอนนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน แนวคิดและหลักการของชุดการเรียนรู้การสอน ประเภทของชุดการเรียนรู้การสอน

องค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน ขั้นตอนการสร้าง การหาประสิทธิภาพ ตลอดจนคุณค่าและประโยชน์ของชุดการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของชุดการเรียนการสอน

ชุดการเรียนการสอนมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันเช่นชุดการสอน (Instructional Package) ชุดการเรียนเปิดเสรี (Self Instruction Package) ชุดการสอนรายบุคคล (Individualized Learning Package) ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 118) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอนว่า หมายถึง ระบบการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาของแต่ละหน่วย มาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 : 185) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนการสอนว่า ชุดการเรียนการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลาย ๆ อย่างสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน

ถัดดา สุขปริดี (2523 : 30) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอนว่า หมายถึง การรวบรวมสื่อการสอนอย่างสมบูรณ์แบบตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอน ชุดการเรียนการสอนเป็นระบบสื่อประสมสำเร็จรูป เพื่อให้ครูใช้สอนโดยที่ครูไม่ต้องเตรียมสื่ออื่น ๆ หรือวางแผนการสอนใหม่ ในชุดการเรียนการสอนจะมีสื่อและแนะนำวิธีดำเนินการสอนพร้อมที่ครูจะนำไปใช้ในการสอนได้ทันทีโดยไม่มีข้อยุ่งยากใด เพียงแต่ครูพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายของชุดการเรียนการสอนตรงกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ครูก็สามารถนำชุดการสอนไปใช้ได้

นิคม ทาแดง (2527 : 121-125) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนว่า หมายถึง ชุดการสอนหรือชุดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นสื่อประสมชนิดหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนและได้จากระบบการผลิตสื่อประสม การผลิตและการนำสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวิชา หน่วยการเรียนรู้ หัวเรื่องและวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

ประยัด จิระวรพงศ์ (2529 : 244) กล่าวว่า ชุดการสอน หรือชุดการเรียนการสอน หมายถึง ชุดประสบการณ์ที่มีความสมบูรณ์อันมีระบบของสื่อประสม เป็นหลักในการช่วยให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามประสงค์

วีระ ไทยพานิช (2529 : 134) กล่าวว่า ชุดการเรียนการสอนมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน (Instructional Package) ชุดการเรียนเปิดเสรี (Self Instruction Package)

ชุดการสอนรายบุคคล(Individualized Learning Package) ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi-Media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อ เนื้อหา และอุปกรณ์ของแต่ละหน่วยได้จัดไว้เป็นชุดหรือกล่องหรือซอง ชุดการเรียนอาจมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่วนมากจะประกอบด้วยคำชี้แจง หัวข้อ จุดมุ่งหมาย การประเมินผลเบื้องต้น การกำหนดกิจกรรมและการประเมินผลขั้นสุดท้าย

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (2532 : 4-16) กล่าวว่า ชุดการสอนหรือชุดการเรียนการสอนเป็นสื่อประสมที่ได้จากระบบการผลิตที่มีความสอดคล้องกับวิชา หน่วย ตัวเรื่องและวัตถุประสงค์ของวิชานั้น ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

เพ็ญพรรณ ศรีสายพร (2538 : 11) กล่าวไว้ว่า ชุดการสอนคือระบบการนำเอาสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ภายในชุดการสอนจะประกอบไปด้วยคู่มือการใช้ชุดการสอน สื่อการสอนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดการสอนนิยมจัดไว้ในกล่องหรือซองเป็นหมวด ๆ ซึ่งครูสามารถนำไปใช้สอนได้ทันที

สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : 24) กล่าวว่า ชุดการเรียนเป็นการรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปซึ่งส่วนมากจะประกอบด้วยคำชี้แจง ชื่อเรื่อง จุดมุ่งหมาย กิจกรรม และการประเมินผลนักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจที่เป็นขั้นตอนตามที่กำหนดไว้ในชุดเรียนนั้น ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

ชวีกา พงษ์ธนโชติ (2542 : 24) กล่าวไว้ว่า ชุดการเรียน หมายถึง สื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปที่ผู้เรียนสามารถศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยพึ่งครูน้อยที่สุด ซึ่งชุดการสอนได้สร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรตามเป้าหมายที่ต้องการ

บุญเกื้อ คอรวาเวช (2542 : 91) กล่าวว่า ชุดการสอนจัดเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi Media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อ เนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ สามารถช่วยผู้เรียนได้รับความรู้ที่มีประสิทธิภาพ และยังช่วยผู้สอนเกิดความมั่นใจพร้อมที่สอนอีกด้วย

เพชรทอง หุ่นไทย (2542 : 8) กล่าวไว้ว่า ชุดการสอน หมายถึง การนำสื่อการเรียนหลายอย่างมาสัมพันธ์ไว้ด้วยกันเป็นชุดอย่างมีระบบ สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้สามารถช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนได้ดียิ่งขึ้น

สมพร ประมวลศิลป์ชัย (2543 : 36) กล่าวไว้ว่า ชุดการเรียนเป็นการรวบรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปซึ่งส่วนมากประกอบด้วย คำชี้แจง ชื่อเรื่อง จุดมุ่งหมาย กิจกรรมและการ

ประเมินผลโดยที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นประกอบด้วยวัตถุประสงค์หลายชนิดและองค์ประกอบอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ค้นคว้าด้วยตนเองตามความสามารถที่เป็นขั้นตอนตามที่กำหนดไว้ในชุดการเรียนนั้น ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและมีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ประกอบในการเรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ

จากความหมายของชุดการเรียนการสอนที่นักการศึกษาหลายท่านกล่าวมานั้นสรุปได้ว่า ชุดการเรียนการสอน หมายถึง สื่อการเรียนที่จัดเข้าไว้เป็นชุดเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ครูและนักเรียนทั้งยังช่วยเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ให้สามารถบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

2. แนวคิดและหลักการของชุดการเรียนการสอน

ชุดการเรียนการสอนเป็นนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่มีคุณค่าต่อผู้เรียน เพราะการสร้างชุดการเรียนการสอนนั้นได้คำนึงถึงความก้าวหน้าทางโสตทัศนูปกรณ์ความเหมาะสมของสื่อกับวัยของผู้เรียน ความสอดคล้องกับจุดประสงค์และลักษณะของเนื้อหาวิชา ชุดการเรียนการสอนจัดเป็นวัสดุทางการเรียนการสอนที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบและสมบูรณ์ในตัวเป็นชุด ๆ นอกจากนี้ในการสร้างชุดการเรียนการสอน ยังได้คำนึงถึงจิตวิทยาการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิด และหลักการของชุดการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 119-120) ได้เสนอแนวคิดที่จะนำไปสู่การสร้างชุดการเรียนการสอน ดังนี้

แนวคิดที่ 1 การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งนักการศึกษาได้นำจิตวิทยาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนโดยที่ได้คำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนที่เหมาะสมที่สุดก็คือการเรียนรายบุคคลหรือการจัดการเรียนตามเอกัตภาพและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญา ความสามารถและความสนใจโดยที่ครูคอยให้ความช่วยเหลือตามความเหมาะสม

แนวคิดที่ 2 เป็นความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงการสอนจากเดิมที่มีครูเป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ วิธีการนำสื่อการสอนมาใช้ จะต้องจัดให้ตรงตามเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่างๆ โดยนิยมจัดในรูปของชุดการสอนและผู้สอนจะใช้เวลาในการสอนน้อยลง

แนวคิดที่ 3 การใช้สื่อการสอนได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไปเป็นซึ่งคลุมถึงการใช้สิ่งสิ้นเปลือง (วัสดุ) เครื่องมือต่าง ๆ (อุปกรณ์) รวมทั้งกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ แต่เดิมนั้นไม่ได้จัดระบบการใช้สื่อหลายอย่างมาผสมผสานกันให้เหมาะสมและใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียนแทนการใช้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้สำหรับนักเรียนตลอดเวลา

แนวคิดที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับสิ่งแวดล้อม แต่ก่อนนั้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นเพียงทางเดียว ครูจะเป็นผู้นำนักเรียนเป็นผู้ตามเท่านั้น ครูมิได้เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหรือแสดงความคิดเห็นแต่อย่างใดนักเรียนจะมีโอกาสพูดก็ต่อเมื่อครูให้โอกาสเท่านั้นซึ่งการตัดสินใจของนักเรียนส่วนใหญ่ครูจะมีส่วนเป็นอันมาก ดังนั้นการที่ครูไม่ให้นักเรียนคุยกันในระหว่างเรียนจึงไม่มีปฏิสัมพันธ์กันนักเรียนจึงขาดประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ครูไม่เคยพานักเรียนออกจากห้องเรียน ดังนั้นแนวโน้มของการจัดกระบวนการเรียนการสอนในปัจจุบันและอนาคตจึงต้องมีการนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกันฉะนั้นทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวทางซึ่งนำมาสู่การจัดระบบการผลิตสื่อออกมาในรูปของชุดการเรียนการสอน

แนวคิดที่ 5 การจัดสภาพการเรียนรู้ได้นำจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึงระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถทราบว่าการทำงานของตนเองนั้นผิดหรือถูก มีการเสริมแรงทางบวกเมื่อนักเรียนปฏิบัติถูกต้อง และจะกระทำการผิดกรรมซ้ำอีกในอนาคตได้เรียนรู้ตามความสามารถและความสนใจของนักเรียนเองโดยไม่มีการบังคับ

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 92-94) ได้กล่าวถึงแนวคิดและหลักการในการนำเอาชุดการสอนมาใช้ในระบบการศึกษา พอสรุปได้ 5 ประการ คือ

1. การนำทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามระดับสติปัญญา ความสามารถและความสนใจโดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม
2. การเปลี่ยนแนวการเรียนการสอนจากที่ยึดครูเป็นหลักเป็นการนำสื่อการเรียนมาใช้โดยจัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่าง ๆ การเรียนในลักษณะนี้ผู้เรียนจะเรียนจากครูประมาณ 1 ใน 4 ส่วน ส่วนที่เหลือผู้เรียนจะเรียนจากสื่อด้วยตนเอง
3. มีการจัดระบบการใช้สื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาผสมผสานกัน

ให้เหมาะสมและใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับผู้เรียนแนวใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดการสอนอันจะมีผลต่อการใช้ของครูคือเปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อช่วยครูสอน เป็นการนำสื่อมาเพื่อให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง

4. เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนและผู้เรียนกับสภาพแวดล้อมแนวใหม่ในปัจจุบันและอนาคตของกระบวนการเรียนรู้จึงต้องนำเอากระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมร่วมกันทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาสู่การจัดระบบการผลิตสื่อออกมาในรูปของชุดการสอน

5. ระบบการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนด้วยตนเองและทราบผลการตัดสินใจหรือการทำงานของตนว่าถูกหรือผิดอย่างไร มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจอันจะทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคตและให้ค่อยเรียนรู้ไปที่ละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจการจัดสภาพการณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้จะช่วยให้บรรลุจุดหมายปลายทางโดยการจัดการเรียนการสอนแบบโปรแกรม และใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ จะเห็นว่า ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 119-120) และบุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 92-94) ได้ กล่าวสอดคล้องกันว่าการสร้างชุดการเรียนการสอนได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การนำจิตวิทยาการเรียนรู้แบบสิ่งเร้าและการตอบสนองมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดหมายของการเรียนได้ดียิ่งขึ้นโดยการให้การเสริมแรง การให้ฝึกฝน การให้ผู้เรียนรู้ผลการกระทำ การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ นอกจากนั้นการสร้างชุดการเรียนการสอนยังได้คำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ฝึกให้รู้บทบาทของตนเอง ฝึกให้คิด ฝึกให้กล้าแสดงออก ซึ่งเป็นการพัฒนาด้านอารมณ์สังคมและสติปัญญาของผู้เรียนและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. ประเภทของชุดการเรียนการสอน

ในการจัดแบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนนี้มีนักการศึกษาหลายท่านได้พยายามจัดแบ่งชุดการเรียนการสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

ทวีป อภิสัทธี (2522 : 53) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนออกเป็น

3 ประเภทดังนี้

1. ชุดการเรียนการสอนประกอบคำบรรยายใช้สำหรับช่วยครูที่สอนนักเรียนกลุ่มใหญ่เป็นการใช้เนื้อหาและประสบการณ์ ผู้สอนต้องการวางพื้นฐานให้ผู้เรียนได้รับพร้อมกัน ให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนที่กำหนดไว้ในชุดการเรียนการสอน ก่อนหรือหลังจากการบรรยายของผู้สอนก็ได้

2. ชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่ม ใช้ประกอบการทำกิจกรรมของผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ในการใช้ชุดการเรียนการสอนจะมีสื่อไว้ให้สมาชิกแต่ละคนทำกิจกรรมตามคำสั่งในศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียนที่ใช้ชุดการเรียนการสอนแบบครอบครัว หรือที่เรียกว่า “ศูนย์การเรียน”

3. ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล ใช้ศึกษาด้วยตนเองเป็นรายบุคคล ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และก้าวหน้าไปตามความสะดวกและสนใจของตนเอง อาจจะมีที่เรียนซึ่งจัดเป็นศูนย์โดยเฉพาะที่เรียกว่าห้องศึกษาเฉพาะรายบุคคล หรือจะยืมชุดการเรียนการสอนไปศึกษาเองที่บ้านก็ได้

ธีระชัย ปุณณโชติ (2532 : 4-19) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการเรียนการสอนที่ผลิตขึ้นสำหรับครูใช้ประกอบการบรรยาย มุ่งนำเสนอเนื้อหา ประกอบด้วยสื่อการสอนมากมายหลายชนิด เช่น แผ่นโปร่งใส เป็นต้น ชุดการเรียนการสอนแบบนี้เหมาะสำหรับการสอนเป็นกลุ่มใหญ่

2. ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม หรือศูนย์การเรียนเป็นชุดการเรียนการสอนที่ผลิตขึ้นสำหรับนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย มุ่งให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ โดยการจัดแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ อาจใช้สำหรับห้องเรียนศูนย์การเรียนก็ได้โดยในแต่ละกลุ่มจัดให้มีชุดการเรียนการสอนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในแต่ละกลุ่มกิจกรรมนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมในชุดการเรียนการสอนที่จัดไว้แต่ละกลุ่มจนครบตามกิจกรรมที่กำหนด

3. ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนที่มุ่งผู้เรียนเป็นหลักในการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้ด้วยตนเองจากสื่อต่าง ๆ ในชุดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลนี้ตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนและประเมินความก้าวหน้าของตนเอง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 53-54) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้นช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลงและให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน ชุดการเรียนการสอนแบบบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษาที่ยังถือว่าการสอนแบบบรรยายยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน

2. ชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพหรือชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของผู้เรียน ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลอาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อยหรือ “ โมดูล ”

4. ชุดการเรียนการสอนทางไกล เป็นชุดการเรียนการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการเรียนทางไกลมหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาธิราช

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 94-95) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนที่ใช้สอนผู้เรียนกลุ่มใหญ่เพื่อให้รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกันมุ่งขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้นสื่อที่ใช้ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิสไลด์ ฟิล์มสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ ชุดการสอนชนิดนี้บางคนเรียกว่า ชุดการสอนสำหรับครู
2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนสำหรับให้ผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5 – 7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันชุดการสอนชนิดนี้มักใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนและการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์
3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองอาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ผู้เรียนสามารถประเมินการเรียนด้วยตนเองได้ด้วยนอกจากนี้ยังมีการแบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนออกเป็นชนิดอื่น ๆ อีก เช่น มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช มีการใช้ชุดการเรียนทางไกล ซึ่งใช้กับผู้เรียนที่อยู่ต่างถิ่น ต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียนและยังมีชุดฝึกอบรม ชุดการเรียนทางไปรษณีย์ เป็นต้น

จึงกล่าวได้ว่าชุดการเรียนการสอนสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท คือ ชุดการเรียนการสอนประกอบคำบรรยาย ชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม และชุดการเรียนการสอนรายบุคคล ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างชุด

การเรียนการสอนรายบุคคล ซึ่งมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้ศึกษาและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จตามที่หวังไว้

4. องค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน

ชุดการเรียนการสอนประกอบไปด้วยสื่อการเรียนการสอนหลายชนิดในรูปของ วัสดุอุปกรณ์และวิธีการตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปบูรณาการ โดยใช้วิธีการจัดระบบ เพื่อให้ชุดการเรียนการสอนแต่ละชุดมีประสิทธิภาพ และมีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จไปในตัวเอง มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยและเนื้อหาที่จัดระบบไว้ ชุดการสอนอาจอยู่ในแฟ้มหรือกล่องมีจำนวนเท่ากับหน่วยการสอนในแต่ละวิชา เช่น อาจจะเป็นระบบบันทึกภาพ ฟิล์ม สไลด์ วัสดุกราฟิก รูปภาพต่าง ๆ ใบไม้ใบหญ้า หรือวัสดุที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 122) ได้จำแนกส่วนของชุดการเรียนการสอนไว้

4 ส่วน คือ

1. คู่มือสำหรับครูผู้ใช้ชุดการเรียนการสอนหรือผู้เรียนที่ต้องเรียนจากชุดการเรียนการสอน

2. คำสั่งหรือการมอบงานเพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อโดยจัดให้อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสมและ

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า และผลของการเรียนรู้ในรูปของแบบสอบต่าง ๆ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 : 186-189) ได้จำแนกองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนไว้ 6 ส่วน คือ หัวเรื่อง คู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอน วัสดุประกอบการเรียน

บัตรงาน กิจกรรมสำรอง หรือศูนย์สำรองและขนาดรูปแบบของชุดการเรียนการสอนซึ่งแต่ละส่วนมีลักษณะ ดังนี้

1. หัวเรื่อง คือ การแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยและแบ่งออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเพื่่มุ่งเน้นให้เกิดความคิดรวบยอดในการเรียนรู้

2. คู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอน ผู้ใช้ชุดการเรียนการสอนจะต้องศึกษาก่อนที่จะใช้ชุดการเรียนการสอนจากคู่มือให้เข้าใจเป็นครั้งแรกจะทำให้การใช้ชุดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเพราะคู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอนประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียนการสอน เพื่อความสะดวกสำหรับผู้ที่จะนำชุดการเรียนการสอนไปใช้ว่าจะต้องทำอะไรบ้าง

2.2 สิ่งที่คุณจะต้องเตรียมก่อนสอน ส่วนมากจะบอกถึงสื่อการเรียนที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะบรรจุไว้ในชุดการเรียนการสอนได้ หรือสิ่งที่มีการนำเป็ย สิ่งทีเประแแตกง่ายหรือสิ่งทีใช้ร่วมกับคนอื่น หรือเป็นวัสดุอุปกรณ์ของโรงเรียน เป็นต้น

2.3 บทบาทของนักเรียนจะเสนอแนะว่านักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมการเรียนอย่างไร

2.4 การจัดชั้นเรียนควรจัดในรูปแบบใดเพื่อความเหมาะสมของการเรียนรู้และการร่วมกิจกรรมของชุดการเรียนการสอนนั้น ๆ

2.5 แผนการสอน ประกอบด้วย

2.5.1 หัวเรื่อง กำหนดเวลาเรียน จำนวนผู้เรียน

2.5.2 เนื้อหาสาระจะเขียนสั้น ๆ และกว้าง ถ้าต้องการรายละเอียดนำมาเขียนรวมไว้ในเอกสารประกอบการเรียน

2.5.3 สาระสำคัญ หรือหลักการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นจากเนื้อหาสาระของข้อ 2.5.2

2.5.4 จุดประสงค์การเรียน หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.5.5 สื่อการเรียน

2.5.6 กิจกรรมการเรียนการสอน

2.5.7 การประเมินผล

แผนการสอนนี้เป็นแนวทางที่คุณจะทำการสอนได้อย่างถูกต้อง ตามขั้นตอนของการเรียนรู้เพื่อช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

3. วัสดุประกอบ ได้แก่ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า เช่น เอกสารประกอบการเรียน ตำรา รูปภาพ แผนภูมิ วัสดุ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะมีอย่างสมบูรณ์อยู่ในชุดการสอนให้มากที่สุดเท่าที่กระทำไ้

4. บัตรงาน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่มบัตรงานจะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

4.1 ชื่อบัตร กลุ่ม หัวเรื่อง

4.2 คำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง

4.3 กิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

5. กิจกรรมสำรองหรือศูนย์สำรองจำเป็นสำหรับชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่มหรือการเรียนแบบศูนย์การเรียนกิจกรรมนี้ต้องเตรียมไว้สำหรับนักเรียนบางคนที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อนคนอื่นเพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ได้กว้างและลึก ไม่เกิดความเบื่อหน่าย

ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมสำรวจซึ่งมีเนื้อหาสาระคล้ายกับที่เรียนมาแต่ละกิจกรรมนั้นอาจจะยากหรือมีความลึกซึ้งที่ช่วยต่อการเรียน

6. ขนาดของชุดการเรียนการสอน ชุดการเรียนการสอนที่ดีควรมีความสะดวกในการใช้และความสวยงามในการเก็บรักษา ควรมีขนาดไม่เกิน 11 – 15 นิ้ว

จากองค์ประกอบของชุดการสอนที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้สร้างชุดการเรียนการสอนวิชาเคมีพื้นฐานโดยจัดหมวดหมู่เนื้อหาเป็น 12 หน่วย แต่ละหน่วยประกอบด้วย คู่มือครูและกิจกรรมสำหรับนักเรียน ในคู่มือครูหรือเรียกว่าคู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอน ประกอบด้วย คำแนะนำการใช้ คำชี้แจงสำหรับผู้สอน บทบาทผู้สอน แผนการสอน การจัดชั้นเรียนและสิ่งที่จะต้องเตรียมก่อนสอน ส่วนกิจกรรมสำหรับนักเรียนประกอบด้วยเอกสารชุดการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบสำหรับการเรียนการสอนแบบรายบุคคลเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเองและฝึกทำกิจกรรมท้ายบท

5. ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (อ้างถึงใน บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2542 : 97-99) ได้จัดลำดับขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนการสอนไว้ 10 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอนแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาที่ผู้เรียนจะถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนต้องถามตัวเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยจะให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง

4. กำหนดคมโนทัศน์และหลักการ จะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปแนวคิด สาระและหลักการสำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางการจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดจุดประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรม

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกและผลิตสื่อการสอน " กิจกรรมการเรียน " หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน การทำกิจกรรมตามบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เล่นเกม ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

7. กำหนดแบบประเมินผลต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์

เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ถือว่าเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า "ชุดการเรียนการสอน"

9. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนเพื่อเป็นการประกันว่าชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอนผู้สร้างต้องกำหนดกฎเกณฑ์ไว้ล่วงหน้าโดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการเรียนการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้วมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอนและตามระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ดังนี้

10.1 ขั้นตอนทดสอบก่อนเรียน

10.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน

10.4 ขั้นสรุปบทเรียน

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป

हेतुस्री सूर्यपेखर (2542 : 37 – 39) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างชุดการสอนไว้ 9 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์

2. กำหนดหน่วยการสอน

3. กำหนดหัวเรื่อง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ

5. กำหนดวัตถุประสงค์

6. กำหนดกิจกรรมการเรียน

7. กำหนดแบบประเมินผล

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน

9. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

10. การใช้ชุดการสอน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 53 – 54) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการผลิตชุดการสอนไว้ 11 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดการสอน
2. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์
3. จัดแบ่งหน่วยการสอน
4. กำหนดหัวเรื่องคือการจัดแบ่งการสอนเป็นเรื่องย่อย ๆ
5. กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการ
6. กำหนดจุดประสงค์การสอน
7. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้
8. กำหนดแบบประเมินผล
9. เลือกและผลิตสื่อการสอน
10. การสร้างแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้
11. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

สรุปว่าขั้นตอนในการสร้างชุดการสอนมีดังต่อไปนี้

1. กำหนดสาระการเรียนรู้
2. กำหนดหน่วยการเรียนรู้
3. กำหนดหัวเรื่อง
4. วิเคราะห์มาตรฐานและกำหนดจุดมุ่งหมายให้สอดคล้องกับหัวเรื่องและสาระการเรียนรู้
5. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
7. กำหนดการวัดผลและการประเมินผล
8. เลือกและผลิตสื่อการสอน
9. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน
10. การใช้ชุดการสอน

6. คุณค่าและประโยชน์ของชุดการเรียนการสอน

ชุดการเรียนการสอนถือเป็นอุปกรณ์สำเร็จรูปที่ช่วยให้เทคนิคการสอน และกระบวนการเรียนรู้ได้ผลอันเป็นคุณค่าที่สำคัญประการหนึ่งของชุดการเรียนการสอน

ไชยศ เรื่องสุวรรณ (2526 : 235) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องกล อวัยวะของร่างกาย การเติบโต

ของสัตว์ชั้นต่ำเป็นต้น ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี

2. ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการเรียนการสอน จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและการมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
4. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอนเพราะชุดการเรียนการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่สามารถหยิบไปใช้ได้ทันทีโดยเฉพาะผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

5. ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการเรียนการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลา ไม่ว่าผู้สอนจะมีสภาพหรือความขัดข้องทางอารมณ์มากหรือน้อยเพียงใด

6. ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน เนื่องจากชุดการเรียนการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครูได้แม้ครูที่พูดไม่เก่งผู้เรียนก็สามารถที่จะสอนให้มีประสิทธิภาพได้

บุญเกื้อ คอรวาเวช (2542 : 110-111) กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนเป็นรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสม
2. ช่วยจัดปัญหาการขาดแคลนครู
3. ช่วยในการศึกษานอกระบบ โรงเรียนเพราะผู้เรียนสามารถนำชุดการเรียนไปใช้ได้ในทุกสถานที่และทุกเวลา

4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้กับครู
5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน
6. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงความมุ่งหมาย
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

8. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ

9. ช่วยฝึกให้เคารพนับถือความคิดเห็นของผู้อื่น

จากคุณค่าและประโยชน์ของชุดการเรียนการสอนดังกล่าวสรุปได้ว่า ชุดการเรียนการสอนเป็นนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการ

สอนได้เป็นอย่างดี เพราะชุดการเรียนการสอนสามารถช่วยแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับการเรียน ได้เป็นอย่างดีและยังช่วยอำนวยความสะดวกให้กับครูซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในสภาพปัจจุบันมาก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้
 ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 20) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความรู้ความสามารถของผู้เรียนเป็นผลมาจากการเรียนการสอน วัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 150) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผล การเรียนที่ได้จากการทดสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

อังฉรา สุขอารมณ์ (2543 : 6) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนที่อาศัยความสามารถเฉพาะตัวของแต่ละบุคคลโดยตัวชี้ บ่งถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การ สังเกตหรือการตรวจการบ้าน หรืออาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้จากโรงเรียน

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของผู้เรียนอันเกิดจากการเรียนการสอนที่ได้จากการทดสอบ โดยใช้เครื่องมือ วัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

2. จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 29-30) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่า เรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใด มากน้อยเท่าใด เช่น พฤติกรรมการจำ ความ เข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด

3. ลักษณะของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 29-30)

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการ ปฏิบัติโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา ให้ทำการสังเกตและ

วัดได้ เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาที่การปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา(Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสอบปากเปล่า (Oral Test) การสอบแบบนี้จะกระทำเป็นรายบุคคลซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถามรวมทั้งการแสดงความคิดเห็น และบุคลิกภาพต่าง ๆ เช่น การสอบปริญญานิพนธ์ ซึ่งต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่าสามารถสอบวัดได้ละเอียดลึกซึ้งและคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ (Paper-pencil Test or Written Test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ซึ่งมีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free Response Type) ได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Essay Test)

2.2.2 แบบจำกัดคำตอบ (Fixed Response Type) เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้คำตอบหรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก

การวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาโดยการเขียนตอบนั้นเป็นที่นิยมแพร่หลายในโรงเรียนซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการสอบวัดเรียกว่า วัดสอบสัมฤทธิ์ หรือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้
ศิริชัย กาญจนวาสี (2544 : 64) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมืออย่างหนึ่งออกแบบไว้สำหรับวัดความรู้หรือทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในช่วงเวลาหนึ่ง

บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 122) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในเนื้อหาและจุดประสงค์ในรายวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียนและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ เป็นเครื่องมือหลักของการวัดผล

สมนึก กัททิษฺฐิณี (2551 : 73) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ออกแบบไว้สำหรับวัดความรู้หรือทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากที่ได้รับการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ มาแล้ว

5. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 53) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตรจึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้คือเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 73-82) แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1.1 ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

1.2 ข้อสอบแบบกาถูก – กาคิด (True-false Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก – ผิด ใช่ – ไม่ใช่ จริง – ไม่จริง เหมือนกัน – ต่างกัน เป็นต้น

1.3 ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้เติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ นั่นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

1.4 ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้ คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำแต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถาม สมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียน คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบ ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

1.5 ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความ ในชุดหนึ่ง (ตัวยี่น) จะคู่กับคำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

1.6 ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบ เลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือก เดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนัถูกมากน้อยต่างกัน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มีคุณลักษณะความเป็น มาตรฐาน 2 ประเภท (สมเกียรติ ปติฐพร. 2525 : 7) คือ

2.1 มาตรฐานในวิธีดำเนินการสอบ หมายถึง ไม่ว่าจะนำแบบสอบนี้ไป ใช้ที่ไหน เมื่อไหร่ ต้องดำเนินการในการสอบเหมือนกันหมด แบบทดสอบนี้จะมีคู่มือ ซึ่งจะ บอกว่าในการใช้แบบทดสอบนี้ต้องทำอย่างไรบ้าง

2.2 มาตรฐานการให้คะแนน แบบทดสอบประเภทนี้มีเกณฑ์ปกติไว้ สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนเพื่อจะบอกว่าการที่ผู้สอบได้คะแนนอย่างหนึ่งอย่างใด หมายถึงว่ามีความสามารถอย่างไร

6. ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้ (ฤตินันท์ สมุทรชัย.

2546 : 16-18)

6.1 ประโยชน์ต่อครู

6.1.1 ช่วยให้ครูทราบระดับความสามารถของนักเรียนว่าเก่ง อ่อน เพียงใด เก่งอ่อนด้านใด เพื่อหาทางช่วยเหลือและสนับสนุนให้ดีขึ้น

6.1.2 ช่วยให้ครูทราบว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่เพียงใด

ซึ่งสะท้อนให้เห็นเทคนิควิธีการสอนที่ครูใช้ว่าเหมาะสมเพียงใด

6.1.3 ช่วยให้ผู้ทราบถึงประสิทธิภาพในการสอนของครูว่ามีประสิทธิภาพเพียงใดจะได้พัฒนาประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

6.1.4 ช่วยให้ครูทราบแนวทางในการปรับปรุงเทคนิคการสอนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

6.1.5 ช่วยให้ครูเห็นเป้าหมายปลายทางได้ชัดเจนหรือรู้พฤติกรรมปลายทางที่คาดหวังได้อย่างแน่ชัดขึ้น

6.1.6 ทำให้ครูสามารถเห็นทิศทางในการพัฒนาผู้เรียนไปตามแนวทางที่กำหนดไว้ ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งชี้บอกระดับความรู้ หรือทักษะของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนการสอน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่สำคัญประการหนึ่ง

6.1.7 ทำให้สามารถประเมินได้ว่าผู้เรียนมีความสำเร็จในการเรียนคือเข้าใจเป้าหมายปลายทางเข้าไปแล้วเพียงใด

6.1.8 หากมีการจัดกลุ่มเพื่อการเรียนการสอนจะช่วยให้ครูสามารถจัดกลุ่มหรือโปรแกรมการเรียนของโรงเรียนได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

6.1.9 ใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจการเรียนยิ่งขึ้น

6.2 ประโยชน์ต่อนักเรียน

6.2.1 ทำให้ผู้เรียนทราบสถานะของตนเองว่าตนมีความสามารถระดับใด เก่งอ่อนวิชาใด มีความสามารถเด่นด้อยด้านใด ทำให้สามารถพัฒนาตนเองในแนวทางที่เหมาะสมได้ดีขึ้น

6.2.2 ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้นิสัยในการเรียนดีขึ้น

6.2.3 ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะการสอบแต่ละครั้งนักเรียนจะต้องเตรียมตัวสอบมีการทบทวนเนื้อหาวิชาที่จะสอบหรือมีการซักถามทบทวนกันระหว่างเพื่อนฝูงจึงมีคำกล่าวว่าการสอบเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน

6.2.4 ทำให้นักเรียนทราบจุดมุ่งหมายในการเรียน เพราะก่อนประเมินผลครูจะต้องแจ้งให้นักเรียนทราบวัตถุประสงค์การเรียนทุกครั้ง

6.3 ประโยชน์ต่อผู้บริหาร

6.3.1 ทำให้ทราบสภาพต่างๆ ของโรงเรียน เช่น มาตรฐานความรู้ของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใดเมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติอันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพ

การศึกษาของโรงเรียน

6.3.2 ทำให้ทราบคุณภาพการสอนของครูในโรงเรียน

6.3.3 เป็นข้อมูลในการประชาสัมพันธ์โรงเรียนให้ประชาชน

และผู้ปกครองทราบ

6.3.4 ใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจแก้ปัญหาและดำเนินการต่าง ๆ

6.4 ประโยชน์ด้านการแนะแนว

6.4.1 ให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับนักเรียนที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา

6.4.2 ช่วยให้เข้าใจปัญหาของนักเรียนมากขึ้น

6.4.3 ช่วยให้ครูสามารถแนะแนวทางแก้ปัญหาการเรียนของนักเรียนได้ดี

ยิ่งขึ้น

6.4.4 ช่วยในการแนะแนวทางการให้นักเรียนเลือกวิชาเรียนและอาชีพที่

เหมาะสม

6.4.5 ช่วยให้ผู้ปกครองรู้จักและเข้าใจเด็กของตนเองยิ่งขึ้น

6.5 ประโยชน์ทางการวิจัย

6.5.1 ให้ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

6.5.2 ใช้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

การคิดวิเคราะห์

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นสมรรถภาพด้านหนึ่งของสมอง ซึ่งนักวิชาการ ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

เพ็ญศรี จันทร์ดวง (2546 : 14-15) อธิบายว่า การคิดวิเคราะห์เป็นวิธีการคิดแยกแยะองค์ประกอบหรือลักษณะของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ การคิดในระดับนี้ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือข้อมูลทางทฤษฎีมาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ จึงสามารถอธิบายได้ว่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เหล่านั้นอยู่ในสภาพใดและอาจบอกได้ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 2) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ว่า คือ การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่าทำมาจากอะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 21-23) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดโดยใช้

สมองซีกซ้ายเป็นหลัก เป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างละเอียดจากเหตุไปสู่ผลตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลและผลของความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

วัชรรา เล่าเรียนดี (2547 : 7) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า คือ ความสามารถในการแยกย่อย แนวคิด ข้อโต้แย้ง ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ให้เป็นส่วนย่อย คำถามที่ใช้ในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เช่น จริง ๆ แล้วเกิดอะไรขึ้น การฝึกปฏิบัติเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เช่น การให้สังเกตเหตุการณ์หรือวัตถุสิ่งของ การระบุส่วนประกอบต่าง ๆ ของข้อคิด ข้อโต้แย้ง การระบุข้อสันนิษฐานการพัฒนารูปแบบการทำงาน การมองความแตกต่างระหว่างสิ่งของ 2 สิ่ง หรือแนวคิด 2 แนวคิดการออกแบบวิชาการศึกษาและการวิเคราะห์ผลของการศึกษา

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรมีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใดและส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวข้องกันอย่างไรบ้างและเกี่ยวข้องกันโดยอาศัยหลักการใดเพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2. ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์นับว่ามีประโยชน์ต่อบุคคลทุกคนในการนำไปใช้เพื่อการดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมเพื่อให้เกิดความสุขความสมหวังดังที่ตนปรารถนา มีนักวิชาการได้เสนอแนวคิดในเรื่องประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์มากมายหลายประการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ลักขณา สรวิวัฒน์, 2549 : 15 ; อ้างอิงมาจาก เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546)

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา โรเบิร์ต เจ. สเติร์นเบิร์ก (Sternberg, 1992) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความเฉลียวฉลาดในการประสบความสำเร็จ (Successful Intelligence) และความฉลาดในการปฏิบัติ (Practical Intelligence) โดยในส่วนของความฉลาดในการวิเคราะห์นั้น สเติร์นเบิร์ก อธิบายว่าหมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินแนวคิดที่คิดขึ้น ความสามารถในการคิดนำมาใช้แก้ปัญหาและความสามารถในการตัดสินใจ โดยธรรมชาติคนเราจะมีจุดอ่อนด้านความสามารถทางการคิดหลายประการ การคิดเชิงวิเคราะห์จะช่วยเสริมจุดอ่อนทางความคิดเหล่านี้

2. ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง ในการสรุปเรื่องต่าง ๆ เรามักไม่ได้คำนึงถึงจำนวนข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ความสมเหตุสมผลของเรื่องนั้น แต่มักจะด่วนสรุปสิ่งต่าง ๆ ไปตามอารมณ์ความรู้สึกหรือเหตุผลที่ตนมีอยู่ซึ่งไม่เพียงพอ

ที่จะพิสูจน์ข้อเท็จจริงของสิ่งนั้นเรามักจะเห็นตัวอย่างเพียง 2-3 ตัวอย่าง แล้วรีบด่วนสรุป โดยไม่คำนึงถึงจำนวนตัวอย่างว่ามีปริมาณเพียงพอในการที่จะนำไปสู่ข้อสรุปได้หรือไม่ ซึ่งทำให้เกิดการเข้าใจผิดได้ การสรุปเช่นนี้เรียกว่า การสรุปแฝงด้วยความมีอคติ ดังนั้นควรสืบค้นตามหลักการและเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริงให้ชัดเจนก่อนจึงมีการสรุป

3. ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวเป็นสรุปทั่วไป การสรุปเรื่องต่าง ๆ ในหลายเรื่องที่คุณจำนวนไม่น้อยที่ใช้ประสบการณ์ที่เกิดกับตนเองเพียงคนเดียวมาสรุปเป็นเรื่องทั่ว ๆ ไป เช่น คนที่มีอายุยืนถึงร้อยปีมักเป็นที่ใช้อ้างกับใคร ๆ ว่าถ้ารับประทานอาหารตามแบบที่เขาทานแล้วจะมีอายุยืนเช่นเขาหรือนักธุรกิจที่ประสบความสำเร็จมักอ้างวิธีการทำงานที่ประสบความสำเร็จของเขาเป็นเหมือนหลักการปฏิบัติโดยทั่วไปและจะนำไปใช้การอ้างเช่นนี้ก่อให้เกิดความผิดพลาดได้เพราะอาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงอันเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนั้น ดังนั้น หากขาดปัจจัยเหล่านั้นหลักปฏิบัติเช่นที่เคยใช้ได้ผลในเหตุการณ์ของเขาอาจจะใช้ไม่ได้ผลกับคนอื่น ๆ

4. ช่วยขุดค้นสาระของความประทับใจครั้งแรก ถ้าเราเคยสังเกตเกี่ยวกับความรู้สึกในการกระทำสิ่งใด ๆ เป็นครั้งแรกเรามักจะประทับใจในความรู้สึกนั้นไว้ตลอดไปว่าจะต้องเป็นเช่นนั้นเสมอมีงานวิจัยของทเวอร์สกีและคาห์เนแมน (Tversky and Kahneman) ที่พบว่าบุคคลส่วนใหญ่จะมีความประทับใจครั้งแรกเมื่อเห็นความสอดคล้องของข้อมูลของตัวอย่างทั้งหมดแม้มีจำนวนเพียงเล็กน้อยก็ตามจะเป็นเหตุให้ตีความว่าตัวอย่างเหล่านั้นน่าเชื่อถือมากกว่า เช่น การให้ความเชื่อมั่นในข้อสรุปที่มีผู้เชี่ยวชาญจำนวนเพียง 3 คน ให้การสนับสนุนมากกว่าข้อสรุปที่มีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน จากจำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 12 คน สนับสนุนทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงตัวเลขหลังน่าเชื่อถือมากกว่าในทางสถิติ การทดลองนี้เป็นเหตุผลอย่างน้อยหนึ่งประการที่ตอบคำถามว่า “เหตุใดความประทับใจครั้งแรกจึงมีความสำคัญมาก” ดังนั้น จึงสามารถกล่าวได้ว่าความประทับใจครั้งแรกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะทำให้เรารู้สึกดีต่อสิ่งนั้นในอนาคตยิ่งเมื่อถูกกระตุ้นด้วยความประทับใจต่อ ๆ มา ย่อมจะเป็นเหตุให้เราสรุปว่าสิ่งนั้นจะเป็นเช่นนั้นตลอดไป อันเป็นเหตุให้เกิดความลำเอียงในการให้เหตุผลกับสิ่งนั้นตามกาลเวลาและบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปและการวิเคราะห์นั่นเองที่จะช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่นๆ ที่ถูกบิดเบือนไปจากความประทับใจในครั้งแรกทำให้เรามองอย่างครบถ้วนในแง่มุมอื่น ๆ ที่มีอยู่

5. ช่วยตรวจสอบการคาดคะเน บนฐานความรู้เดิมในหลาย ๆ เรื่องที่เราจะสรุปตามความรู้ความเข้าใจของเราเกี่ยวกับการคาดการณ์ความน่าจะเป็นของสิ่งนั้นในอนาคต มิใช่บนพื้นฐานข้อมูลที่ปรากฏต่อการคาดการณ์บนพื้นฐานความจริงที่รับรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น ตัวอย่าง เราเคยได้ยินมานานแล้วว่าภาคอีสานเป็นภาคที่แห้งแล้งจนบางแห่งถึงกับกล่าวกันว่า

ไม่มีน้ำดื่มถึงขนาดต้องดื่มน้ำกิน ทำให้มีการคาดเดาว่าจังหวัดต่าง ๆ ในภาคอีสานน่าจะมีแต่ความแห้งแล้ง ครั้นต่อมามีข้อมูลที่ได้น่าใหม่คือปัจจุบันนี้มีคำว่า อีสานเขียว ย่อมแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของภาคอีสานว่าเต็มไปด้วยผักสด ผลไม้ หากไม่มีการคิดวิเคราะห์แล้วก็คงจะไม่เชื่อกับข้อมูลใหม่นี้ทำให้เกิดการเข้าใจผิดกับข้อเท็จจริงได้ การคิดวิเคราะห์จึงช่วยในการประมาณการความน่าจะเป็นโดยสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่เรามีวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ของสถานการณ์ ณ เวลานั้นอันจะช่วยให้เราคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้อย่างสมเหตุสมผลมากกว่า

6. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริง จากประสบการณ์ส่วนบุคคลในการวินิจฉัยคำกล่าวของคนนั้นจำเป็นต้องตระหนักให้ดีกว่าประสบการณ์ของแต่ละคนมีแนวโน้มที่จะมีอคติ เช่น มีบุคคล 2 คน คนหนึ่งเกิดมาในชุมชนแออัดซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายต้องดิ้นรนเพื่อให้อยู่รอดจากความทุกข์ยากลำบากตลอดมา ส่วนอีกคนหนึ่งเกิดมาในครอบครัวอบอุ่นแวดล้อมด้วยความรักความเอาใจใส่จากพ่อแม่พบแต่ความสุขความปรารถนาตามต้องการ คนทั้ง 2 คน ย่อมมีการพัฒนาความรู้สึกรู้จักคิดมีโลกทัศน์ในลักษณะที่แตกต่างกันและก็จะใช้กรอบที่แตกต่างกันนี้ในการมองโลกในการประเมินเรื่องต่าง ๆ จากกรอบโลกทัศน์เราสรุปจากประสบการณ์ซ้ำ ๆ กัน ซึ่งมีโอกาสที่จะมีอคติได้ง่ายไม่เพียงแต่ประสบการณ์ส่วนตัวของเราแต่ละคนเท่านั้นที่มีความลำเอียงแต่ความจำของเรามีแนวโน้มที่จะลำเอียงด้วยในการถ่ายทอดประสบการณ์ เช่น เมื่อเราคิดถึงคนขับรถโดยสารประจำทางเรามักจะคิดว่าเป็นผู้ชายมากกว่าที่จะคิดว่าเป็นผู้หญิง สิ่งนี้จึงเป็นปัญหาเมื่อเราประเมินความน่าจะเป็นเพราะเรามีแนวโน้มที่จะไม่ทำการประเมินบนพื้นฐานของจำนวนที่เป็นอยู่จริง แต่ประมาณการความน่าจะเป็นโดยเชื่อมโยงกับตัวอย่างในความทรงจำของเรา ซึ่งในบางเรื่องที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของตัวอย่างที่เข้ามาในความคิดและความถี่ในการเห็นเหตุการณ์นั้น ๆ เพราะความถี่นี้จะเป็นตัวตัดสินที่สำคัญในการทำให้ง่ายต่อการทวนรำลึกถึง ดังนั้นการคิดวิเคราะห์จะช่วยให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลานั้น โดยไม่มีอคติที่ก่อตัวอยู่ในความทรงจำและทำให้เราสามารถประเมินสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมจริง

7. เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ การคิดวิเคราะห์นับว่าเป็นปัจจัยที่ทำหน้าที่เป็นปัจจัยหลักสำหรับการคิดในมิติอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นการคิดเชิงวิพากษ์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งการคิดวิเคราะห์จะช่วยเสริมสร้างให้เกิดมุมมองเชิงลึก และครบถ้วนในเรื่องนั้น ๆ ในอันที่จะนำไปสู่การตัดสินใจและการแก้ปัญหาได้ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์มักจะทำให้เรามีอาการขอลิดคุดก่อนแล้วจึงเริ่มต้นคิดเป็นการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์นั่นเอง ด้วยการใช้เหตุผลเพื่อสืบค้นหาความจริง

8. ช่วยในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์เกี่ยวข้องกับการจำแนกแยกแยะ

องค์ประกอบต่าง ๆ และการทำความเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้น ดังนั้น จึงช่วยเราในเวลาที่มีปัญหาใด ๆ ให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็นปัญหาเนื่องจากการแก้ไขปัญหาใด ๆ จำเป็นต้องมีการคิดวิเคราะห์ปัญหาเสียก่อนว่ามีปัญหาอะไรบ้างแยกแยะว่ามีอยู่ที่ประเภทแต่ละประเภทมีรายละเอียดอย่างไร เพื่อให้สามารถคิดต่อไปได้ว่าแต่ละประเภทจะป้องกันและแก้ไขได้อย่างไร

9. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ การวิเคราะห์จะช่วยให้เรารู้ข้อเท็จจริงหรือเหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้นทำให้เกิดความเข้าใจ และที่สำคัญคือจะช่วยให้เราได้ข้อมูลเป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ การวิเคราะห์ยังช่วยให้เราสามารถประเมินสถานการณ์และตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้แม่นยำกว่าการที่เรามีแต่เพียงข้อเท็จจริงที่ไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์ และทำให้เรารู้สาเหตุของปัญหาเห็นโอกาสของความน่าจะเป็นในอนาคต เช่น การวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งขององค์กร โอกาสและอุปสรรคจะช่วยให้ผู้ประกอบการธุรกิจมีข้อมูลที่นำไปใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ขององค์กรต่อไป นอกจากนี้การวิเคราะห์ยังช่วยให้มองเห็นโอกาสความเป็นไปได้ของสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น ช่วยให้เกิดการคาดการณ์อนาคตและหากเราลงมือปฏิบัติตามนั้น โอกาสแห่งความสำเร็จย่อมเป็นไปได้อย่างแน่นอน

10. ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล การคิดวิเคราะห์ช่วยให้การคิดต่าง ๆ ของเรายู่บนฐานของตรรกะและความน่าจะเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ส่งผลให้มีการคิดจินตนาการหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้รับการตรวจสอบว่าความคิดใหม่นั้นใช้ได้จริงหรือไม่และถ้าจะใช้ได้จริงต้องเป็นเช่นใดแล้วมีการเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่จินตนาการกับการนำมาใช้ใน โลกแห่งความเป็นจริง สิ่งประดิษฐ์มากมายที่เราพบเห็นในปัจจุบันล้วนเป็นผลลัพธ์อันเกิดจากการวิเคราะห์ว่าใช้การได้ก่อนที่จะนำมาใช้จริง

11. ช่วยให้เห็นใจกระจ่าง การคิดวิเคราะห์ช่วยให้เราประเมินและสรุปสิ่งต่าง ๆ บนข้อเท็จจริงที่ปรากฏไม่ใช่สรุปตามอารมณ์ความรู้สึกหรือการคาดการณ์ว่าน่าจะเป็นเช่นนั้นเช่นนี้ การคิดวิเคราะห์ทำให้ได้รับข้อมูลที่เป็นจริงซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจที่สำคัญคือช่วยให้เราได้เรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจลึกซึ้งมากขึ้นเพราะการวิเคราะห์ทำให้สิ่งที่คลุมเครือเกิดความกระจ่างชัดโดยสามารถแยกแยะสิ่งดี - ไม่ดี สิ่งที่ต้อง - หลีกเลี่ยง โดยการสังเกตความผิดปกติของเหตุการณ์ พฤติกรรม หากเราคิดใคร่ครวญถึงเหตุและผลของสิ่งนั้นจนเพียงพอที่จะสรุปได้ว่าเรื่องนั้นมีความเป็นมาอย่างไรเท็จจริงอย่างไรอะไรเป็นเหตุเป็นผลกับสิ่งใด นอกจากนี้การคิดวิเคราะห์จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจในเรื่องที่มีความซับซ้อน หากมีเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์จะทำให้เรากันพบความ

จริงที่เป็นประโยชน์ เช่น ในปี ค.ศ. 1785 ลาวัซซีเออร์ ได้ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับการหายใจ โดยการทดสอบหาความเปลี่ยนแปลงของอากาศระหว่างการหายใจและผลที่ได้ทำให้เขาค้นพบว่า การหายใจเป็นกระบวนการของการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในปอดหรือในโลหิต เป็นการแลกเปลี่ยนระหว่างออกซิเจนและคาร์บอนิกแอซิด นับเป็นการค้นพบครั้งสำคัญของโลก และนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ประโยชน์จากผลการทดลองในครั้งนี้ได้มากมาย

นอกจากนี้ยังมีแนวคิดเกี่ยวกับประโยชน์ของการวิเคราะห์เพิ่มเติมว่าการวิเคราะห์ที่ก่อประโยชน์อย่างมากทั้งในระดับปัจเจกบุคคล ระดับองค์กร และระดับประเทศ ซึ่งในแทบทุกวิชาจำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ดังเช่น

1. ในการวิจัย การวิเคราะห์นับเป็นหัวใจหลักของงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการหาความสัมพันธ์การหาเหตุและผลในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยพยายามนำเอาความแตกต่างในตัวแปรอิสระไปอธิบายในตัวแปรตามเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานว่าเป็นจริงตามนั้นหรือไม่
2. การวิเคราะห์สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคม การเมืองในแง่มุมต่าง ๆ ช่วยให้เรารู้สาเหตุที่เกิดขึ้น ผลกระทบที่ตามมาและสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันนำไปสู่การแก้ไขปัญหาการเตรียมการป้องกัน การวางนโยบายและการวางกลยุทธ์เพื่อมีโอกาสที่ดีกว่าในอนาคต
3. การวิเคราะห์ข่าว ทำให้เราทราบเบื้องหน้าเบื้องหลังของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ไม่เพียงแต่จะรับรู้ว่ามีอะไรเกิดขึ้นเท่านั้น แต่ยังทราบอีกว่าเหตุใดจึงเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวและยังทำให้ทราบอีกว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออย่างไร ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการวางกลยุทธ์และป้องกันอย่างไรต่อไปได้
4. การวิเคราะห์บุคคลจะช่วยให้เราเข้าใจว่าเหตุใดจึงแสดงออกมาเช่นนี้มีอะไรเป็นมูลเหตุจูงใจ สิ่งที่เขาแสดงออกจะส่งผลกระทบต่อเขาหรือผู้อื่นหรือไม่อย่างไรในอนาคตและถ้ามูลเหตุเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของเขาจะเปลี่ยนไปด้วยหรือไม่
5. การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ สสารต่าง ๆ ทำให้เราทราบว่าสิ่งนั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง แต่ละส่วนช่วยทำงานประสานเชื่อมโยงกันอย่างไร การรู้โครงสร้างและส่วนประกอบทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถนำสารที่สกัดออกมานั้นไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้อย่างอนกอนันต์
6. การวิเคราะห์ข้อความ มีคำกล่าวอ้างต่าง ๆ โดยพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้ออ้างและข้อสรุป หลักฐานที่นำมากล่าวอ้างวินิจฉัยแรงจูงใจหรือเหตุผลที่นำมากล่าวอ้างจะช่วยให้เราค้นพบความถูกต้องหรือผิดพลาดของข้ออ้างนั้น ในการวิเคราะห์

เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการมักจะอาศัยเครื่องมือที่เหมาะสมในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและชัดเจนดังตัวอย่าง เช่น เมื่อเราเห็นงานใบหนึ่งเราอยากทราบว่างานใบนี้ทำมาจากอะไร ประกอบด้วยอะไรบ้างมีวิธีการทำอย่างไร และคงไม่มีการนำงานใบนั้นมาทาบให้แตกละเอียดเพื่อดูส่วนประกอบแน่นอนแต่ต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยการใช้เครื่องมือ เช่น ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับแยกสารแยกธาตุต่าง ๆ เราจึงจะรู้ว่างานใบนั้นทำมาจากอะไร มีส่วนประกอบอะไรบ้างแต่ละองค์ประกอบมีส่วนส่วนเท่าไร เป็นต้น นอกจากนี้จะใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์แล้วที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของผู้ทำการวิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ลึกซึ้งและแม่นยำมากขึ้น

7. การวิเคราะห์ค้นหาธรรมชาติบางสิ่งบางอย่างด้วยคำถามเพื่อจำแนกองค์ประกอบต่าง ๆ ของเรื่องนั้น ผู้ที่ต้องการหาความชัดเจนของแนวคิดที่ต้องการศึกษาด้วยการจำแนกให้อยู่ในลักษณะย่อย ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์ข้อโต้แย้งเกี่ยวข้องกับทำแท้งที่ว่าตัวอ่อนในครรภ์มารดาเป็นมนุษย์หรือไม่ผู้ศึกษาจะเริ่มด้วยการวิเคราะห์แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความเป็นมนุษย์ถึงแม้ว่าหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการพัฒนาของตัวอ่อนในครรภ์มารดาจะมีความสำคัญ แต่ยังไม่เกี่ยวข้องโดยตรงในขณะนี้ เพราะมีความต้องการวิเคราะห์และกำหนดความหมายของมนุษย์ เสียก่อนว่าองค์ประกอบของความ เป็นมนุษย์ได้แก่อะไรบ้าง จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องมีรูปแบบทางชีวภาพหรือความรู้สึกร่างกาย หรือมีความสามารถในการคิดหรือความรู้ตื้นึกนึกคิดเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นหรือค่อย ๆ พัฒนาขึ้นมาในภายหลัง เป็นต้น ในการค้นหาคำตอบให้แก่แนวคิดใด ๆ จึงจำเป็นต้องแยกแยะสิ่งที่เรียกว่าเงื่อนไขที่จำเป็นและเงื่อนไขที่เพียงพอประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ พอสรุปได้ว่า ช่วยให้ส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญาสามารถแก้ปัญหา ประเมิน ตัดสินใจ และสรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่รับรู้ด้วยความสมเหตุสมผลอันเป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ

3. การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ลักขณา สรวิวัฒน์. 2549 : 20 ; อ้างอิงมาจาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539) คือ การวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรมีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใดนอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นได้ว่าสมรรถภาพด้านวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงเป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะแจกแจงรายละเอียด เรื่องราวความคิด การปฏิบัติ

ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยอาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงแบ่งแยกย่อยตามประเภทของเนื้อหาที่วัดออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการถามให้ค้นหาเหตุผลคุณลักษณะเด่นของเรื่องราวในแง่มุมต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่มีอยู่นั้นอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุตัวไหนเป็นผลเหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุดตัวอย่างคำถาม เช่น ศิลปินคนใดสำคัญที่สุด คำตอบคือ ชอว์ 5 หรือสิ่งใดสำคัญที่สุดทำให้บ้านมีความมั่นคงไม่พังง่าย คำตอบ คือ เส้า เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหานั้นเพื่อนำมาอุปมาอุปไมยหรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้นมีความสำคัญอะไรที่เกี่ยวข้องกัน ตัวอย่างคำถาม เช่น การบริโภคนมทำให้ร่างกายสูงเพิ่มขึ้นหรือไม่ คำตอบ คือ การดื่มนมมีผลทำให้ร่างกายสูงเพิ่มขึ้น มีการศึกษาวิจัยที่พบว่าถ้าบริโภคนมมากพัฒนาการด้านส่วนสูงของร่างกายก็เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ .001

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึดหลักการใดมีเทคนิคหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น โคลง ฉันท์ กาพย์ กลอน มีหลักการใดที่ร่วมกัน คำตอบ คือ สัมผัสนอก

สรุปการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการศึกษาระดับความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่ามีจุดมุ่งหมายอะไร แต่ละเหตุการณ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร โดยแบ่งออกตามประเภทเนื้อหาที่วัด ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 26 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

ความคงทนของการเรียนรู้

1. ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนรู้มีความจำเป็นและสำคัญมากสำหรับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เพราะธรรมชาติของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาในระดับสูงที่มีความต่อเนื่องกันไปตามลำดับ

และการจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่พบอยู่เสมอได้เป็นอย่างดีจากความสำคัญดังกล่าวได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2528 : 63) กล่าวว่า การจัดประสบการณ์ที่มีความหมาย และจัดกระบวนการเรียนการสอนที่มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความคงทนในการจำซึ่งจะทำให้ผู้เรียนนำประสบการณ์เดิมที่ได้มาแก้ปัญหาใน ประสบการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกับประสบการณ์เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุมาลัย วงษ์เกษม (2548 : 88) กล่าวว่า การจำ หมายถึง พฤติกรรมของมนุษย์เรา ที่สามารถสร้างระบบความรู้ขึ้นใหม่จากสิ่งที่ได้รับรู้หรือเรียนรู้มาทางตรงและทางอ้อม แล้ว สามารถถ่ายทอดออกมาในรูปของการระลึกได้

มนต์ชัย เทียนทอง (2548 : 314) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถของผู้เรียนที่จะระลึกถึงความรู้ที่เคยมีประสบการณ์ ผ่านมา หลังจากที่ผ่านมาไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง เช่น หนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งเดือน ซึ่งการที่จะ จดจำความรู้ได้มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้ผู้เรียน จดจำได้เป็นสำคัญ

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำและระลึกได้จากประสบการณ์เดิมที่เคยได้รับมาแล้วอีกทั้งยังสามารถนำมาใช้ในการ แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้หลังจากทิ้งเวลาไว้ระยะหนึ่ง

2. ระบบความจำ

ระบบของความจำนั้น เป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ระบบความจำ ของคนแยกได้เป็น 3 ระบบ ดังนี้ (ชัยพร วิชาวุธ. 2520 : 287)

1. ระบบความจำจากการสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง การคงอยู่ของ ความรู้สึกสัมผัสหลังจากที่เสนอสิ่งเร้าสิ้นสุดลง เช่น การฉายภาพให้ดูแวบหนึ่ง ภาพที่ปรากฏ ให้เห็นจะยังคงติดตาต่อไปอีกหลายร้อยวินาทีหลังจากฉายภาพแวบ

2. ระบบความจำระยะสั้น (Short Term Memory ย่อว่า STM) เป็นความจำ หลังการรับรู้สิ่งเร้าที่ได้รับการตีความจนเกิดความรับรู้และก็จะอยู่ในความจำระยะสั้นสำหรับการ จำชั่วคราวเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในขณะที่จำอยู่เท่านั้น เช่น การจำหมายเลขจากสมุด โทรศัพท์

3. ระบบความจำระยะยาว (Long Term Memory ย่อว่า LTM) เป็น ความจำที่คงทนถาวรเราไม่รู้สึกในสิ่งที่จำอยู่แต่เมื่อต้องการใช้หรือมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดสะกิดใจ ก็สามารถรื้อฟื้นขึ้นมาได้ เช่น การจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในหลายชั่วโมง หลายวัน

หรือหลายปีก่อนได้ รวมเรียกความจำ 2 ประเภทนี้ว่า " ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ " (Two Process Theory of Memory) โดยสรุปได้ ดังนี้

- 3.1 ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราว
- 3.2 สิ่งที่จำไว้ในความจำระยะสั้นต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลา มิฉะนั้นความจำนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว
- 3.3 จำนวนสิ่งของที่ได้รับการทบทวนครั้งหนึ่ง ๆ ในความจำระยะสั้นมีจำนวนจำกัดจะทบทวนได้เพียง 5 – 9 สิ่ง ในขณะที่เดียวกันเท่านั้น
- 3.4 สิ่งใดก็ตามที่อยู่ในความจำระยะสั้นยิ่งนานเท่าใดก็จะมีโอกาสฝังตัวอยู่ในความจำระยะยาวมากเท่านั้น
- 3.5 การฝังตัวในความจำระยะยาวเป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในความจำระยะยาวกับสิ่งที่ต้องการทำ

จึงกล่าวได้ว่า ความจำระยะยาว เป็นความจำที่มีค่าอย่างยิ่ง เป็นความหมายหรือความเข้าใจในสิ่งที่ตนรับรู้เป็นการตีความหมายซึ่งอยู่กับประสบการณ์เดิม ความสนใจและความเชื่อของแต่ละคน สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการจำ สรุปได้ 2 ประการ คือ

ประการแรก ได้แก่ ลักษณะของความต่อเนื่อง หรือความสัมพันธ์กันของประสบการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้

ประการที่สอง เป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วอยู่เสมอ ซึ่งชัยพร วิชาวุธ (2520 : 118) กล่าวว่า การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้คืออยู่แล้ว จะช่วยให้เกิดความจำถาวรมากยิ่งขึ้น ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวจนกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำใช้เวลาประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว

3. สภาพที่ช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้

ชม ภูมิภาค (2526 : 15) ได้เสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยต่อการช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย กล่าวคือ ถ้าเนื้อหามีความหมายเพียงพอแล้วย่อมจะไม่มีใครลืมเนื้อหานั้นแม้ว่าเนื้อหาจะมีโครงร่างที่ไม่ดีนักก็ตามแต่ถ้ามีความหมายกับผู้เรียนแล้วก็จะจำได้นาน ดังนั้นเพื่อให้ นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หรือความจำดีขึ้น อาจกระทำได้ดังนี้

- 1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ์ (Mediation) เป็นวิธีการสร้างความสัมพันธ์ที่มีความหมายช่วยในการจำบทเรียนที่ขาดความหมาย

- 1.2 การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (Advance Organization)

เป็นการสรุปโครงสร้างหรือกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนให้นักเรียนทราบก่อนการเรียนรู้เนื้อหาวิชาตอนนั้น ๆ

1.3 การจัดเป็นลำดับขั้น (Hierarchical Structure) เป็นการจัดลำดับบทเรียนให้เป็นลำดับตามขั้นตอนการเรียนรู้ในลำดับขั้นต่ำกว่าจะเป็นพื้นฐานให้เรียนรู้ขั้นสูงขึ้นเป็นลำดับต่อไป

1.4 การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (Organization) เป็นการแยกประเภทของสิ่งที่ต้องการให้เป็นหมวดหมู่

2. จัดสถานการณ์ช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมเกี่ยวกับบทเรียนมากขึ้น ทั้งในระหว่างการเรียนการสอนและภายหลังการเรียนการสอนแล้ว ฝ่ายผู้เรียนไม่เป็นฝ่ายรับแต่เพียงอย่างเดียวซึ่งอาจทำได้ดังนี้

2.1 การคำนึงถึงสิ่งที่เรียนขณะกำลังฝึกฝนอยู่ (Recall During Practice) หมายถึง การทบทวนบทเรียนภายหลังที่เรียนจบแต่ละครั้ง

2.2 การเรียนเพิ่มเติม (Over Learning) หมายถึง การเรียนภายหลังจากที่จำบทเรียนนั้นได้แล้วซึ่งเห็นได้ชัดในกรณีที่จำข้อความสั้น ๆ ซึ่งอ่านเพียงครั้งเดียวก็จำได้

2.3 การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (Logical Memory)

2.4 การท่องจำ (Recitation) การท่องจะยิ่งทำให้จำได้นานยิ่งขึ้นเพราะผู้ท่องมักมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงเมื่อท่องไประยะหนึ่งผู้ท่องจะทราบถึงความก้าวหน้าของตนเองทำให้เกิดกำลังใจที่จะท่องต่อไป นอกจากนี้การท่องเป็นกิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายแน่ชัดผู้ท่องจะตั้งระดับความมุ่งหวังไว้และจะมุ่งให้บรรลุเป้าหมายนั้น

2.5 การสร้างจินตนาการ (Imagery) หมายถึง การสร้างรหัสโดยนับภาพในใจเป็นการเอาสิ่งที่ต้องการจำไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่จำได้คืออยู่แล้วโดยการนึกภาพเป็นคู่สัมพันธ์หากมีภาพยิ่งแปลกมากเท่าใดความคงทนในการจำยิ่งมีมากยิ่งขึ้น

3. ในการทบทวนเราไม่สามารถทบทวนทุกสิ่งที่เข้ามาอยู่ในความจำระยะสั้น ดังนั้น จำนวนสิ่งของที่เรจำได้ในระยะสั้นจึงมีจำกัด

4. สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นยังนาน สิ่งนั้นก็มิมีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาวมากยิ่งขึ้น

5. การฝังตัวในความจำระยะยาวเป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มืออยู่ในความจำระยะยาวแล้วกับสิ่งเร้าที่ต้องการจดจำ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้ จะเห็นว่า ความคงทนในการเรียนรู้นั้นเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นแก่เด็ก ควรฝึกฝนให้สัมพันธ์กับความรู้เดิมและทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้วอยู่เสมอ โดยเฉพาะการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

เพื่อให้นักเรียนจำได้คงทนด้วยความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่วและมีประสิทธิภาพระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้นั้น ชาวาล แพร์ตกุล (2526 : 1) กล่าวว่า ในการสอนซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปลองสอบกับบุคคลกลุ่มเดียวกัน เวลาในการทดสอบครั้งแรกและครั้งที่ 2 ควรเว้นไว้ห่างกันประมาณ 2-4 สัปดาห์ในเรื่องของการวัดความคงทนในการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าผู้ที่ทำการวิจัยเรื่องความคงทนในการเรียนรู้จะวัดความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมมาวัดซ้ำอีกครั้งหนึ่งหลังจากเรียนจบไปแล้ว 2-4 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนว่าคงทนเพียงใดเท่านั้น

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดความคงทนในการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วย ชุดการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ที่เน้นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเสร็จสิ้นเป็นเวลา 7 วัน และ 30 วัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

กัญญา สิริสุขเกษรชู้ (2548 : 60) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลวิทยาลัระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการตั้งคำถาม โดยรวมและจำแนกตามความสามารถทางการเรียนของนักเรียน คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง กลุ่มอ่อน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน และแบบทักษะการวัดการคิดวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการตั้งคำถามมีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น ทั้งด้านการจำแนกแยกแยะ ด้านการเปรียบเทียบด้านการเห็นความสัมพันธ์และด้านการให้เหตุผลสูงขึ้น ทั้งโดยรวมและจำแนกตามความสามารถทางการเรียนของนักเรียน คือนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน

เครือวัลย์ กาญจนอุษา (2548 : 66) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การใช้สื่อสิ่งพิมพ์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดกุ้เส้า

อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน จำนวน 14 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการสอนอ่านโดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์ จำนวน 9 แผน แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เกณฑ์ประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 4 ด้าน คือ ด้านการรวบรวมและแยกประเภทของข้อมูลข่าวสารด้านการคิดวิเคราะห์และจับใจความสำคัญ ด้านการประเมินและแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ และด้านการนำไปประยุกต์ใช้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าความถี่ ค่าร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนจำแนกตามความสามารถในการคิดวิเคราะห์แต่ละด้านผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนอ่านโดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 20.50 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 29.14 ส่วนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจำแนกตามความสามารถการคิดวิเคราะห์ทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับดี

มีขติมา ซาแสงบง (2553 : 98) ได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 80.03/75.05
2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่องสารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.6579
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น อยู่ในระดับมาก

วิไลลักษณ์ วงศ์จินสุนทร (2551 : 59) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสันทรายวิทยาคม จากการเรียนโดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู แอล พลัส กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 ที่เรียนวิชาเหตุการณ์ปัจจุบัน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู แอล พลัส จำนวน 5 แผน และแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยเรื่องสถานการณ์น้ำมัน ภาวะโลกร้อน น้ำเสื่อมคุณภาพ ดินโคลนถล่ม และแผ่นดินไหววิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและนำเสนอด้วยตารางประกอบการบรรยาย ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู แอล พลัส มีความสามารถ

ในการคิดวิเคราะห์ที่อยู่ในขั้นที่ 3 และ 4 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่อยู่ในขั้นที่ 3 คือ มีความสามารถในการประเมินและสรุปเหตุการณ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2-5 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่อยู่ในขั้นที่ 4 คือมีความสามารถในการประยุกต์และนำไปใช้

ระพีพร ชูเสน (2553 : 78) ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์สาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนใช้และหลังใช้ชุดฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์สาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา มีประสิทธิภาพ 81.17/85.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้คู่มือครูตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชณี อุคทา (2552 : 65) ได้ทำการค้นคว้าอิสระรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปางสัก จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจำนวนทั้งหมด 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานในสาระวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 แผน ใช้เวลา 6 สัปดาห์ (2) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ทั้งก่อนและหลังเรียน (3) บันทึกสะท้อนคิดของนักเรียนและบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าหลังการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยอยู่ในเกณฑ์ระดับดี (ร้อยละ 75.96)

สมพงษ์ จันทมาลี (2553 : 44) ได้สร้างชุดการสอนวิชาเคมีศาสตร์ เรื่อง สารละลายและกรด-เบส สำหรับนักศึกษาปีที่ 1 สายวิทยาศาสตร์ระบบ 11+3 ที่วิทยาลัยครูคงใจ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยใช้รูปแบบการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง สารละลายและกรด-เบส สำหรับนักศึกษาปีที่ 1 สายวิทยาศาสตร์ระบบ 11+3 ที่สร้างขึ้นโดยใช้รูปแบบการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีประสิทธิภาพ 83.04/85.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

สาวตรี บุญเชื่อม (2551 : 43) ได้ศึกษาการใช้กิจกรรมเสริมการอ่านเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใน

การศึกษานี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนวังหินวิทยา อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการตีความจากสถานการณ์จากเรื่องที่อ่าน ด้านการจับใจความ ตั้งคำถาม ด้านการแยกแยะข้อดีข้อเสียและความสัมพันธ์เชิงเหตุผลและด้านการนำไปประยุกต์ใช้อยู่ในเกณฑ์ดีโดยคิดเป็นร้อยละ 69.57, 82.61, 65.22, และ 78.26 ตามลำดับ

2. นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการอ่านคิดวิเคราะห์ประเภทการอ่านนิทาน การอ่านวรรณกรรม การอ่านบทความ การอ่านข่าว อยู่ในเกณฑ์ดี โดยคิดเป็นร้อยละ 78.26, 86.97, 65.22, และ 69.57 ตามลำดับ ส่วนการอ่านคำประพันธ์อยู่ในเกณฑ์พอใช้โดยคิดเป็นร้อยละ 52.17

3. นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือและมีความสนใจระหว่างปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียนเป็นอย่างดี

ศรีบุญญา นามจันทร์ (2552 : 84) ได้ทำการพัฒนาชุดการสอนวิชาเคมี เรื่อง โครงสร้างอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีสุขวิทยา จังหวัดสุรินทร์ ผลการวิจัย พบว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.74/85.90 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.81 และเมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียน และคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในระดับมาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

เดล (Dale. 1973 : 6481 – A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนโดยวิธีสอนปกติกับการเรียนโดยใช้ชุดการสอนของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

รีฟ (Reap. 2000 : 484-A) ได้ทำการศึกษาว่า ครูวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนั้นมีความเข้าใจและสามารถนำเอาวัฏจักรการเรียนรู้ไปใช้ในห้องเรียนได้อย่างไร ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยระหว่างครูที่ไม่เคยมีประสบการณ์สอนกับครูที่มีความชำนาญในการสอนเมื่อใช้เครื่องมือสำรวจ แต่ถ้าใช้การสัมภาษณ์และการสังเกตพบว่ามีผลแตกต่างกันหลายประการ ในเรื่องของความเข้าใจและการนำเอาวัฏจักรการเรียนรู้ไปใช้ ครูที่มีความชำนาญในการสอนจะมีกระบวนการสอนที่มีพัฒนาการและการปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนมากกว่า

ครูที่ไม่มีประสบการณ์ ซึ่งการสอนของครูที่ไม่มีประสบการณ์จะมีการสอนแบบเรียบง่ายและมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนน้อยและมีความแตกต่างในการสร้างคำถาม ครูที่ไม่มีประสบการณ์ในการสอนจะใช้คำถามที่นำไปยังคำตอบเลย ส่วนครูที่มีความชำนาญในการสอนจะใช้คำถามที่หลากหลายเพื่อเป็นแนวทางในการอภิปรายและหาข้อสรุป

มีค (Meek. 1972 : 4296 – A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบ วิธีสอนแบบใช้ชุดการสอน กับวิธีการสอนแบบธรรมดา โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้จากการใช้ชุดการสอน และวิธีการสอนแบบธรรมดาคำหรับสอนนักศึกษาครู ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนโดยใช้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าการสอนด้วยวิธีสอนแบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เรย์ (Ray. 1978 : 3220 - A) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับที่ต่ำกับคำถามระดับสูงในการสอนวิชาเคมีที่มีความมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล (Abstract Reasoning and Critical Thinking) ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่สอนด้วยคำถามระดับสูงสามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของมีเหตุผลเชิงนามธรรมและคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

ลัมพ์คิน (Lumpkin. 1991 : 3694 - A) ได้ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนระดับ 5 และ 6 ผลการวิจัยพบว่า เมื่อได้สอนทักษะการคิดวิเคราะห์แล้ว นักเรียนระดับ 5 และ 6 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนระดับ 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาไม่แตกต่างกัน สำหรับนักเรียนระดับ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากผลการวิจัยดังกล่าว สรุปได้ว่าเทคนิคและวิธีการสอนที่นำมาใช้ในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์นั้น มีหลากหลายวิธี โดยแต่ละวิธีสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดีผลงานวิจัยจะเห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมจะมีพัฒนาการด้านการคิดอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งนักเรียนยังมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนพร้อมกับมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อบุคคลอื่น ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยดังกล่าวมา เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการทำวิจัยการพัฒนาชุดการเรียน เรื่อง ชาติและสารประกอบ ที่เน้นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ