

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างชุดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำแนกตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.3 เนื้อหาการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
2. ชุดการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้
 - 2.2 ความสำคัญของชุดการเรียนรู้
 - 2.3 แนวคิดเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้
 - 2.4 ประเภทของชุดการเรียนรู้
 - 2.5 องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้
 - 2.6 ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้
 - 2.7 การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. จิตวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์
 - 5.2 การวัดจิตวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรและเนื้อหาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนคาทอลิกประชารัตน์ ซึ่งโรงเรียนได้จัดทำหลักสูตรโดยยึดหลักสูตรแกนกลางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- 1.1 เพื่อให้เข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
- 1.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 1.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 1.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 1.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 1.7 เพื่อให้เป็นคนที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคาทอลิกประชารัตน์ ได้ยึดตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายทางชีวภาพ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานที่ ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการจัดทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานที่ ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงของสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐานที่ ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานที่ ว 4.2 : เข้าใจลักษณะ และการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐานที่ ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐานที่ ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานที่ ว 7.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

3. เนื้อหาการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

3.1 ปริมาณทางฟิสิกส์

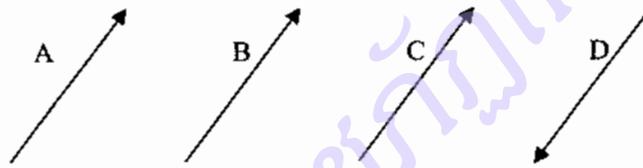
3.1.1 ชนิดของปริมาณทางฟิสิกส์

ปริมาณต่างๆทางฟิสิกส์ อาจเป็นปริมาณที่บ่งบอกเฉพาะขนาดหรือขนาดและทิศทาง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

ก) ปริมาณสเกลาร์ (scalar quantity) หมายถึง ปริมาณที่มีแต่ขนาดเพียงอย่างเดียว ไม่มีทิศทาง เช่น ความยาว พื้นที่ ปริมาตร มวล เวลา อุณหภูมิ ความหนาแน่น อัตราเร็ว พลังงาน ปริมาณดังกล่าว หากมีการบอกเพียงขนาดก็มีความสมบูรณ์ในตัว เช่น เชือกเส้นนี้มีความยาว 10 เมตร วัตถุก้อนนี้มีมวล 5 กรัม วันนี้มีอุณหภูมิสูงสุด 30 องศาเซลเซียส เป็นต้น

ข) ปริมาณเวกเตอร์ (vector quantity) หมายถึง ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง ได้แก่ แรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่ต้องบอกขนาดของแรงและทิศทาง เช่น รถยนต์คันหนึ่งแล่นจากกรุงเทพฯ ไปอยุธยา ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือของกรุงเทพฯ ด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตร

ต่อชั่วโมงจะเห็นได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ คือ ความเร็ว จัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ปริมาณใดๆที่มีทั้งขนาดและทิศทาง ให้ใช้ลูกศรแทนขนาด และหัวลูกศรแทนทิศทางการย้ายตำแหน่ง หรือการกระจัด (displacement) เป็นปริมาณเวกเตอร์ เพราะมีทั้งขนาดและทิศทางของวัตถุจากจุดอ้างอิง และทำให้สามารถบอกตำแหน่งของวัตถุได้จากการกระจัดจากจุดอ้างอิงปกติใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ และตัวหนาแทนเวกเตอร์แต่ไม่สะดวกในการเขียนจึงกำหนดให้เขียนลูกศรไว้บนตัวพิมพ์ใหญ่แทน เช่น \vec{a} หรือ \vec{A}



ค) การบวกเวกเตอร์ การบวกเวกเตอร์ ทำได้ 2 วิธี คือ

- 1) วิธีวาดรูป
- 2) วิธีคำนวณ

วิธีวาดรูปเป็นวิธีการเขียนรูปเวกเตอร์ตัวตั้งด้วยลูกศรให้มีขนาดและทิศทางตามที่กำหนด แล้วเขียนลูกศรแทนเวกเตอร์ที่นำมาบวกต่อหัวลูกศรของตัวตั้ง หากมีเวกเตอร์ที่นำมาบวกอีกก็เขียนลูกศรต่อไปอีกจนครบแล้วจึงลากเส้นจากหางลูกศรที่เป็นตัวตั้งตัวแรกไปยังปลายของลูกศรที่นำมาบวกต่อหลังสุด วัดความยาวของเส้นที่ลากนี้ จะได้ขนาดของเวกเตอร์ที่เป็นผลลัพธ์และทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์มีทิศทางจากจุดตั้งต้นของเวกเตอร์ตัวตั้งไปยังปลายของเวกเตอร์สุดท้าย หรืออาจกล่าวได้ว่า เวกเตอร์ลัพธ์เป็นด้านสุดท้ายที่มาปิดให้ได้รูปเหลี่ยมครบ

วิธีคำนวณ แยกเป็นวิธีย่อยๆ ได้ดังนี้

1. เวกเตอร์ที่ขนานกัน ถ้ามีทิศทางเดียวกันนำขนาดมาบวกกัน ทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ไปทางเดิม ถ้าเวกเตอร์มีทิศทางตรงกันข้ามนำขนาดของเวกเตอร์มาลบกันเวกเตอร์ลัพธ์มีทิศทางไปทางเวกเตอร์ที่มีค่ามากกว่า

2. เวกเตอร์ที่ตั้งฉากกันให้นำเวกเตอร์ทั้งหมดมาบวกกัน โดยจุดที่ทิศทางขนานกันไว้ด้วยกัน จะได้ผลบวกของเวกเตอร์สองชุดตั้งฉากกัน นำผลบวกทั้งสองชุดมาคำนวณโดยใช้ทฤษฎีพีทาโกรัส ดังสูตรต่อไปนี้

ให้ \vec{F}_x เป็นผลบวกของเวกเตอร์ในแนวแกน X

\vec{F}_y เป็นผลบวกของเวกเตอร์ในแนวแกน Y

ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ เท่ากับ $\sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

3.2 แรง

3.2.1 ความหมายของแรง (force) แรง หมายถึง สิ่งที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพและลักษณะของการเคลื่อนที่ กล่าวคือ แรงทำให้วัตถุที่หยุดนิ่งเริ่มเคลื่อนที่ เคลื่อนที่เร็วขึ้น ช้าลง หรือหยุดนิ่ง แรงทำให้วัตถุเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนรูปร่าง (ยูฟา วรยศ, และคนอื่นๆ, 2544, หน้า 139) แรงมีมากมายหลายชนิด เช่น แรงดึง แรงผลัก แรงดัน แรงเสียดทาน แรงดึงดูดของโลก เป็นต้น แรงมีหน่วยเป็น นิวตัน คำว่า นิวตัน ได้มาจากชื่อของนักวิทยาศาสตร์ผู้มีชื่อเสียง คือ เซอร์ไอแซค นิวตัน เขาศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของแรงและการเคลื่อนที่ และได้ตั้งกฎแห่งการเคลื่อนที่ดังมีรายละเอียด ดังนี้ (ประเจียด ปฐมภาค, 2549, ตุลาคม 29)

ก) กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน “วัตถุที่อยู่นิ่งจะยังคงสภาพอยู่นิ่ง และวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ก็จะยังคงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ต่อไปจนกว่าจะมีแรงที่ไม่สมดุลมากระทำ” ชาวกรีกโบราณได้สังเกตเห็นว่า วัตถุทุกชนิดจะมีตำแหน่งหยุดนิ่งตามธรรมชาติ โดยวัตถุเหล่านี้จะพยายามเคลื่อนที่เข้าหา ตำแหน่งนี้เช่น ก้อนหินตกลงสู่พื้น ควันลอยขึ้นสู่อากาศ เมื่อใดที่วัตถุอยู่นิ่ง ตำแหน่งหยุดนิ่ง ตามธรรมชาติแล้ววัตถุจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยตัวมันเอง และการที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จะต้องมีแรงมากระทำ ความเฉื่อย ในคริสต์ศตวรรษที่ 16 นักดาราศาสตร์ชาวอิตาลี ชื่อ กาลิเลโอ กาลิเลโอ ได้ตั้งข้อสงสัยกับแนวความคิดที่ว่า ถ้าต้องการให้วัตถุคงสภาพการเคลื่อนที่ต่อไปจะต้องมีแรงกระทำกับวัตถุ เขาจึงได้เสนอแนวคิดใหม่ว่า เมื่อวัตถุเคลื่อนที่แล้ว ไม่จำเป็นจะต้องมีแรงดึงหรือแรงผลักเพื่อให้วัตถุนั้นคงสภาพการเคลื่อนที่ต่อไปแต่ถ้าเราต้องการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเราจำเป็นจะต้องออกแรงกระทำกับวัตถุนั้น แต่ไม่ว่าวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่หรืออยู่นิ่งเมื่อใดมี แรงมากระทำ วัตถุทุกชนิดจะพยายามต่อต้าน การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ เราเรียกการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ว่าความเฉื่อย (inertia) ความเฉื่อยจึงเป็นแนวโน้มที่วัตถุต่อต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่แนวคิดของกาลิเลโอนี้เป็นแนวทางให้กับแนวคิดของนักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษผู้หนึ่งคือ เซอร์ ไอแซค นิวตัน ในปลายคริสต์ศตวรรษที่ 16 นิวตันได้ค้นพบกฎพื้นฐานสามข้อที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ โดยกฎข้อที่หนึ่งนั้นมาจากแนวคิดของกาลิเลโอ เรามักเรียกกฎข้อนี้ว่าเป็น กฎของความเฉื่อย (law of inertia) เหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันสามารถอธิบายได้ด้วยแนวคิดความเฉื่อย ตัวอย่างเช่น ถ้านักเรียนนั่งอยู่ในรถยนต์ที่หยุดอย่างกะทันหัน ความเฉื่อยจะทำให้ตัวนักเรียนยังคงเคลื่อนที่ต่อไปข้างหน้า ดังนั้นนักเรียนจึงต้องการแรงมาช่วยทำให้นักเรียนหยุดการเคลื่อนที่ได้ซึ่งแรงนั้นมาจากเข็มขัดนิรภัย แต่ในกรณีที่นักเรียนไม่ได้คาดเข็มขัดนิรภัย แรงนั้นอาจจะมาจากกระจกหน้า รถยนต์ก็ได้ มวล ระหว่างขวดที่เต็มไปด้วยเหรียญ และขวดที่เต็มไปด้วยเม็ดโฟม นักเรียนจะเลื่อนขวดใดได้ยากกว่ากันแน่นอนว่านักเรียนจะเลื่อนขวดที่ใส่เหรียญได้ยากกว่า ความแตกต่างระหว่างขวดทั้งสองนี้คืออะไร ขวดทั้งสองมีขนาด

บรรจุก่อนหรือมีปริมาตรเท่ากัน แต่จุดทั้งสองแตกต่างกันที่มวลของแต่ละขวด มวล (mass) คือ ปริมาณของสสารที่อยู่ในวัตถุ วัตถุที่ใส่เหรียญจะมีมวลมากกว่าวัตถุที่ใส่โฟม หน่วย SI ของมวล คือ กิโลกรัม (kg) รถยนต์ขนาดเล็ก อาจมีมวลประมาณ 1,000 กิโลกรัม รถจักรยานอาจมีมวล ประมาณ 10 กิโลกรัม และตัวนักเรียนเองอาจมีมวลประมาณ 45 กิโลกรัม นักเรียนจะใช้ หน่วยกรัม (1 กิโลกรัม = 1,000 กรัม) ในการบอกมวลของวัตถุ ที่มีขนาดเล็กเช่น เหรียญ 1 เหรียญ มี มวลประมาณ 5 กรัม ความเฉื่อยของวัตถุขึ้นกับมวลของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะมีความเฉื่อยมาก ดังนั้น มวลจึงถูกให้นิยามได้ว่าเป็นปริมาณที่ใช้วัดความเฉื่อยของวัตถุ

ข) กฎข้อที่สองของนิวตันเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง มวล และความเร่ง “แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างความเร่งและมวลของวัตถุนั้น” ความสัมพันธ์ระหว่าง แรง มวล และ ความเร่ง สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{แรง} = \text{มวล} \times \text{ความเร่ง}$$

เราเรียกสมการนี้ว่ากฎข้อที่สองนิวตันเช่นเดียวกับในทุกสมการ นักเรียนจะต้องให้ความสำคัญกับหน่วย ของปริมาณที่นักเรียนวัด เมื่อหน่วยของความเร่งคือ เมตรต่อวินาทีกำลังสอง m/s^2 และมวลมีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg) ดังนั้นแรงจึงมีหน่วยเป็น กิโลกรัม x เมตรต่อวินาทีต่อวินาที ($\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$) หรือเรียกหน่วยนี้ ว่า นิวตัน (N) เพื่อเป็นเกียรติแก่ ไอแซค นิวตัน 1 นิวตัน มีค่าเท่ากับแรงที่ใช้เพื่อทำให้วัตถุ มวล 1 กิโลกรัม มีความเร่งเท่ากับ 1 เมตรต่อวินาทีต่อวินาที

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$$

สมมติว่านักเรียนมีมวล 50 กิโลกรัม และเดินด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที.วินาที นักเรียนสามารถหาแรง ที่ใช้ได้โดยการแทนค่ามวลและความเร่งลงในสมการ

$$\begin{aligned} \text{แรง} &= \text{มวล} \times \text{ความเร่ง} \\ \text{นั่นคือ} \quad \text{แรง} &= 50 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2 \\ \text{แรง} &= 50 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2 \\ &= 50 \text{ N} \end{aligned}$$

บางครั้งนักเรียนอาจจำเป็นต้องเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร่ง แรง และ มวลในรูปแบบอื่น เช่น

$$\text{ความเร่ง} = \text{แรง} / \text{มวล}$$

สมการนี้ได้มาจากการจัดกฎข้อที่สองของนิวตันในรูปแบบใหม่การเปลี่ยนแรงและการเปลี่ยน มวลนักเรียนพิจารณาสมการของความเร่งที่ว่า $\text{ความเร่ง} = \text{แรง} / \text{มวล}$ นักเรียนจะมีวิธีการเพิ่มความเร่งของวัตถุได้อย่างไร วิธีหนึ่งที่จะเพิ่มความเร่งได้ก็คือการเปลี่ยนแรงจากสมการ ความเร่ง และแรงมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน การออกแรงมากขึ้น จะทำให้ความเร่งมีค่ามากขึ้นตาม ดังนั้นเพื่อที่จะให้วัตถุมีความเร่งมากขึ้น นักเรียนจะต้องออกแรงดึงให้มากขึ้น อีกวิธีหนึ่งที่จะเพิ่มความเร่งก็คือการเปลี่ยนมวล จากสมการนักเรียนจะเห็นว่า ความเร่งและมวลมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงข้ามกันซึ่งหมายความว่า การเพิ่มมวลจะทำให้ความเร่งลดลง การลดมวลจะทำให้ความเร่งเพิ่มขึ้น ดังนั้น ถ้านักเรียนต้องการที่จะเพิ่มความเร่ง นักเรียนจะต้องลดมวลของวัตถุนั้น

ค) กฎข้อที่สามของนิวตัน นิวตันอธิบายว่า เราไม่ได้ออกแรงกระทำต่อวัตถุเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น เมื่อวัตถุหนึ่งออกแรง กระทำกับอีกวัตถุหนึ่ง วัตถุที่สองก็จะออกแรงกระทำกลับไปยังวัตถุแรก โดยที่แรงกระทำกลับนี้จะมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงแรก ซึ่งนิวตันเรียกแรงทั้งสองนี้ว่าเป็นแรงกิริยา (action) และ แรงปฏิกิริยา (reaction) กฎข้อที่สามของนิวตันได้กล่าวไว้ว่า “ถ้าวัตถุหนึ่งออกแรงกระทำกับ อีกวัตถุหนึ่ง วัตถุที่ถูกกระทำจะออกแรงที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามกระทำกลับ ต่อวัตถุแรกเท่ากันแต่ตรงกันข้าม” นักเรียนอาจคุ้นเคยกับตัวอย่างกฎข้อที่สามของนิวตันมาบ้าง นักเรียนอาจเคยเล่นสเกตและเห็นว่าเมื่อนักสเกตคนหนึ่งผลัก นักสเกตอีกคนหนึ่งส่งผลให้ไม่ใช่คนที่โดนผลักเท่านั้นที่เคลื่อนที่ แต่ทั้งสองคนมีการเคลื่อนที่ มวลของนักสเกตแต่ละคน ถ้าทั้งสองคนมีมวลเท่ากัน ทั้งสองคนก็จะมีอัตราเร็วเท่ากัน แต่ถ้าคนหนึ่งมีมวลมากกว่า คนๆ นั้นก็จะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าคนที่มมีมวลน้อยกว่า เพราะถึงแม้ว่าแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะมีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงกันข้าม แต่จากกฎข้อที่สองของนิวตัน เมื่อแรงเท่ากัน กระทำกับมวลที่มากกว่าก็จะทำให้มวลนั้นมีความเร่งน้อยกว่าแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา กฎข้อที่สามของนิวตันเกิดอยู่ตลอดเวลารอบตัวนักเรียน เวล่านักเรียนเดิน นักเรียนดันพื้นด้วยเท้า ดังนั้นพื้นก็ดันเท้าของนักเรียนกลับด้วยแรงที่เท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้าม ซึ่งทำให้นักเรียนเดินไปข้างหน้า นกบินไปข้างหน้าได้ด้วยปีกของมันออกแรงกระทำต่ออากาศแล้วอากาศก็ผลักปีกของนกกลับด้วยแรงที่เท่ากัน ทำให้นักบินไปข้างหน้าได้ แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาหักล้างกันหรือไม่ ในเรื่องแรงนักเรียนรู้ว่าแรงสมดุลคือ แรงที่เท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม เมื่อนำมารวมกันจะได้แรงลัพธ์เป็นศูนย์ คือ แรงหักล้างกัน ทำให้วัตถุไม่เปลี่ยนการเคลื่อนที่ ดังนั้นเหตุใดแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

ในกฎข้อที่สามของนิวตันจึงไม่หักล้างกัน เมื่อแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงกันข้าม กฎข้อที่สามของนิวตันกล่าวถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุสองชิ้นที่ต่างกัน ตัวอย่างเช่น นักเรียนนั่งบนเก้าอี้ที่มีล้อเลื่อนแล้วใช้มือออกแรงกิริยาผลักกำแพง กำแพงก็จะออกแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศตรงข้ามกลับทำให้เกิดการเคลื่อนที่ถอยหลัง แรงแรกนั้นกระทำต่อกำแพงแต่แรงหลังนั้นกระทำต่อตัวนักเรียน ดังนั้นแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจึงไม่สามารถรวมกันได้เพราะแรงแต่ละแรงกระทำกับวัตถุที่ต่างกัน แรงจะสามารถรวมกันได้ก็ต่อเมื่อมันกระทำต่อวัตถุเดียวกันเท่านั้น

3.2.2 ชนิดของแรง

แรงในธรรมชาติมีหลายชนิดที่นักเรียนรู้จักและคุ้นเคย เช่น แรงกล แรงผลักร หรือแรงดึง แรงโน้มถ่วงของโลก ในทางฟิสิกส์ได้แบ่งประเภทของแรงออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

ก) แรงดึงดูดระหว่างมวล (gravitational force or gravity)

มวลสารที่อยู่ใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน เรียกว่า แรงดึงดูดระหว่างมวล ตัวอย่างของผลของแรงดึงดูดระหว่างมวล คือ แรงที่โลกดึงดูดวัตถุเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก หรือที่เรียกว่า แรงโน้มถ่วง

ข) แรงแม่เหล็ก (magnetic force)

แรงแม่เหล็กเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างขั้วแม่เหล็กที่อยู่ห่างกันในระยะไม่ไกลมาก โดยจะเป็นแรงกระทำซึ่งกันและกัน เช่นการดูดและการผลัก อำนาจแม่เหล็กของแม่เหล็กแท่งนั้นแรงที่สุดที่ตรงปลายทั้งสองข้างเรียกว่า ขั้วแม่เหล็ก ขั้วนี้มีชื่อเรียกว่า ขั้วเหนือ และขั้วใต้ ถ้าวางแม่เหล็กขั้วเดียวกันเข้าหากันแม่เหล็กจะออกแรงผลักกัน แต่ถ้าวางขั้วแม่เหล็กเข้าหากัน แม่เหล็กจะออกแรงดูดกัน

ค) แรงไฟฟ้า (electric force)

แรงไฟฟ้า เกิดจากประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวก (+) และประจุลบ (-) ประจุไฟฟ้าจะออกแรงกระทำซึ่งกันและกัน ถ้าเป็นประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน แรงไฟฟ้าจะเป็นแรงผลักร เช่น ประจุบวกกับประจุลบ หรือประจุลบกับประจุลบ ประจุไฟฟ้าจะออกแรงผลักรซึ่งกันและกัน และถ้าเป็นประจุต่างชนิดกัน แรงไฟฟ้าจะเป็นแรงดูด เช่น ประจุบวกกับประจุลบ ประจุไฟฟ้าจะออกแรงดูดซึ่งกันและกัน

ง) แรงนิวเคลียร์ (nuclear force)

แรงนิวเคลียร์เป็นแรงที่ยึดเหนี่ยวอนุภาคภายในนิวเคลียสของอะตอมให้อยู่ร่วมกัน ซึ่งเป็นแรงที่มีค่ามากมหาศาล ลักษณะสำคัญของแรงนิวเคลียร์นั้น เป็นแรงที่เกิดขึ้นในระยะสั้น ซึ่งอยู่ในระยะประมาณ 10^{-15} เมตร และจะมีค่าน้อยลงที่ระยะห่างออกไป

3.2.3 แรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน (frictional force or friction) เป็นแรงที่กระทำด้านการเคลื่อนที่ของผิววัตถุ 2 ชนิด ที่แตะกัน เกิดขึ้นจากแรงระหว่างโมเลกุลของผิวทั้งสอง แรงเสียดทานมี 2 ชนิด คือ แรงเสียดทานสถิต และแรงเสียดทานจลน์

ก) แรงเสียดทานสถิต (static frictional force) เป็นแรงเสียดทานระหว่างผิวทั้งสองของวัตถุที่สัมผัสกัน เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกระทำกับวัตถุหนึ่งแต่ยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่บนอีกผิวหนึ่ง

ข) แรงเสียดทานจลน์ (dynamic frictional force or sliding frictional force) เป็นแรงเสียดทานเมื่อผิวหนึ่งเคลื่อนที่บนอีกผิวหนึ่งที่อัตราเร็วคงตัว แรงเสียดทานจลน์มีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตเล็กน้อย แรงเสียดทานไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุที่สัมผัสกับพื้น ดังตัวอย่างเช่น การออกแรงคั้นหนังสือ จะพบว่าแรงเสียดทานไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดกว้างยาวของหนังสือส่วนที่สัมผัสกับโต๊ะ แต่ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของหนังสือ และขึ้นอยู่กับความเรียบของพื้น โต๊ะที่สัมผัสกับหนังสือ ถ้าผิวเรียบแรงเสียดทานจะน้อย ถ้าผิวขรุขระแรงเสียดทานจะมาก ดังนั้น

ขนาดของแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ

- 1) แรงในแนวตั้งฉากที่กดตรงผิวที่สัมผัสกัน ซึ่งก็คือ น้ำหนักของวัตถุนั้นเอง
- 2) ชนิดของผิวสัมผัส ขึ้นอยู่กับความเรียบและความขรุขระของผิวสัมผัส เช่น เราต้องออกแรงถึง 3 เท่า ในการผลักวัตถุชนิดเดียวกันขนาดเท่ากันไปบนพื้นไม้ เมื่อเทียบกับการผลักไปบนพื้นเหล็กเรียบ

3.2.4 การใช้ประโยชน์จากการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

ยูพา วรยศ และคนอื่นๆ (2544, หน้า 142) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเพิ่มและลดแรงเสียดทานไว้ดังต่อไปนี้

ประโยชน์ของการเพิ่มแรงเสียดทาน

- 1) ยางรถยนต์โดยทั่วไปจะมีลวดลาย เรียกว่า ดอกยาง เป็นร่องแฉกๆ และคดหยักเป็นรูปฟันปลาเพื่อช่วยให้ยางรถยนต์เกาะถนนได้ดีขึ้น ขณะที่รถแล่นไปบนพื้นถนนที่เปียก แต่ถ้าต้องการให้รถยนต์วิ่งเร็วขึ้นบนพื้นถนนที่แห้ง ยางรถยนต์ก็ไม่ต้องมีดอกยาง เช่น ยางรถแข่ง เป็นต้น
- 2) การทำให้พื้นมีความขรุขระ เพราะจะทำให้การเดินและทรงตัวดีกว่าพื้นเรียบและขัดมัน ซึ่งถ้าพื้นไม่มีแรงเสียดทานเลยเราจะเดินไม่ได้
- 3) พื้นรองเท้าผลิตโดยใช้วัสดุที่เพิ่มแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับรองเท้า เพื่อการทรงตัวและเคลื่อนไหวได้สะดวกขึ้น

ประโยชน์ของการลดแรงเสียดทาน

1) ข้อต่อกระดูกของคนเราจะเสียดสีกันตลอดเวลาขณะเราทำงาน การลดการเสียดสีของร่างกาย คือ มีสารหล่อลื่นได้แก่ น้ำหล่อสมองไขสันหลัง

2) ลูกสูบและกระบอกสูบของเครื่องจักรกล จะเสียดสีกันตลอดเวลา จึงต้องใช้สารที่ทำหน้าที่ช่วยลดการเสียดสี เช่น น้ำมันเครื่อง ถึงแม้จะไร้สารหล่อลื่น ก็ยังมีการสูญเสียพลังงานไปกับแรงเสียดทานประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์

3) การผลิตสารฉาบบนภาชนะ เพื่อให้เกิดความลื่นสารนี้คือ พีทีเอฟอี (PTFE = Poly tetrafluoro Ethylene) มีชื่อทางการค้าว่า เทฟลอน ใช้กับกระทะ ภาชนะ หม้อหุงข้าว ปัจจุบันมีการนำไปใช้กับเครื่องยนต์ ยานพาหนะ ที่ไม่ต้องทำการอัดฉีดด้วยสารหล่อลื่น

3.2.5 การหาแรงลัพธ์ แรงลัพธ์ (R) คือ ผลรวมของแรงย่อยที่กระทำกับวัตถุ แรงย่อยที่กระทำกับวัตถุอาจจะมีหลายแรง การหาแรงลัพธ์ของแรงย่อย ใช้การเขียนเวกเตอร์แทนแรง โดยความยาวของเวกเตอร์ต้องมีมาตราส่วนที่แสดงถึงขนาดของแรงด้วย เมื่อเอาเวกเตอร์ของแรงย่อยมาเรียงต่อกันตามขนาดและทิศทางก็จะได้แรงลัพธ์ที่มีขนาดของแรงเป็นหน่วยเดียวกัน วิธีการหาแรงลัพธ์ (พิมพันธ์ เคชะคุปต์, และคนอื่นๆ, 2544, หน้า 92) ในที่นี้จะกล่าวถึงการรวมแรงย่อย 2 วิธี คือ

1) เมื่อแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางเดียวกัน ขนาดของแรงลัพธ์จะได้จากการนำขนาดของแรงย่อยๆต่างๆ มารวมกัน และทิศทางของแรงลัพธ์จะไปในทิศทางเดียวกันกับแรงย่อยที่นำมาวมกัน และวัตถุจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันกับแรงลัพธ์

2) เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางตรงข้ามกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลต่างของขนาดของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุ และมีทิศทางไปทางเดียวกันกับแรงที่มีขนาดมากกว่า

3.3 โมเมนต์

3.3.1 ความหมายของโมเมนต์ โมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก (torque) เป็นผลของแรงที่ทำให้เกิดการหมุนรอบจุดหมุนเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่หาได้จาก ผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางที่ตั้งฉากจากจุดหมุนมาถึงแนวที่แรงกระทำ (อุพา วรยศ, และคนอื่นๆ, 2544, หน้า 149)

โมเมนต์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

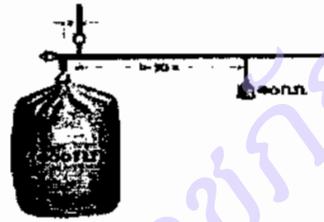
- 1) โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเกิดจากแรงที่หมุนรอบจุดหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา
- 2) โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเกิดจากแรงที่หมุนรอบจุดหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา

3.3.2 การนำหลักการของ โมเมนต์ไปใช้ประโยชน์ความรู้เกี่ยวกับ โมเมนต์ของแรง สมดุลของการหมุน และโมเมนต์ของแรงคู่ควบถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆมากมายโดยเฉพาะ การประดิษฐ์เครื่องผ่อนแรงชนิดต่างๆ คาน เป็นวัตถุแข็ง ใช้คัต - ังคัตดูให้เคลื่อนที่รอบจุดๆ หนึ่ง

ทำงาน โดยใช้หลักของโมเมนต์นักวิทยาศาสตร์ใช้หลักการของโมเมนต์มาประดิษฐ์คานผู้รู้จักใช้คานให้เป็นประโยชน์คนแรกคือ อาร์คิมิดีส ซึ่งเป็นนักปราชญ์กรีกโบราณ เขากล่าวว่า “ถ้าฉันมีจุดค้ำและคานงัดที่ต้องการได้ละก็ ฉันจะงัดโลกให้ลอยขึ้น” (พนอ วรรณศิริ, 2549, ตุลาคม 31)

คานคิด คานงัด แบ่งออกได้ 3 ระดับ ดังนี้

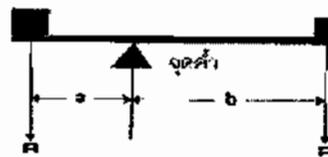
1) คานอันดับ 1 จุดหมุน (F) อยู่ในระหว่าง แรงต้านของวัตถุ (W) กับ แรงพยายาม (E) ได้แก่ ฆะแลง คีมตัดลวด กรรไกรตัดผ้า ดาชั่งจีน ค้อนถอนตะปู ไม้กระดก ฯลฯ



ภาพ 2 คานอันดับ 1

ที่มา : (พนอ วรรณศิริ, 2549, ตุลาคม 31)

2) คานอันดับ 2 แรงต้านของวัตถุ (W) อยู่ระหว่าง จุดหมุน (F) กับแรงพยายาม (E) ได้แก่ เครื่องตัดกระดาษ เครื่องกระแทกเม็คมะม่วงหิมพานต์ รถเข็นดิน อุปกรณ์หนีบก๊วย ที่เปิดขวดน้ำอัดลม



ภาพ 3 คานอันดับ 2

ที่มา : (พนอ วรรณศิริ, 2549, ตุลาคม 31)

3) คานอันดับ 3 แรงพยายาม (E) อยู่ในระหว่าง จุดหมุน (F) กับ แรงพยายามของวัตถุ (W) ได้แก่ คันเบ็ด แขนมนุษย์ แหนบ พลั่ว ตะเกียบ ช้อน ฯลฯ



ภาพ 4 คานอันดับ 3

ที่มา : (พนอ วรรณศิริ, 2549, ตุลาคม 31)

ในกรณีของคานอันดับ 1 และคานอันดับที่ 2 ออกแรงน้อย ๆ (แรงพยายาม) ใช้สำหรับเอาชนะแรงต้านทาน / น้ำหนักมาก ๆ ดังนั้นในกรณีคานอันดับ 3 ต้องออกแรงมาก ๆ ใช้เคลื่อนที่น้ำหนักน้อย ๆ นอกจากนั้นยังใช้ประโยชน์สำหรับเคลื่อนสิ่งของขนาดใหญ่ ๆ คานลักษณะนี้ใช้เพิ่มการเคลื่อนที่

3.4 การเคลื่อนที่แบบต่างๆ

การเคลื่อนที่ คือ การที่วัตถุย้ายตำแหน่งจากที่เดิมไปอยู่ที่ตำแหน่งใหม่ ปริมาณที่ใช้บอกขนาดของการเคลื่อนที่ของวัตถุ คือระยะทางและการกระจัด (โฆสิต สิงหสุต, 2549, พฤศจิกายน 1)

3.4.1 การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ

คือการเคลื่อนที่ของวัตถุไปในทิศทางที่ขนานกับพื้นโลก ซึ่งมีทั้งปริมาณเวกเตอร์ได้แก่ การกระจัด หรือการย้ายตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่ง ส่วนปริมาณสเกลาร์ ได้แก่ เวลา

ระยะทาง คือ ความยาวที่วัดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ จัดเป็นปริมาณสเกลาร์

การกระจัด คือ ระยะที่วัดจากจุดตั้งต้นของการเคลื่อนที่ ตรงไปยังตำแหน่งที่วัตถุอยู่ในขณะนั้น โดยไม่สนใจว่าวัตถุจะมีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร จัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ในขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ ได้ระยะทางและการกระจัดในเวลาเดียวกัน และต้องใช้เวลาในการเคลื่อนที่ จึงทำให้เกิดปริมาณสัมพันธ์ขึ้น ปริมาณดังกล่าวคือ

1) อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จัดเป็นปริมาณสเกลาร์ หน่วยในระบบเอสไอ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

2) ความเร็ว คือ ขนาดของการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ใช้หน่วยเดียวกับอัตราเร็ว

สมการแสดงความสัมพันธ์ของอัตราเร็วระยะทางและเวลาเป็นดังนี้

ให้ V เป็นค่าอัตราเร็วหรือความเร็ว

S เป็นระยะทางหรือการกระจัด

t เป็นเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

$$\text{สมการคือ } V = S/t$$

อัตราเร็วและความเร็ว เป็นปริมาณที่แสดงให้ทราบลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าในหลายๆ หน่วยเวลาของการเคลื่อนที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความยาวของอัตราเร็ว หรือ ความเร็วเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ เรียกว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอหรืออัตราเร็วคงที่ ถ้าพิจารณาแล้วพบว่าในแต่ละหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วหรือความเร็วที่แตกต่างกัน กล่าวหาว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่ง หรือ ความเร่ง ในกรณีนี้การหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็ว หาได้สองลักษณะคือ

1) อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง หรือความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง เป็นการหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ ช่วงใดช่วงหนึ่งของการเคลื่อนที่

2) อัตราเร็วเฉลี่ย หรือความเร็วเฉลี่ย เป็นการหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็วหลังจากมีการเคลื่อนที่โดยคำนวณหาจากการเฉลี่ยระยะทางทั้งหมดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่ หรือการเฉลี่ยการกระจัดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา

ข้อสังเกต วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ค่าอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง กับค่าอัตราเร็วเฉลี่ยมีค่าเท่ากัน

กรณีที่วัตถุเคลื่อนที่อัตราเร็วที่ไม่สม่ำเสมอ หรือความเร็วไม่สม่ำเสมอ วัตถุมีค่าความเร่ง ความหมายของอัตราเร่งหรือความเร่งคือ อัตราเร็วหรือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลาที่วัตถุมีการเคลื่อนที่

การคำนวณหาค่าอัตราเร่ง หาได้โดยหาอัตราเร็วที่เปลี่ยนไปโดยใช้อัตราเร็วสุดท้ายของการเคลื่อนที่ลบด้วยอัตราเร็วเริ่มต้นของการเคลื่อนที่หารด้วยเวลาที่ใช้เปลี่ยนค่าอัตราเร็ว นั้น เช่น

กำหนดให้ u เป็นอัตราเร็วเริ่มต้นของการเคลื่อนที่

v เป็นอัตราเร็วสุดท้ายของการเคลื่อนที่

t_1 เป็นเวลาขณะเริ่มต้นการเคลื่อนที่

t_2 เป็นเวลาในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนที่

a เป็นค่าอัตราเร่งของการเคลื่อนที่

$$\text{สมการแสดงความสัมพันธ์ คือ } a = \frac{v - u}{t_2 - t_1}$$

$$\text{หรือ } a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

ถ้า Δv คือความเร็วที่เปลี่ยนไป และ Δt คือ ช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนค่าอัตราเร็ว สำหรับสูตรในการคำนวณหาค่าความเร่ง ใช้สูตรเดียวกัน เพียงแต่ค่าความเร็วที่เปลี่ยนไป เป็นปริมาณสเกลาร์

3.4.2 การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ

การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ เป็นการเคลื่อนที่ ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่จะมีปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่สองแนวพร้อมกันคือ แนวราบและแนวตั้ง ซึ่งเราจะศึกษาการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ 2 แบบ คือ

1) การเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้ง เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นโค้งเนื่องจากมีแรงมากระทำกับวัตถุในแนวราบทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนวราบ ขณะเดียวกันวัตถุนั้น ถูกแรงดึงดูดของโลกมากระทำในแนวตั้ง ทำให้วัตถุตกในแนววิถีโค้ง

2) การเคลื่อนที่แบบวงกลม เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ เช่น เมื่อนำเชือกผูกกับวัตถุแล้วเหวี่ยงเป็นวงกลม จะพบว่า ขณะที่เหวี่ยงวัตถุนั้น เชือกที่ผูกติดกับวัตถุจะขึงตึงตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะ เราออกแรงดึงเชือกและเชือกก็ออกแรงดึงวัตถุ แรงที่เกิดขึ้นในเส้นเชือกนี้ เรียกว่า แรงดึงเชือก (T) และทิศทางของแรงดึงเชือกที่กระทำต่อวัตถุ จะมีทิศพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ และทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม

ชุดการเรียนรู้ (instructional package)

1. ความหมายของชุดการเรียนรู้

มีผู้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้ บางคนเรียกชุดการเรียนรู้ บางคนเรียกชุดการสอน และบางคนเรียกชุดการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ความหมาย ชุดการเรียนรู้ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า "instructional package" เป็นสื่อประสมประเภทหนึ่ง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนแม้ชุดการเรียนรู้จะเป็นเรื่องที่ค่อนข้างใหม่สำหรับบางคน แต่นักการศึกษาไทย ได้มีแนวคิดการทำชุดการเรียนรู้มาเป็นเวลานานแล้ว แม้จะยังไม่มีคำว่า "ชุดการเรียนรู้" ขึ้นมาก็ตาม ชุดการเรียนรู้เป็นสื่อประสมที่ได้จากระบบการผลิตและการนำสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549, กุมภาพันธ์ 17) บุญเกื้อ ควรรหาเวช (2530, ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้อธิบายว่า ชุดการเรียนรู้มาจากคำว่า instructional package หรือ learning Package เดิมทีเดียว มักใช้คำว่า "ชุดการสอน" เพราะ

เป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวความคิดในการยึดเด็กเป็นศูนย์กลางในการเรียนได้เข้ามามีอิทธิพลมากขึ้น การเรียนรู้ที่ดีควรจะให้ผู้เรียนได้เรียนเอง จึงมีผู้นิยมเรียก “ชุดการสอน” เป็น “ชุดการเรียนรู้” กันมากขึ้น บางคนเรียกรวมกันว่า “ชุดการเรียนการสอน” ก็มี สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2533, ไม่ปรากฏเลขหน้า) อธิบายว่าชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง มีลักษณะเป็นสื่อประสม ซึ่งครูนำมาใช้เป็นเครื่องชี้แนวทาง และเครื่องมือในการสอน หรือผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองหรือทั้งผู้เรียนและผู้สอนใช้ร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นตามจุดหมายในการเรียนการสอนที่ตั้งไว้เนื้อหาวิชา หนึ่งๆ ภูพ เลาท ไพบูลย์ (2540, ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้ ว่าชุดการเรียนการสอน (instructional package) เป็นการจัดโปรแกรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อหลายชนิดร่วมกัน หรือใช้ระบบสื่อประสมเพื่อสนองจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งและให้เกิดความสะดวกต่อการใช้ในการเรียนการสอน

สรุปความหมายชุดการเรียนรู้ ก็คือ สื่อประสมที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้สำหรับการศึกษาดด้วยตนเองหรือสำหรับครูที่ใช้ประกอบการสอน เพื่อให้กระบวนการจัดการเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2 ความสำคัญของชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้ ไม่ว่าจะ เป็นชุดการเรียนรู้ประเภทใด ย่อมมีคุณค่าต่อการเพิ่มคุณภาพในการเรียนการสอน หากได้มีระบบการผลิตที่มีการทดสอบวิจัยแล้วด้วยกันทั้งนั้น คุณค่าของชุดการเรียนรู้ มักจะสรุปได้ ดังนี้

2.1 ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหา และประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องกล อวัยวะในร่างกาย การเติบโตของสัตว์ ชั้นต่ำ ฯลฯ ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้

2.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และการมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ช่วยเร้าความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการเรียนรู้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม

2.3 ช่วยสร้างความพร้อม และมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการเรียนรู้ผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถหยิบไปใช้ได้ทันทีโดยเฉพาะผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

2.4 ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลาไม่ว่าอาจารย์ผู้สอนจะมีสภาพหรือมีความขัดข้องทางอารมณ์ มากนักเพียงใด

2.5 ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน เนื่องจากชุดการเรียนรู้ทำหน้าที่ถ่ายทอด ความรู้แทนครู แม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากชุดการเรียนรู้ที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว

2.6 ในกรณีครูติดภารกิจไม่สามารถมาสอนได้ ครูคนอื่นก็สามารถสอนแทน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ เพราะเมื่อเนื้อหาวิชาอยู่ในชุดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้วครูผู้สอนแทนก็ไม่ต้องเตรียมตัวอะไรมากนัก (ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549, กุมภาพันธ์ 17).

3. แนวคิดเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้

แนวคิดที่จะนำไปสู่การผลิตชุดการเรียนรู้มีหลายแนวคิด ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520, ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้กล่าวถึงแนวคิดที่เป็นแนวทางในการผลิตชุดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

แนวคิดแรก คือ การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ มนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกันในด้าน ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม และความแตกต่างปลีกย่อยอื่นๆ ดังนั้น ในการนำเอาหลักความแตกต่างเหล่านี้มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล วิธีการที่เหมาะสมที่สุด คือ การจัดการสอนรายบุคคลหรือการศึกษาตามเอกัตภาพและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญา ความสามารถ และความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม ปัจจุบันได้มีการทดลองและวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับการสอนรายบุคคลอย่างกว้างขวางในทุกระดับการศึกษา จนเป็นที่ยอมรับว่าการสอนวิธีนี้กำลังจะก้าวหน้าไกลออกไป โดยมีเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ๆ เป็นเครื่องมือช่วยในการสอนรายบุคคลดำเนินไปตามจุดหมายปลายทาง

แนวคิดที่สองคือ ความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิมที่เคยยึด "ครู" เป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ การนำสื่อการสอนมาใช้จะต้องจัดให้ตรงเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่างๆ โดยนิยมจัดในรูปของชุดการเรียนรู้ การเรียนด้วยวิธีนี้ ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด ส่วนอีกสองในสาม ผู้เรียนจะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ในรูปของชุดการเรียนรู้ และที่ผู้สอนชี้แหล่งและชี้ทางให้

แนวคิดที่สามคือ การใช้โสตทัศนูปกรณ์ได้เปลี่ยนและขยายตัวออกไปเป็นสื่อการสอนซึ่งคลุมถึงการนำสิ่งสิ่งเปลี่ยน (วัสดุ) เครื่องมือต่าง ๆ (อุปกรณ์) และกระบวนการอันได้แก่ การสาธิตทดลองและ

กิจกรรมต่างๆแต่เดิมนั้นการผลิตและการใช้สื่อการสอนมักออกมาในรูปแบบต่างคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้ เป็นสื่อเดียวกันได้มีการจัดระบบการใช้สื่อหลายอย่างบูรณาการให้เหมาะสมและใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียน แทนการให้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนตลอดเวลา แนวโน้มใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอน แบบประสมให้เป็นชุดการเรียนรู้ อันจะมีผลต่อการใช้ของครู คือเปลี่ยนจากการใช้สื่อ "เพื่อช่วยครูสอน" คือครูเป็นผู้หยิบใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาเป็นการใช้สื่อการสอน "เพื่อช่วยนักเรียนเรียน" คือให้นักเรียนได้หยิบฉวยและใช้สื่อการสอนต่างๆ ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยอยู่ในรูปของชุดการเรียนรู้

แนวคิดที่สี่คือ ปฏิบัติสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และ นักเรียนกับสภาพแวดล้อม แต่ก่อนความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียว คือครูเป็นผู้นำและนักเรียนเป็นผู้ตามนอกจากนี้ปฏิบัติสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสภาพแวดล้อมก็มักอยู่กับเพียงซอกเล็ก และกระดานดำและแบบเรียน ครูไม่เคยพานักเรียนออกไปสู่สภาพนอกโรงเรียน การเรียนการสอนจึงจัดอยู่เพียงในห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตของ ขบวนการเรียนรู้จึงต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเปิดโอกาสให้เด็กได้ประกอบกิจกรรมร่วมกันทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ ซึ่งนำมาสู่การจัดระบบการผลิตสื่อออกมาในรูปแบบของชุดการเรียนรู้

แนวคิดสุดท้ายคือ การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ นั้น ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ มาใช้ โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึง ระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียน (1)ได้เข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (2) มีทางทราบว่าความคิดสนใจหรือการทำงานของตนถูกหรือคิดอย่างไร (3) มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้นักเรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือคิดถูก อันจะทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต และ(4) ได้ค่อยเรียนรู้ไปทีละขั้นตามความสามารถและความสนใจของนักเรียนเอง โดยไม่ต้องมีใครบังคับ การจัดสภาพการณ์ที่จะเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ตามนัยดังกล่าวข้างต้นนี้จะมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดหมายปลายทางโดยการจัดการสอนแบบ โปรแกรมในรูปแบบของกระบวนการ และใช้ชุดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำคัญ

สรุป จากแนวความคิดของนักการศึกษา พอดีสรุปแนวคิดหลักที่นำมาใช้ในการผลิตชุดการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. การเรียนที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง
3. การตระหนักกิจกรรมกลุ่มและปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ครู นักเรียน หรือปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม
4. การเรียนการสอนที่เป็นการใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อการถ่ายโยงความรู้จากธรรมชาติไปสู่ความเป็นรูปธรรม

5. การจัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศการเรียนการสอน การเสริมแรง การเรียนตามลำดับขั้น หรือยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้

4. ประเภทของชุดการเรียนรู้

จากการศึกษา พบว่า มีการแบ่งประเภทของชุดการเรียนรู้ไว้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการใช้ ซึ่งในแต่ละประเภทก็มีจุดมุ่งหมายในการใช้แตกต่างกันดังนี้

ประเภทของชุดการเรียนรู้ ชุดการเรียนรู้แบ่งตามลักษณะของกิจกรรมในชุดการเรียนรู้แล้ว มี 3 ประเภทคือ (ภาควิชาภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549, ตุลาคม 10)

4.1 ชุดการเรียนรู้แบบบรรยายหรือชุดการเรียนรู้สำหรับครู

เป็นชุดสื่อประสมที่ผลิตขึ้นมาสำหรับครูใช้ประกอบการบรรยาย โดยจะกำหนด กิจกรรมการเรียนที่ครูสามารถใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดบรรยายของครู ให้ลดน้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้นภายในชุดการเรียนรู้ จะจัดลำดับเนื้อหาและสื่อการสอนที่ครูจะใช้บรรยายในชั้นเรียนขนาดใหญ่ หรืออาจจะเป็นกลุ่มย่อยๆก็ได้ ครูผู้สอนจะมีบทบาทสำคัญในการดำเนินการใช้ชุดการเรียนรู้ประเภทนี้

4.2 ชุดการเรียนรู้แบบกิจกรรมกลุ่มหรือชุดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียน

เป็นชุดการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมการเรียนที่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียน ให้ทำกิจกรรมร่วมกัน โดยจะจัดกิจกรรมการเรียน ในรูปแบบของศูนย์การเรียน ชุดการเรียนรู้ประเภทนี้จะประกอบด้วย ชุดกิจกรรมย่อย ที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์กิจกรรมที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยการสอน การดำเนินการ กิจกรรมการเรียนผู้เรียนจะปฏิบัติตามคำสั่งชี้แจงในสื่อการสอน โดยที่ครูเป็นเพียงผู้ควบคุมดูแล และประสานให้การดำเนินการกิจกรรมสมบูรณ์ที่สุดเท่านั้น

4.3 ชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคล

เป็นชุดสื่อประสมที่จัดระบบไว้เป็นขั้นตอน ให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้น ตามความสามารถของแต่ละบุคคล และสามารถประเมินผลความก้าวหน้าของตนเองได้ ครูผู้สอน จะทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา ชุดการเรียนรู้ชนิดนี้จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพ การเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคลให้มีการพัฒนาไปได้จนสุดขีดความสามารถ โดยไม่ต้องเสียเวลา รอคอยผู้อื่น ซึ่งชุดการเรียนรู้รายบุคคลจะเป็นลักษณะเดียวกันกับบทเรียน โมดูล (instructional modules) โดยมีส่วนประกอบดังนี้

- 1) หลักการและเหตุผล
- 2) จุดประสงค์
- 3) แบบทดสอบก่อนเรียน

- 4) กิจกรรมการเรียนรู้
- 5) แบบทดสอบความรู้ด้วยตนเอง และ
- 6) แบบทดสอบหลังเรียน

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้แบ่งชุดการเรียนรู้ ตามลักษณะของการใช้ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้ประกอบการบรรยาย เป็นชุดการเรียนรู้ที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลง และให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน ชุดการเรียนรู้แบบบรรยายนี้ นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษาที่ยังถือว่า การสอนแบบบรรยายยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน

2. ชุดการเรียนรู้แบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ประกอบ กิจกรรมกลุ่ม เช่น ในการสอนแบบศูนย์การเรียนการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการเรียนรู้ตามเอกัตภาพหรือชุดการเรียนรู้รายบุคคลเป็นชุดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ความแตกต่างระหว่างบุคคลอาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน ชุดการเรียนรู้รายบุคคลอาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อย หรือ "โมดูล"

4. ชุดการเรียนรู้ทางไกล เป็นชุดการเรียนรู้ที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียนประกอบด้วย สื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา นอกจากนี้แล้วยังอาจมีชุดการฝึกอบรม ชุดการเรียนรู้ของผู้ปกครอง ชุดการเรียนรู้ทางไปรษณีย์

5. ชุดการเรียนรู้แบบสื่อประสม สื่อประสมบางที่เรียกว่า มัลติมีเดีย (multimedia) มาจากคำว่า มัลติ (multi) ซึ่งแปลว่า ความหลากหลาย และมีเดีย (media) ซึ่งแปลว่า สื่อ ดังนั้น สื่อประสมหรือมัลติมีเดีย หมายถึง การนำสื่อหลายๆ ประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วย เพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเสนอข้อมูลทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เป็นต้น ความหมายของสื่อประสมจะแตกต่างกันไปตามสมัย ซึ่งสมัยก่อน เมื่อก้าวถึงสื่อประสมจะหมายถึง การนำสื่อหลาย ๆ ประเภทมาใช้ร่วมกัน เช่น รูปภาพ เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส เทปบันทึกเสียง เป็นต้น เพื่อให้การเสนอผลงานหรือการเรียนการสอนสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่างๆ นอกเหนือจากการบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยที่ผู้ฟังหรือผู้เรียนมิได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อสื่อชิ้นนั้นโดยตรงปัจจุบันบทบาทของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ส่วน

บุคคลที่มีเพิ่มมากขึ้นในการทำงานจึงทำให้ความหมายของสื่อประสมเพิ่มขึ้นจากเดิม ความหมาย ของสื่อประสมที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันจะหมายถึง "สื่อประสมเชิงโต้ตอบ" (interactive multimedia) โดยการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อและผู้ใช้สื่อประสมสมัยนี้ จึงหมายถึง การนำอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องเล่นซีดีรอม เครื่องเสียงระบบดิจิทัล เครื่องเล่นแผ่นวีดิทัศน์ ฯลฯ มาใช้ร่วมกันเพื่อเสนอเนื้อหา ข้อมูลที่เป็นตัวอักษรภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว แบบวีดิทัศน์ และเสียงในระบบสแตริโอ โดยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต การนำเสนอเนื้อหา เป็นการให้ผู้ใช้หรือผู้เรียน มีใช้เพียงแต่นั่งดูหรือฟังข้อมูลจากสื่อที่เสนอมาเท่านั้นแต่ผู้ใช้สามารถควบคุมให้คอมพิวเตอร์ ทำงานในการตอบสนองต่อคำสั่งและให้ข้อมูลป้อนกลับในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างเต็มที่ผู้ใช้สื่อสามารถ มีปฏิสัมพันธ์ตอบสนองซึ่งกันและกันได้ทันที(ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549, กุมภาพันธ์ 17).

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบชุดการเรียนรู้เป็นลักษณะชุดการเรียนรู้สำหรับรูปแบบสื่อประสม ซึ่งประกอบด้วยสื่อหลายๆประเภท ทั้งวัสดุ อุปกรณ์ วิธีการทดลอง รวมทั้งเกม และของเล่นที่ใช้ในการประกอบการสอนสำหรับนักเรียน

5. องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้ประกอบด้วยสื่อประสมในรูปของวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปบูรณาการ โดยใช้วิธีการจัดระบบ เพื่อให้ชุดการเรียนรู้แต่ละชุด มีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์ เบ็ดเสร็จไปในตัวเอง ทว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยและเนื้อหาที่จัดระบบไว้แล้วชุดการเรียนรู้อาจ อยู่ในแฟ้มหรือกล่อง มีจำนวนเท่ากับหน่วยการสอนในแต่ละวิชาการผลิตชุดการเรียนรู้จึงต้องมีการจัดระบบที่เหมาะสม และการใช้ชุดการเรียนรู้จึงควรมีห้องจัดไว้เป็นพิเศษ เรียกว่า "ห้องเรียนรายบุคคล หรือห้องเรียนแบบโปรแกรม" ชุดการเรียนรู้จะมีลักษณะอย่างไร และประกอบด้วยสื่อประเภทใดบ้างขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ อาจใช้สื่อที่มีราคาแพง เช่น ระบบบันทึกภาพ फिल्म สไลด์ หรือสื่อราคาถูกลง เช่น วัสดุกราฟฟิก รูปภาพต่าง ๆ และใบไม้ ใบหญ้าที่จะสามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดการเรียนรู้มีผู้ให้แนวทางในการศึกษาไว้หลายท่าน ดังนี้
ชัยขงค์ พรหมวงศ์ (2526, ไม่ปรากฏเลขหน้า) จำแนกส่วนของชุดการเรียนรู้ไว้ 4 ส่วน คือ

1. คู่มือครูสำหรับผู้ใช้ชุดการเรียนรู้หรือและนักเรียนที่ต้องเรียนจากชุดการเรียนรู้
2. คำสั่งหรือการมอบงานเพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้กับนักเรียน
3. เนื้อหาสาระและสื่อ โดยจัดให้อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการได้แก่ แบบฝึกหัด รายงาน การค้นคว้า และผลของการเรียนรู้ในรูปแบบของการสอนแบบต่าง ๆ

บุญเกื้อ กวรหาเวช (2530, หน้า 45) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ว่า สามารถจำแนกได้ 4 ส่วน ด้วยกัน คือ

1. คู่มือ เป็นคู่มือสำหรับนักเรียน ภายในจะมีคำชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการเรียนรู้อย่างละเอียด อาจทำเป็นเล่ม หรือแผ่นพับก็ได้
2. กิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย คำอธิบายเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมและการสรุปทบทวน
3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการเรียนรู้ต่างๆ อาจประกอบด้วยบทเรียน โปรแกรม สไลด์ แผนภาพ วัสดุกราฟิก ฯลฯ ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการเรียนรู้ตามบัตรคำสั่งที่กำหนดไว้
4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ของตนเองก่อนและหลังเรียน แบบประเมินผลอาจเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำลงในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกที่สุด จับคู่ คูณจากการทดลองหรือการทำกิจกรรม ฯลฯ

ยูพิน พิพิธกุล, และอรพรรณ ดันบรรจง (2531, หน้า 51) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนรู้รายบุคคลไว้ว่า จะต้องอาบบทเรียนมาแบ่งเป็น หน่วยย่อยๆ แต่ละหน่วยย่อยประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. บัตรคำสั่ง จะชี้แจงรายละเอียดว่า ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร
2. บัตรกิจกรรม เป็นบัตรที่บอกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ สิ่งที่จะต้องมีในบัตรกิจกรรม คือ หัวเรื่อง ระดับชั้น สื่อการเรียนรู้การสอน กิจกรรม และเฉลยกิจกรรม
3. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาทั้งหมดที่ต้องการให้เรียน สิ่งที่จะต้องมีในบัตรเนื้อหาก็คือหัวข้อเรื่อง สูตร นิยาม ตัวอย่าง
4. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่ทำให้ผู้เรียนฝึกหัดทำหลังจากที่ได้ทำบัตรกิจกรรม และศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว ในบัตรแบบฝึกหัดนี้จะต้องทำบัตรเฉลยไว้พร้อมสิ่งที่จะต้องมีในบัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน คือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม กฎ ที่ต้องการใช้ในโจทย์แบบฝึกหัด ให้นักเรียนตั้งโจทย์เองแล้วหาคำตอบ เฉลยแบบฝึกหัด
5. บัตรทดสอบหรือบัตรปัญหา เป็นข้อทดสอบถามเนื้อหาของแต่ละหน่วยย่อย และมีเฉลยไว้พร้อม อาจทำข้อทดสอบก่อนเรียน (pretest) และข้อทดสอบหลังเรียน (posttest)

จากความเห็นของนักการศึกษาดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ จะมี 4 ส่วนที่สำคัญ ดังนี้

1. คู่มือครูหรือคู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้
2. คำสั่งหรือคำชี้แจง

3. เนื้อหาสาระบทเรียนและสื่อ

4. การประเมินผล

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1. คู่มือครู

คู่มือครูหรือคู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ครูและผู้เรียนได้ศึกษาก่อนที่จะนำชุดการเรียนรู้ไปใช้ โดยภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการเรียนรู้ต่างๆ ให้แก่ครูและผู้เรียนได้เข้าใจ เพื่อจะได้ใช้ชุดการเรียนรู้ดังกล่าวได้ถูกต้อง สมบูรณ์ และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด คู่มือครูอาจจะทำเป็นเล่มโดยมีส่วนสำคัญดังนี้

1.1 คำนำ เป็นส่วนที่ผู้ผลิตชุดการเรียนรู้ แสดงถึงความรู้สึกรู้สึกความคิดเห็นในการผลิตชุดการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้ครูผู้ใช้นักเรียนได้เห็นคุณค่าของชุดการเรียนรู้และทราบถึงประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ ที่ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงมาแล้ว

1.2 ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ ผู้ผลิตควรจะได้บอกรายละเอียดของชุดการเรียนรู้ไว้ว่า มีอะไรบ้างในชุดการเรียนรู้ นั้น ทั้งที่เป็นวัสดุ สื่อต่างๆ ที่มีเพื่อให้ผู้ใช้ได้ตรวจสอบก่อนนำไปใช้และหากชำรุด สูญหาย ก็สามารถจัดหาเพิ่มเติมได้

1.3 คำชี้แจง สำหรับครูหรือผู้ใช้ชุดการเรียนรู้ ในชุดการเรียนรู้จำเป็นจะต้องเขียนคำชี้แจงต่างๆ ให้ผู้ที่นำชุดการเรียนรู้ไปใช้ได้เข้าใจ ขั้นตอนในการใช้ชุดการเรียนรู้ นั้น เพื่อจะได้ปฏิบัติได้ถูกต้อง จึงจะทำให้การใช้ชุดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ

1.4 สิ่งที่ครูและนักเรียนต้องเตรียม เป็นการกำหนดสิ่งที่ครูผู้ใช้ชุดการเรียนรู้หรือนักเรียนจะต้องจัดหาเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนใช้ชุดการเรียนรู้ นั้น ซึ่งอาจจะเป็นวัสดุ สื่อ หรืออุปกรณ์จำเป็นจะต้องใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้ผลิตไม่สามารถจัดหาหรือบรรจุไว้ในชุดการเรียนรู้ได้ อาทิ วัสดุของจริง สิ่งของ หรืออุปกรณ์ที่ใหญ่โตหรือเล็กเกินไป เป็นต้น

1.5 บทบาทของครูและนักเรียน เป็นการเขียนคำชี้แจงให้ครูและนักเรียน ผู้ใช้ชุดการเรียนรู้ ได้เข้าใจบทบาทของตนเองในขณะที่ใช้ชุดการเรียนรู้ ได้เข้าใจบทบาทของตนเอง

1.6 การจัดชั้นเรียน และแผนผังห้องเรียน เพื่อให้การใช้ชุดการเรียนรู้เป็นไป อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ผลิตจะต้องเขียนแผนผังการจัดชั้นเรียนให้เห็นด้วย โดยเฉพาะชุดการเรียนรู้แบบกิจกรรมกลุ่ม จะต้องแสดงศูนย์กิจกรรมต่างๆ ตลอดแนวทางการเปลี่ยนศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ นั้นด้วย

1.7 แผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อผลิตชุดการเรียนรู้ จะต้องจัดทำแผนการสอนของหน่วยการเรียนรู้ต่างๆเอาไว้ให้ละเอียด เพื่อจะได้ให้ครูผู้ใช้ชุดการเรียนรู้ ได้ดำเนินการไปตามลำดับขั้นตอนที่วางเอาไว้ได้ถูกต้อง

1.8 เนื้อหาสาระของชุดการเรียนรู้ เป็นการจัดลำดับของเนื้อหาของชุดการเรียนรู้ ซึ่งอยู่ในลักษณะต่างๆ เป็นต้นว่า เอกสารเนื้อหา บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม และบัตรคำถาม แบบฝึกหัดต่างๆ ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

1.9 แบบฝึกปฏิบัติหรือแบบฝึกหัด เป็นแบบเอกสารที่จะใช้ประกอบการทำกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ สำหรับให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน และทดสอบความเข้าใจในบทเรียนนั้นๆ

1.10 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ก่อนที่จะทำกิจกรรม หรือเรียนรู้จากชุดการเรียนรู้ ควรจะให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ก่อนด้วยแบบทดสอบ เพื่อจะได้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนมากน้อยเพียงใดก่อน แล้วจึงให้ปฏิบัติกิจกรรมจากชุดการเรียนรู้ หลังจากนั้น จึงทำการทดสอบหลังเรียนทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงความก้าวหน้าของตนเองจากการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ นั้น อาจจะใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียนก็ได้

1.11 กระดาษคำตอบและเฉลย ในชุดการเรียนรู้ จะต้องจัดเตรียมกระดาษคำตอบไว้ให้ผู้เรียน เพื่อการทดสอบก่อนและหลังเรียน และเฉลยคำตอบ เพื่อตรวจสอบด้วยตนเอง

2. คำสั่งหรือการมอบงาน

การดำเนินกิจกรรมในชุดการเรียนการเรียนรู้ทุกชนิด จะเป็นสิ่งที่จะช่วยให้ผู้ใช้ชุดการเรียนรู้ได้ดำเนินกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามที่ชุดการเรียนรู้ได้จัดเอาไว้ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบคำสั่งแจ้งการมอบหมายงานหรือทำบัตรต่างๆ เช่น บัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และ บัตรเฉลย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.1 บัตรคำสั่ง เพื่อให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง บัตรคำสั่ง ประกอบด้วยคำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษาคำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมและการสรุปบทเรียนอาจใช้ การอภิปรายหรือตอบคำถาม บัตรคำสั่งที่ดี ต้องมีถ้อยคำกะทัดรัดเข้าใจง่าย ชัดเจน ครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนทำ ผู้เรียนจะต้องอ่านบัตรคำสั่งให้เข้าใจเสียก่อน แล้วปฏิบัติตามนั้น ไปเป็นขั้นๆ ไป

2.2 บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่ครูเขียนเนื้อหาเรื่องที่จะเรียนไว้ให้ผู้เรียน อาจเขียนเป็นความเรียงติดต่อกัน มีภาพประกอบ หรือจัดเป็นบทเรียนโปรแกรม หรืออยู่ในรูปเอกสารอื่นๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้อ่านเนื้อหานั้นๆ ด้วยตนเอง หรืออาจปรึกษาเพื่อนๆ ในกลุ่มได้ หรือเมื่อสงสัยอาจถามครูผู้สอนได้

2.3 บัตรกิจกรรม เป็นบัตรที่จะบอกให้ผู้เรียนทราบว่า จะมีและปฏิบัติกิจกรรมอะไรบ้าง และต้องทำตามขั้นตอนลำดับอย่างไร เช่น ให้ผู้เรียนวัดรูปสี่เหลี่ยม ให้วาดภาพ ระบายสี ทดลอง และบางครั้งจะมีรายชื่อวัสดุอุปกรณ์ประกอบด้วย

2.4 บัตรคำถาม เมื่อผู้เรียนได้อ่าน เรียนรู้จากบัตรเนื้อหา และทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมครบถ้วนแล้ว เพื่อเป็นการทดสอบผู้เรียนว่า จะเข้าใจกิจกรรมและเนื้อหานั้น มากน้อย

เพียงใด จะมีคำถามสำหรับเป็นแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ตอบ อาจใช้รูปแบบการเติมคำ การอธิบาย แบบกาถูก - ผิด หรือให้เลือกคำตอบ บัตรเฉลย เป็นบัตรที่บรรจุคำตอบคำถามต่างๆ ในกรอบ แบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียนได้ตรวจสอบ คำถามว่าตนเองตอบถูกหรือผิด หรือไม่อย่างไร

3. เนื้อหาสาระบทเรียนและสื่อ

โดยจัดให้อยู่ในรูปของสื่อประสม ที่มีสื่อหลายๆชนิด ซึ่งจะเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ชัดเจน โดยอาจจะกำหนดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของชั้นเรียนนั้นๆ

4. การประเมินผล

เพื่อการประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนและการทำกิจกรรมจากชุดการเรียนรู้ จะกำหนดให้มีการประเมินผลทั้งก่อนเรียนระหว่างเรียนหรือทำกิจกรรมเป็นการประเมินผลของกระบวนการ อันได้แก่การทำแบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า ผลการทดลองและการทดสอบ หลังจากการเรียนจากชุดการเรียนรู้โดยใช้การทดสอบต่างๆ

สรุป ชุดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 1) คู่มือครูสำหรับผู้ใช้ชุดการเรียนรู้ 2) คำสั่งหรือการมอบงานเพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้กับนักเรียน 3) เนื้อหาสาระและสื่อ โดยจัดให้อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสมและกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 4) การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการได้แก่ แบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า และผลของการเรียนรู้ในรูปแบบของการสอนแบบต่างๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 1) คู่มือครู 2) บัตรเนื้อหา 3) บัตรกิจกรรม 4) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

6. ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้ มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้แนวทางในการสร้างชุดการเรียนรู้ไว้หลายท่าน ดังนี้

วิชัย วงศ์ใหญ่ (2525, ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้อธิบายขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ต้องศึกษาเนื้อหาสาระของเนื้อหาวิชาอย่างละเอียดว่า สิ่งที่จะนำมาทำเป็นชุดการเรียนรู้ นั้นจะมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้อะไรกับผู้เรียน และวิเคราะห์แบ่งหน่วยการเรียนการสอน ออกเป็นเรื่องย่อยๆ และพิจารณาให้ละเอียด เพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนในหน่วยงานอื่นๆ ควรจะเรียงลำดับเนื้อหาตามขั้นตอนจากพื้นฐานของผู้เรียน

2. เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระแล้ว จากนั้นตัดสินใจว่า จัดทำชุดการเรียนรู้แบบใด โดยกำหนดว่า ผู้เรียนคือใคร (Why is Learning) จะให้อะไรแก่ผู้เรียน (Give What Condition) จะทำให้ได้

กิจกรรมอย่างไร (Does What Activities) จะทำได้คืออะไร (How Well Criterion) สิ่งเหล่านี้เป็นเกณฑ์กำหนดการเรียน

3. กำหนดหน่วยการเรียนการสอน ประมาณเนื้อหา สาระว่า เราจะถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้ตามกำหนดหน่วยการเรียนที่สนุก น่าเรียน ให้ความรู้ขึ้นบนแก่ผู้เรียน หาสื่อการเรียนได้ง่ายพยายามศึกษาหลักการ ความคิดรวบยอดอะไร หัวข้ออะไรบ้าง แต่ละหัวข้อย่อพยายามดึงเอาแก่นหลักของหลักการเรียนรู้ออกมาให้ได้

4. กำหนดความคิดรวบยอด ต้องสอดคล้องกับหน่วย และหัวเรื่อง โดยการสรุปหลักการเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียน เพราะความคิดรวบยอด เป็นเรื่องของความเข้าใจ อันเกิดจากประสาทสัมผัส สิ่งแวดล้อม ซึ่งสมองจะสรุปแก่นแท้ของเรื่องนั้นๆ

5. จุดประสงค์การเรียน ต้องสอดคล้องกับความคิดรวบยอด โดยกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งหมายถึง ความสามารถของผู้เรียน แสดงออกมาหลังจากการเรียนแล้ว ถ้าผู้สอนกำหนดชัดเจนมากเท่าใดก็ยังมีทางประสบความสำเร็จในการสอนมากเท่านั้นจึงต้องตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนแต่ละข้อให้ถูกต้อง และครอบคลุมเนื้อหา

6. การวิเคราะห์งาน คือ การนำจุดประสงค์แต่ละข้อมาทำการวิเคราะห์เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน จากนั้นจึงลำดับกิจกรรมการเรียนให้เหมาะสม ถูกต้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

7. เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนภายหลังจากที่นำจุดประสงค์การเรียน แต่ละข้อมาวิเคราะห์งานแล้ว โดยการเรียงกิจกรรมทั้งหมด ให้มารวมเป็นกิจกรรมการเรียนที่สมบูรณ์ที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนในการเรียนโดยคำนึงถึงพื้นฐานของผู้เรียน (entering behavior) วิธีดำเนินการ ให้เกิดขึ้นในการเรียนการสอน (instructional procedures) ตลอดจนการติดตามผล การประเมินผล การประเมินพฤติกรรมผู้เรียนที่แสดงออก เมื่อมีการเรียนการสอนแล้ว (performance assessment)

8. สื่อการเรียน คือ วัสดุ อุปกรณ์ และกิจกรรมที่ครูและนักเรียนต้องทำเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ซึ่งครูต้องจัดทำและนำมาไว้ให้เรียบร้อย ถ้าสื่อชิ้นนั้นมีขนาดใหญ่โตหรือมีคุณค่ามาก ต้องจัดเตรียมเอาไว้ก่อน แล้วเขียนไว้ในคู่มือให้ชัดเจนว่าอยู่ที่ใด เช่น เครื่องบันทึกเสียงเครื่องฉายสไลด์ สิ่งของที่เก็บไว้ไม่ทนนาน น่าเบื่อได้ เช่น ใบไม้ พืช สัตว์ เป็นต้น

9. การประเมินผล คือ การตรวจสอบการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ การประเมินผลนี้จะใช้วิธีใด แต่ต้องได้ตามจุดประสงค์ที่เราตั้งไว้ ถ้าหากว่าการประเมินผลไม่ตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาก็จะทำให้เสียเวลาและ ไม่มีคุณค่าตามที่ต้องการ

10. การทดลองการใช้ชุดการเรียนรู้ รูปแบบของ แฟ้ม กล้อง แล้วแต่ความสะดวกในการใช้ การเก็บรักษา ความสวยงาม ส่วนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ก็เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสม

โดยนำไปทดลองกับกลุ่มนักเรียนขนาดเล็กๆ ก่อน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุงเสียก่อน แล้วจึงนำไปทดลองกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ต่อไป โดยกำหนดขั้นตอน ดังนี้

10.1 ชุดการเรียนรู้นี้ต้องการทราบความรู้เดิมของผู้เรียนหรือไม่

10.2 การนำเข้าสู่บทเรียนนี้ มีความเหมาะสมหรือไม่

10.3 การประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสับสนวุ่นวายกับผู้เรียนและดำเนินไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือไม่

10.4 การสรุปผลการเรียน เพื่อเป็นแนวทางไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหลักการสำคัญของการเรียนรู้ในหน่วยนั้นๆ ดีหรือไม่หรือต้องการปรับเพิ่มเติมอย่างไร

10.5 การประเมินหลังเรียน เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมการเรียนรู้ว่าเปลี่ยน หรือไม่ให้ความเชื่อมั่นมากนักน้อยเพียงใด

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2522, หน้า 154) ได้รวบรวมลำดับขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้ไว้เป็นขั้นตอน 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหา และประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการตามความเหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาการออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียน ได้ใน 1 สัปดาห์ หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ ซึ่งต้องสอดคล้องกับหน่วย และหัวเรื่องโดยสรุปรวมแนวคิด สาร และหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางการจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นเชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไข และเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็แนวทาง การเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียน” หมายถึงกิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกม เป็นต้น

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบสอบแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากอ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ถือว่าเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียก “ชุดการเรียนรู้”

9. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ เพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการ เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการเรียนรู้ ที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการเรียนรู้ (แบบบรรยาย แบบกลุ่ม และรายบุคคล) และตามระดับการศึกษา (ประถม มัธยม และอุดมศึกษา) โดยกำหนดขั้นตอนของการใช้ ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที)

10.2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

10.3 จัดประกอบกิจกรรมการเรียน ผู้สอนบรรยาย หรือให้มีการแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียน

10.4 ชี้นำสรุปผลการสอน เพื่อสรุปมโนทัศน์และหลักการที่สำคัญ

10.5 ทำแบบสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปแล้ว

วรรณวิ ดามิศักดิ์ (2539, หน้า 47) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการผลิตชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้ คือ การผลิตชุดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญสามารถแบ่งขั้นตอนเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนวางแผนดำเนินงาน 2) ขั้นตอนดำเนินการผลิต 3) ขั้นตอนทดสอบ ประเมินผล ซึ่งแต่ละขั้นมีรายละเอียด

1. ขั้นตอนวางแผนดำเนินงาน มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 วิเคราะห์และกำหนดปัญหาหรือความต้องการ แนวความคิด สภาพปัญหา ความจำเป็น หรือความต้องการ เป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตชุดการเรียนรู้ โดยมีความสัมพันธ์กับลักษณะของผู้เรียน

1.2 วิเคราะห์ลักษณะผู้เรียน ในด้านอายุ ระดับความรู้ความสามารถ ทักษะ ทักษะ ความสนใจ ความต้องการ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในกลุ่มผู้เรียน

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ จะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอน และเหมาะสมกับระดับผู้เรียน

1.4 วิเคราะห์เนื้อหา โดยแบ่งเป็นหน่วยการเรียนการสอนที่ไม่ซ้ำซ้อน แต่ละหน่วยประกอบด้วยหัวเรื่องย่อย อะไรบ้าง มีมโนคติอะไรบ้าง ซึ่งต้องสอดคล้องกับหัวเรื่องย่อยแต่ละหน่วย

1.5 เลือกชนิดของสื่อที่จะผลิต ควรใช้สื่อมากกว่า 1 ชนิด คือ ให้เป็นไปในลักษณะของสื่อประสมเพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน แต่ไม่ควรยึดหลักว่า ในการผลิตหรือการจัดหาสื่อนั้น ควรให้น้อยประเภท แต่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด

1.6 กำหนดกิจกรรมและระยะเวลา โดยเขียนแผนงานที่เด่นชัดว่า ควรเริ่มทำกิจกรรมใดก่อน และกิจกรรมใด สามารถดำเนินการได้ในเวลาเดียวกัน

1.7 กำหนดการประเมินประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ว่า จะใช้เกณฑ์อะไรบ้าง ซึ่งรายละเอียดจะปรากฏในขั้นตอนสอบประเมินผล

1.8 วางแผนการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ว่า จะมีการทดลองกี่ขั้น ทำกับใคร ที่ไหน ช่วงเวลาใด

2. ขั้นตอนการผลิต ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบการจัดสภาพที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

2.1 การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแข็งขัน เช่น การให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและตอบคำถาม การให้นักเรียนได้ลงมือกระทำหรือพบกับปัญหา หรือสถานการณ์ใหม่ๆ

2.2 การเรียนแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยการจัดเนื้อหาให้นักเรียนได้เรียน แบบค่อยเป็นค่อยไป ทีละเล็กละน้อย จากง่ายไปหายากจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม เปรียบเสมือนกับการขึ้นบันได ทั้งนี้ ขึ้นตอนแต่ละขั้นไม่ควรถี่หรือห่างจนเกินไป จากผลการวิจัยโดยทั่วไปพบว่า การเรียนแบบช่วงการเรียนสั้นๆ สลับกับการหยุดพักหรือการกระทำกิจกรรมอื่น จะมีประสิทธิภาพ ดีกว่าการเรียนแบบระยะยาว

2.3 การให้นักเรียนได้ทราบผลแห่งการกระทำของตนในทันทีทันใด เมื่อให้นักเรียนได้กระทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ต้องแจ้งผลการกระทำให้นักเรียนทราบ อันเป็นการสร้างแรงจูงใจที่ดี ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีกำลังใจในการทำกิจกรรมให้ก้าวหน้า และสร้างระดับความตั้งใจให้สูงขึ้น และยังช่วยนักเรียนปรับปรุงตนเองในการกระทำกิจกรรม

2.4 การให้นักเรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จในการกระทำกิจกรรม โดยควรจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนและเป็นไปตามลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จบ้างเพื่อเป็นการเสริมแรงและให้กำลังใจ ในอันที่จะทำกิจกรรมอื่นต่อไป ไม่ควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์แห่งความเจ็บปวด อันเกิดจากกิจกรรมนั้น เกินระดับความสามารถ และประสบการณ์เดิมของเขา

3. ขั้นตอนสอบประเมินผล เมื่อต้องการทราบว่าชุดการเรียนรู้ นั้น มีคุณค่าพอที่จะนำไปใช้สอนหรือไม่ ต้องทำการทดสอบหาประสิทธิภาพ เพื่อเป็นหลักประกันว่า ชุดการเรียนรู้ นั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอน ซึ่งในการทดสอบนี้ อาศัยการทดลองตามลำดับขั้น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ซ้ำกัน ดังต่อไปนี้

3.1 ทดลองรายบุคคล เป็นการทดลองใช้กับผู้เรียน จำนวน 1 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปทดลองใช้ในขั้นต่อไป

3.2 ทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการทดลองใช้กับผู้เรียน จำนวน 6 – 10 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้เครื่องมือในการวิจัยที่ประสิทธิภาพ แล้วนำไปทดลองภาคสนาม

3.3 ทดลองภาคสนาม เป็นการทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้น จำนวน 40 – 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข

จากการศึกษารูปแบบขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้ จากนักการศึกษาต่างๆ ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้ ดังนี้ คือ 1) ขั้นวิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์หลักสูตร ในเรื่องของเนื้อหา จุดประสงค์ 2) ขั้นการวางแผนการสอน กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นการผลิตสื่อ จัดทำชุดการเรียนรู้หาประสิทธิภาพ ทดลองใช้ และปรับปรุงแก้ไข 4) ขั้นการประเมินผล ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้

เมื่อสร้างชุดการเรียนรู้เสร็จ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ เพื่อเป็นหลักประกันว่าชุดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอน สามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง เป็นหลักประกันได้ว่าเมื่อผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก ๆ แล้ว สามารถใช้ได้เป็นอย่างดี คู่มากับการลงทุน ซึ่งผู้สร้างสามารถกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ได้เอง

ชัยงค์ พรหมวงศ์, และคนอื่นๆ (2521, หน้า 101-102) ได้เสนอวิธีการคำนวณไว้ดังนี้

1. โดยวิธีการใช้สูตรในการคำนวณ
2. โดยการใช้วิธีการคำนวณธรรมดา

การคำนวณธรรมดาโดยไม่ต้องใช้สูตร สามารถทำได้ ดังนี้ การคำนวณหาค่า E_1 คิดจากการเอาคะแนนงานหรือแบบฝึกหัดของนักเรียน แต่ละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) จากนั้นจึงเทียบส่วนร้อยเพื่อหาร้อยละการคำนวณหาค่า E_2 หาได้จากการเอาคะแนนการสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมดรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) แล้วจึงเทียบส่วนร้อยละต่อไป

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้นิยมตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำและไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะเจตคติ เพราะการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม คิดตามระยะเวลาไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ในทันทีที่เรียนเสร็จไปแล้ว

การทดสอบหาประสิทธิภาพ อาศัยการทดลองโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้นมาดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. แบบเดี่ยว (individual tryout) ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์ 60/60 และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

2. แบบกลุ่มเล็ก (small group tryout) ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์ 70/70 และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

3. แบบภาคสนาม (field tryout) ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์ 80/80 หากการทดลองภาคสนามได้ค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ จะต้องปรับปรุงชุดการเรียนรู้และทำการทดลองหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

ในกรณีที่ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน บทบาท และความชำนาญในการศึกษาชุดการเรียนรู้ อาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5-5 %

เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นได้นั้น กำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเป็น 2.5 % ขึ้นไป
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5 %
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 %

ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

นอกจากนั้น บุญชม ศรีสะอาด (2528, หน้า 82) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองและปรับปรุงชุดการเรียนรู้ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทดลองใช้เป็นรายบุคคล หลังจากทีสร้างชุดการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับชั้นนั้น โดยเลือกเด็กที่เรียนอ่อนหรือเกือบปานกลาง เพราะจะช่วยให้ได้ข้อมูลในการแก้ไขจุดบกพร่องได้ดีกว่าการเลือกเด็กเก่งเนื่องถ้าเด็กอ่อนสามารถใช้ชุดการเรียนรู้ได้ ก็ย่อมประกันได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่หรือทั้งหมดน่าจะเรียนได้

2. การทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก นำชุดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้รายบุคคล มาทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็กที่มีสติปัญญาอ่อนข้างต่ำกว่าปานกลางประมาณ 5 – 10 คน แต่ก่อนจะเริ่มเรียนชุดการเรียนรู้ จะต้องทำการทดสอบครั้งแรก (pretest) เพื่อทราบความรู้ความสามารถในเรื่องนั้น โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ในเรื่องนั้นที่ได้เตรียมไว้แล้วและหลังจากเรียนจบแล้วก็นำแบบทดสอบชุดเดิมมาใช้ทดสอบอีกครั้ง (posttest) ผู้สร้างชุดการเรียนรู้ จะบันทึกผลการสอบแต่ละข้อของแต่ละคนทั้งผลสอบครั้งแรกและครั้งหลังและบันทึกเวลาในการเรียนบทเรียนด้วย เพื่อทราบเวลาเรียนโดยเฉลี่ย ในขณะที่ทำชุดการเรียนรู้นั้น ให้นักเรียนทำเครื่องหมายในตอนที่ยังใจยากหรือมีปัญหาและอภิปรายปัญหาดังกล่าวหลังจากเรียนจบ เพื่อหาจุดบกพร่องอันจะได้แนวทางใน

การแก้ไขปรับปรุงต่อไป ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้จะชี้ได้จากความแตกต่างระหว่างผลสอบครั้งหลังกับผลสอบครั้งแรก

3. การทดลองในห้องเรียน นำชุดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงในขั้นตอนที่ 2 ไปทดลองใช้กับนักเรียนในสภาพจริง คือใช้กับนักเรียนทั้งชั้น โดยมีการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนเหมือนกันในข้อ 2 จุดมุ่งหมายของการสอบกับห้องเรียนจริงก็คือต้องการทราบความเที่ยงตรง (validity)

นอกจากนั้น ผลการวิจัยของพรวิภา แสงจันทร์ (2542, หน้า 41-42) เรื่องการพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบวิเคราะห์ระบบ เรื่อง สารเคมีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้เสนอขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้ 1) การหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว โดยคัดเลือกจากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน รวม 3 คน 2) การหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม นำชุดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ อย่างละ 4 คน รวม 12 คน และ 3) การหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม หลังจากปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเรียบร้อยแล้ว นำชุดการเรียนรู้ไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 10 คน รวม 30 คน เพื่อให้ได้ชุดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และผลการวิจัยของ กัลลภ อินทมาตร์ (2543, หน้า 73) ได้เสนอขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้ 1) การหาประสิทธิภาพกับนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยคัดเลือกจากนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน รวม 3 คน 2) การหาประสิทธิภาพกับนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย นำชุดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียน ที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 3 คน รวม 9 คน และ 3) การหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม หลังจากปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเรียบร้อยแล้ว นำชุดการเรียนรู้ไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ คละกันจำนวน 42 คน เพื่อให้ได้ชุดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ในการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ 80/80 ในการหาประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้ คือ 1) กลุ่มตัวอย่างขั้นทดลองแบบเดี่ยว (individual tryout) คัดเลือกจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ที่มีผลการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน มาทดลองใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ ควรมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 60/60 2) กลุ่มตัวอย่างขั้นทดลองกลุ่มเล็ก (small group tryout) คัดเลือกจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน ที่มีผลการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 3 คน มา

ทดลองใช้ในการหาประสิทธิภาพ แล้วนำชุดการเรียนรู้ไปปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งควรมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 70/70 3) กลุ่มตัวอย่างชั้นทดลองภาคสนาม (field tryout) คัดเลือกจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่มีผลการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 10 คน มาทดลองใช้ในการหาประสิทธิภาพ ซึ่งควรได้ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80/80

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาระดับมัธยมศึกษาเป็นการศึกษาที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแสวงหาความรู้ ความจริงทุกสาขาวิชา และเป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้ที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวันอีกด้วย

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สุวิมล เขียวแก้ว (2527, หน้า 18) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบร่วมของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ หรือกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนความคิดอย่างมีเหตุผลและมีระบบ พฤติกรรมนี้จะสะสมขึ้นในตัวของผู้เรียน ในขณะที่ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จ่านง พรายเข้มแข (2529, หน้า 7) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นที่สำคัญในการช่วยฝึกฝนให้นักเรียนคิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นในการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ครูผู้สอนควรเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมคำ และคนอื่นๆ (2531, หน้า 164) ได้กล่าวเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ

วาสนา พรหมสุรินทร์ (2540, หน้า 27) กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงพฤติกรรมที่แสดงออก อันเกิดจากความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและการปฏิบัติการเพื่อให้เกิดความชำนาญและความคล่องแคล่วในการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาต่างๆ ได้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) ที่ต้องสร้างให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน ให้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

2. องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะว่าการศึกษาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาข้อมูลจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่างและใช้เกณฑ์ของสมาคมการศึกษาชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา AAAS (American Association for the Advancement of Science) โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 กระบวนการ การแก้ปัญหาแต่ละปัญหาจะใช้ที่กระบวนการกระบวนการอะไรบ้างนั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติปัญหาและการมองเห็นแนวทางแก้ปัญหาแต่ละคน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 กระบวนการ แบ่งเป็น

ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต (observing)
2. ทักษะการวัด (measuring)
3. ทักษะกระบวนการจำแนกประเภท (classifying)
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (space-space relationship and space-time relationship)
5. ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)
6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล (communicating)
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (interpreting data)
8. ทักษะการพยากรณ์ (predicting)

ทักษะกระบวนการขั้นสูงหรือขั้นผสม

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)
10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (controlling variables)
11. ทักษะการทดลอง (experimenting)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operation)
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data)

ความหมายของทั้ง 13 ทักษะ มีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะการสังเกต

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความชำนาญในการใช้วิธีรวบรวมความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด ค้นหาเกี่ยวกับเหตุการณ์และสมบัติต่างๆของวัตถุ เช่น สี ขนาด และรูปร่าง

ในการใช้ทักษะการสังเกตนั้น เราควรได้เรียนรู้ว่า วิธีรวบรวมความรู้สึกแต่ละอย่างนั้นช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุนั้น ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีผู้ทำให้เกิด ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการกะประมาณ

การมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ตาช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่างและสีของวัตถุ และสังเกตว่าวัตถุนั้นอาจมีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างไร

การได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ความดัง ระดับเสียง และจังหวะของเสียง

การสัมผัส เป็นการสังเกตที่ใช้ผิวหนังในการสังเกตถึงความหมาย หรือความละเอียดของเนื้อวัตถุรวมถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุอีกด้วย

การชิม เป็นการสังเกตที่ใช้ลิ้นช่วยในการสังเกตสมบัติของสิ่งนั้นว่า มีรสขม เฝื่อน เบี้ยว และหวานอย่างไร

การได้กลิ่น เป็นการสังเกตที่ใช้จมูกช่วยในการสังเกตความสัมพันธ์ของวัตถุกับกับกลิ่นที่ได้พบนั้น แต่เนื่องจากการบรรยายเกี่ยวกับกลิ่นเป็นเรื่องยาก จึงมักบอกในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับนั้นกับกลิ่นของวัตถุที่คุ้นเคย เช่น กลิ่นกล้วยหอม กลิ่นมะนาว กลิ่นชา และกลิ่นกาแฟ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- ชั่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
- บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ เป็นต้น
- บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด

ทักษะการวัด หมายถึง ความชำนาญในการแสดงจำนวนของวัตถุ หรือสารในรูปเชิงปริมาณที่มีหน่วยแสดง เช่น เมตร ลิตร กรัม และนิวตัน และความชำนาญในการเลือกใช้เครื่องมือมาตรฐานที่เหมาะสม เช่น ไม้เมตร ไม้บรรทัด นาฬิกา เครื่องชั่ง ไม้โปรแทรกเตอร์ หรือใช้วัตถุที่

คุ้นเคยเป็นหน่วยเปรียบเทียบในการวัดปริมาณ หรือใช้สเกลในการวาดรูปวัตถุหรือใช้การสุ่มอย่างง่าย และการประมาณ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ได้ถูกต้อง
- ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท

ทักษะการจำแนกประเภทหมายถึง ความชำนาญในการจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยใช้ความเหมือน ความแตกต่างและความสัมพันธ์ร่วมของสถานที่ ความคิด หรือเหตุการณ์ และสมบัติ บางประการ ของวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์

การจำแนกประเภทเป็นสิ่งที่สำคัญมากในทางวิทยาศาสตร์เพราะทำให้สะดวกในการศึกษา ค้นคว้า และยังทำให้ได้ความรู้ใหม่ๆ อีกด้วย โดยทั่วไปการจำแนกประเภทจะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา ความเหมือน ความแตกต่าง และความสัมพันธ์ การแบ่งประเภทของสิ่งของ เกณฑ์ที่ใช้นักเป็น สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะผิว วัสดุที่ใช้ ราคา ฯลฯ ส่วนพวกสิ่งที่มีชีวิตมักจะใช้ เกณฑ์ลักษณะของสิ่งที่มีชีวิต เช่น อาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ ประโยชน์ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการจำแนกประเภท จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา

ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาหมายถึง ความชำนาญ ในการเคลื่อนไหวของวัตถุโดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุและเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและสภาวะการณ์นั้น

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
- ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้
- บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

- ระบุรูป 2 มิติ ที่เกิดจากตัดวัตถุ 3 มิติได้
- บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์
- บอกความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของ วัตถุกับเวลาได้

5. ทักษะการใช้ตัวเลข

ทักษะการใช้ตัวเลขหมายถึงความชำนาญในการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสิ่งต่างๆ นับตั้งแต่การนับ การคำนวณ การใช้ตัวเลขกับสูตรและสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ตัวเลข จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- บอกวิธีคำนวณได้
- คิดคำนวณได้ถูกต้อง
- แสดงวิธีคิดคำนวณได้

6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย

ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความชำนาญในการนำข้อมูลที่ ได้จากการสังเกตมาเสนอในรูปที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การสื่อความหมายข้อมูลอาจอยู่ในรูปของ การวาดรูป การแสดงแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟหรือใช้ภาษาเขียน หรือบันทึกข้อมูลที่ได้จาก วัตถุ หรือเหตุการณ์นั้น

การสื่อความหมายข้อมูล สิ่งที่ต้องคำนึงในการสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้แก่

1. ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์
2. ความถูกต้องแม่นยำ
3. ความไม่กำกวม
4. ความกะทัดรัด

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายจะต้องมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

- เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เขาใจดีขึ้นได้
- บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้

ผู้อื่นเข้าใจได้

- บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความชำนาญในการอธิบายสิ่งที่ได้จากการสังเกตเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์เฉพาะอย่าง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความคิดเห็น แปลความหมายข้อมูลที่บันทึกไว้ หรือได้มาทางอ้อม แล้วนำมาทำนายเหตุการณ์จากข้อมูล ตั้งสมมติฐานจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการอธิบายเกินขอบของข้อมูลจากการสังเกตโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิม และเหตุผล หรือเพิ่มเติมความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- อธิบาย หรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

- การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น และความสามารถในการสังเกต

8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความชำนาญในการคาดการณ์เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นล่วงหน้าจากข้อมูลที่ได้ จากการสังเกตหรือการลงความคิดเห็น โดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีประกอบ และอาจคาดการณ์ล่วงหน้า ภายในขอบเขตหรือนอกขอบเขตของข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางหรือในรูปของกราฟ

การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลเป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

ทักษะการพยากรณ์ มีวิธีการใกล้เคียงกับกระบวนการสื่อความหมายมาก เพราะจะต้องนำข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำให้เป็นระบบ เช่น ทำเป็นตาราง กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังแผนภาพข้างล่างนี้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการตั้งสมมติฐานหมายถึง ความชำนาญในการคาดเดาอย่างมีเหตุผล โดยการกำหนดข้อความที่มาจาก การสังเกต หรือลงข้อสรุป เพื่อให้อธิบายเหตุการณ์และสามารถทำการทดสอบเพื่อพิสูจน์ได้

สมมติฐานเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้น เป็นที่ยอมรับหรือไม่ยอมรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้น อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังจากการทดลองหาคำตอบแล้วในสถานการณ์ทดลองหนึ่งอาจมี 1 สมมติฐานหรือหลายสมมติฐานก็ได้

การตั้งสมมติฐานมักนิยมเขียนในรูป ถ้า..... ดังนั้น.....

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน

- 1) ถ้าฮอร์โมนมีผลต่อสีของปลาสวยงาม ดังนั้น ปลาที่เลี้ยงโดยใช้ฮอร์โมนจะมีสีเร็วกว่าปลาที่เลี้ยง โดยไม่ใช้ฮอร์โมนในช่วงอายุเท่ากัน
- 2) ถ้าความร้อนมีผลต่อการสุกของผลไม้ ดังนั้นผลไม้ที่ผ่านการอบไอน้ำจะมีอายุการสุกนานกว่าผลไม้ที่ไม่ได้ผ่านการอบไอน้ำ
- 3) ถ้าวันบวหรีมีผลต่อการเกิดมะเร็ง คนที่สูบบุหรี่หรือคลุกคลีกับคนสูบบุหรี่จะมีโอกาสเป็นโรคมะเร็งได้มากกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่ หรือไม่คลุกคลีกับคนสูบบุหรี่

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐานจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม
- หาคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และ ตัวแปรตาม

10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความชำนาญในการจำแนกตัวแปรต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบ และเลือกตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ (ตัวแปรควบคุม) จัดตัวแปรที่ต้องการให้แตกต่างกัน (ตัวแปรอิสระ) เพื่อดูผลที่เกิดจากการทดลอง (ตัวแปรตาม)

การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทดลอง ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้อง แน่หนอนกว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้น เกิดขึ้นจากตัวแปรที่เราต้องการจะศึกษาหรือไม่ ในสถานการณ์การทดลองหนึ่งๆ ผลที่เกิดขึ้นอาจจะมาจากหลายสาเหตุ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมสิ่งที่เราไม่ต้องการศึกษา (ตัวแปรควบคุม) ให้เหลือเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการจะทราบ (ตัวแปรอิสระ)

เพื่อสะดวกในการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน เช่น เราต้องการศึกษาชนิดของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่การเจริญเติบโตของพืชมีองค์ประกอบอื่นๆ อีก นอกจากดิน เช่น แสงแดด ปุ๋ย น้ำ การดูแล เป็นต้น สิ่งเหล่านี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เรายังไม่ต้องการศึกษา จึงต้องมีการควบคุมเพื่อสะดวกต่อการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน เพื่อจะสรุปผลจากการทดลองได้ตรงตามสาเหตุที่แท้จริง (ตัวแปรอิสระ)

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร จะต้องมีความสามารถในการชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

- ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือ สิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย

- ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อ การทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

11. ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง การจัดการกระทำกับตัวแปรต่างๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองนั้น

การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติจริง การออกแบบการทดลองจะต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และครอบคลุมถึงวิธีการควบคุมตัวแปร รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ที่เหมาะสมด้วย โดยสรุปแล้วการออกแบบการทดลองจะประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 2 ประการ คือ

1.1 วิธีทดลองเป็นการกำหนดขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนครบตามขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งข้อมูล ที่ละเอียดและถูกต้อง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

1.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ ซึ่งจะดำเนินไปตามขั้นตอนและการใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง เช่น การบันทึกข้อมูลในรูปของตาราง หรือมาจัดกระทำในรูปของกราฟ เป็นต้น พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปร
- ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้
- ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
- บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความชำนาญในการสร้างนิยามโดยบอกว่าจะทำ และสังเกตอะไร หรือการสร้างข้อความเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบว่า จะสังเกตหรือทำอะไร โดยการบรรยายเชิงรูปธรรม

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะแตกต่างกับการกำหนดนิยามทั่วไป เพราะการกำหนดนิยามทั่วไป เป็นการกำหนดความหมายของคำหรือข้อความอย่างกว้างๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกต และวัดได้ในสถานการณ์นั้นๆ เช่น การให้นิยามของก๊าซออกซิเจน

นิยามทั่วไป

ออกซิเจน เป็นก๊าซที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 8 และมวลอะตอมเท่ากับ 16 (ทุกคนเข้าใจตรงกัน แต่สังเกตและวัดไม่ได้)

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ช่วยในการติดไฟเมื่อนำก้อนถ่านที่คุแดงหย่อนลงไปใ้ก๊าซนั้นแล้ว ก้อนถ่านนั้นจะถูกเป็นเปลวไฟ (ทุกคนเข้าใจตรงกัน สังเกตและวัดได้)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กำหนดความหมาย และขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความชำนาญในการหารูปแบบ จากชุดของข้อมูลที่จะอธิบาย และนำไปสู่การสร้างข้ออ้างอิง การทำนาย และการตั้งสมมติฐาน

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการตีความความหมายข้อมูล และข้อสรุปจะมีความสามารถดังต่อไปนี้

- แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล)
- บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจุดมุ่งหมายหลักการของการปฏิรูปการศึกษา ที่มุ่งเน้นการสร้างคนในสังคมให้ “เก่ง ดี มีสุข” จึงจำเป็นต้องสร้างคนให้เป็นผู้ “มองกว้าง คิดไกล ใฝ่รู้” เป็นเหตุให้มีการปฏิรูป

การเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ มีความสามารถในการใช้กระบวนการทั้งกระบวนการคิดด้วยตนเองและกระบวนการกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การค้นพบองค์ความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540, หน้า 173) ได้กล่าวถึงการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 2 รูปแบบ คือ

1. การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (multiple choices paper and pencil tests)
2. การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (performance assessment)

3.1 การใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในระหว่างปี ค.ศ. 1960-1970 ได้มีการพัฒนาแบบทดสอบซึ่งวัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามจำนวนทักษะที่ต้องการทดสอบ แรกเริ่มเดิมทีแบบทดสอบเหล่านี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์แผนใหม่ โมลิเตอร์ (Molitor, 1976) ได้สร้างแบบทดสอบในการประเมินทักษะการลงความคิดเห็นและการตรวจสอบว่าความคิดเห็นนั้นถูกหรือผิด พาดิลลา (Padilla, 1985) ได้พัฒนาแบบทดสอบชื่อ The Test of Basic Process Skills in Science สำหรับใช้กับนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-8 วัดทักษะกระบวนการ 6 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การวัด การสื่อความหมายและการจำแนกประเภท

3.2 การประเมินพฤติกรรมในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันได้มีการเน้นวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่นอกเหนือจาก การใช้แบบทดสอบให้ผู้เรียนทำ แบบทดสอบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่ง แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ ไม่ได้ให้ผู้เรียนลงมือกระทำจริงๆ เพื่อทดสอบความเข้าใจและทดสอบทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ นั่นคือผู้เรียนไม่จำเป็นต้องลงมือปฏิบัติการทดลอง การประเมินพฤติกรรมในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่ต้องการให้ผู้เรียนได้ออกแบบการทดลองเท่านั้น แต่ยังคงให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองอีกด้วย การประเมินพฤติกรรม จึงเป็นวิธีใหม่ในการประเมินผลการเรียนรู้ และเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาในปัจจุบัน การศึกษาในระดับรัฐและระดับชาติของประเทศสหรัฐอเมริกากำลังพิจารณาแบบการประเมินหลายๆแบบ ซึ่งรวมทั้งคำถามปลายเปิดในวิชาคณิตศาสตร์ การใช้ตัวอย่างและ portfolio ในการเรียน และการสืบเสาะหาความรู้ โดยการลงมือปฏิบัติการทดลอง เป็นต้น

นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์จาก The University of California แห่งเมืองซานตาบาบารา และจาก The California Institute of Technology ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาวิธีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 วิธีด้วยกัน คือ

1. การสังเกตพฤติกรรมกรลงมือปฏิบัติ การทดลองของนักเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ
2. การประเมินจากสมุดจดบันทึกที่นักเรียนใช้ในการดำเนินการทดลอง
3. การใช้ icon ในสถานการณ์จำลองจากเครื่องคอมพิวเตอร์ (computer simulation)
4. การตอบคำถามสั้นๆ ที่เกี่ยวกับการออกแบบการทดลองการวิเคราะห์และการตีความหมายข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 5 ทักษะ คือ การตั้งสมมติฐาน การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป โดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (performance assessment) เป็นรายบุคคล

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดผลทางการเรียนของผู้เรียนว่ามีมากน้อยเพียงใดหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงโดยใช้เวลาช่วงหนึ่งในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งผลการเรียนของผู้เรียนพิจารณาตัดสินได้จากความมากน้อยของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในขณะนั้น ตามความมุ่งหมายของวิชาเฉพาะต่างๆตามหลักสูตรการสร้างแบบทดสอบประเภทนี้จึงยึดเนื้อหาวิชาต่างๆ ในหลักสูตรเป็นเกณฑ์ ข้อคำถามในแบบสอบถามจึงได้มาจากการวิเคราะห์เนื้อหาตามหลักการหรือข้อคำถามที่มีในแบบสอบถามซึ่งจะสอดคล้องกับเรื่องราวที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าแบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความตรงตามเนื้อหา (สุภาพ วาดเขียน, 2525 หน้า 175-176) , (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530 หน้า 29-31)

จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของสมรรถภาพสมองของบุคคลว่า “เรียนแล้วรู้อะไรบ้าง” และมีความสามารถในด้านใด มากน้อยเท่าไร เช่น มีพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์และการประเมินค่ามากน้อย อยู่ในระดับใดนั่นคือการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นของการตรวจสอบพฤติกรรมผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัยนั่นเอง ซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน คือ

- I. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นผลงานปรากฏออกมา ทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปะศึกษา

พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (performance test) ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาทั้งวิธีปฏิบัติ (procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ (product)

2. การวัดเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆอันเป็นผลจากการเรียนการสอน มีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสอบปากเปล่า (oral test) เป็นการสอบแบบเป็นบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็น และบุคลิกภาพต่างๆ เช่น การสอบปริญาภิพนธ์ ซึ่งต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำตลอดจนแง่มุมต่างๆ การสอบปากเปล่าสามารถวัดได้ลึกซึ้งและคำถามที่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ (paper-pencil test or written test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ซึ่งมีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบเป็นการสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง

2.2.2 แบบจำกัดคำตอบเป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบหรือกำหนดคำตอบมาให้เลือกซึ่งมีรูปแบบของคำถาม คำตอบอยู่ 4 แบบ คือ แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง แบบจับคู่ แบบเติมคำและแบบเลือกตอบ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาโดยการเขียนตอบแบบจำกัดคำตอบชนิดเลือกตอบนั้นเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงเรียนซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสอบวัดเรียกว่า “ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” หรือ “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” (achievement)

ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

สุธรรม อ่อนคำ (2534, หน้า 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

อำพรธณ สุกัณฐา (2534, หน้า 13) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 109) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนโดยการวัด หมายถึง การตรวจสอบสิ่งที่ต้องเรียนรู้ นั้น มีปริมาณและคุณภาพหรือไม่ อย่างไร และมากน้อยเพียงใด โดยการประเมิน หมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลที่ ได้จากการวัดและเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการจัดการเรียนรู้ หรือคะแนนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบซึ่งจะวัดความรู้ของนักเรียนในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการนำไปใช้ ซึ่งอาศัยการวัดและประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่วัดระดับพฤติกรรมต่างๆ อย่างได้สัดส่วนกันอีกด้วยซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 11-13) แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ (knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์วิทยาศาสตร์ มโนคติ (concept) ข้อตกลง ลำดับขั้นและแนวโน้มการจัดจำพวก
2. ความเข้าใจ (comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรืออธิบายความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำไปใช้ (application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในด้านทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยนำระดับพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ มาสร้างเป็นแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และในระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้านที่ 4 คือ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นผู้วิจัยได้ประเมินโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมจากการทำการทดลอง โดยจะวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน คือ การสังเกต การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

จิตวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 151) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่า จิตวิทยาศาสตร์หมายถึง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการได้ศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความประหยัด ส่วนเจตคติ เป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกลงทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาพอสมควรและมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ คุณลักษณะซึ่งบ่งจิตวิทยาศาสตร์ทั้งด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่อไปนี้

1.1 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 15)

- 1.1.1 ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น
- 1.1.2 ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม
- 1.1.3 ความมีเหตุผล
- 1.1.4 ความมีระเบียบและรอบคอบ
- 1.1.5 ความซื่อสัตย์
- 1.1.6 ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของผู้อื่น
- 1.1.7 ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกลงที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 1.2.1 พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
- 1.2.2 ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
- 1.2.3 เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.2.4 ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
- 1.2.5 เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
- 1.2.6 เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
- 1.2.7 ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1.2.8 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม

1.2.9 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย คุณลักษณะต่างๆ ตามที่กล่าวนี้ สังกัดได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวบ่งเพื่อการประเมินผลจิตวิทยาาสตร์ของผู้เรียนจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการศึกษาคำว่าจิตวิทยาาสตร์จากคู่มือการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในส่วนที่เป็นคุณภาพของผู้เรียนและส่วนที่เป็นอภิธานศัพท์ทำให้ทราบว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือ จิตวิทยาาสตร์ (scientific mind / scientific attitudes) หมายถึง คุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟัง ความคิดของผู้อื่น ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 196)

2. แบบวัดจิตวิทยาาสตร์

เฉลิม พักอ่อน (2546, หน้า 13) ได้แบ่งประเภทของแบบจิตวิทยาาสตร์ ดังนี้

2.1 แบบของเทอร์สโตน (Thurstons's scale) แบบวัดเจตคติของเทอร์สโตน ประกอบด้วย คำถามจำนวนมาก เพื่อวัดเจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ระดับของเจตคติหรือความรู้สึกตามแบบของเทอร์สโตน แบ่งออกเป็น 11 ระดับ (scale) เริ่มจากระดับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1) ไปจนถึงเห็นด้วยอย่างยิ่ง (11) ระดับกลางเป็นความรู้สึกไม่แน่ใจ (6) หรืออีกนัยหนึ่งความรู้สึกใน ทางลบมีระดับ 1 – 5 ความรู้สึกกลางมีระดับ 6 ความรู้สึกในทางบวกมีระดับ 7 - 11 แต่ละข้อจะมีค่าระดับเจตคติประจำข้อ (scale value : S) ซึ่งได้มาจากการตัดสินของกลุ่มผู้ตัดสิน ซึ่งมีจำนวนประมาณ 50 – 100 คน การตอบผู้เดียวเลือกข้อความที่เห็นด้วยมากที่สุด จำนวนข้อตามที่กำหนดให้เลือก ผู้ตอบได้คะแนนตามค่า S ของข้อที่เลือก

2.2 แบบลิเคิร์ท (Likert's scale) แบบวัดเจตคติของลิเคิร์ท ประกอบด้วยข้อคำถามที่แสดงเจตคติหรือความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางบวกในแบบวัดจะต้องประกอบไปด้วยคำถามทางบวกและทางลบในจำนวนพอๆกัน ระดับเจตคติตามแบบของลิเคิร์ทนิยมแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (scale) คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ถ้าเป็นข้อความทางบวกจะมีคะแนน 5 4 3 2 1 (หรือ 4 3 2 1 0) ถ้าเป็นข้อความทางลบจะมีคะแนน 1 2 3 4 5 (หรือ 0 1 2 3 4) เช่น การวัดเจตคติต่อการเรียน การตอบจะให้ผู้ตอบ ตอบทุกข้อโดยแต่ละข้อเลือกระดับ ที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงมากที่สุด ผู้ตอบได้คะแนนตามระดับที่เลือกตอบแต่ละข้อแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ได้เป็นคะแนนเจตคติของผู้นั้น

2.3 แบบของออสกู๊ด (Osgood's scale) แบบวัดเจตคติของออสกู๊ด เรียกกันทั่วไปว่า วิธีหาความแตกต่างของความหมาย (semantic differential method) มีลักษณะคล้ายกัน การหาความหมายของมโนทัศน์ ด้วยการกำหนดมโนทัศน์ซึ่งอาจจะเป็นคำ ข้อความ หรือวลี มาให้ตอบด้วยการประเมินจาก 7 ช่วง ตามความหมายของคำศัพท์ตรงกันข้าม ซึ่งแบบวัดเจตคติของออสกู๊ดจะประกอบด้วยข้อคำถามที่เป็นคำศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้ามเป็นคู่ๆ แต่ละเรื่องที่จะวัดประกอบด้วยคำคุณศัพท์ 3 ประเภท หรือประเภทใดประเภทหนึ่ง ต่อไปนี้

2.3.1 คำคุณศัพท์ที่แสดงการประเมิน เช่น ดี-เลว น่ารัก-น่าเกลียด หล่อ - ขี้เหร่

2.3.2 คำคุณศัพท์ที่แสดงศักยภาพ เช่น แข็งแรง - อ่อนแอ หนัก - เบา ใหญ่ - เล็ก

2.3.3 คำคุณศัพท์ที่แสดงการเคลื่อนไหว เช่น ร่าเริง - เศร้าซึม เร็ว - ช้า สว่าง - มืด

ระดับเจตคติหรือความรู้สึกละดับตามแบบของออสกู๊ดนี้ แบ่งเป็น 7 ระดับ คือ 7 6 5 4 3 2 1 (หรือ 3 2 1 0 (-1) (-2) (-3)) จากคุณศัพท์ทางบวกไปหาคุณศัพท์ทางลบ การตอบผู้ตอบตอบทุกข้อ โดยแต่ละข้อเลือกระดับที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงมากที่สุดผู้ตอบจะได้คะแนนตามระดับที่เลือกตอบแต่ละข้อ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยได้เป็นคะแนนเจตคติของผู้นั้น

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกที่จะประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้าน ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ ตามแบบวัดเจตคติของ ลีเคิร์ท โดยเลือกข้อความที่มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะต่างๆ ดังกล่าวที่มีจำนวน 40 ข้อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ปราโมทย์ ขวัญชัยรัตนภูมิ (2537, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สสารและความร้อน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ออกแบบตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยใช้ชุดการสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนจิตวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่สอนโดยการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุดสงวน พิมทานาม (2537, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง “สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้กับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอนโดยการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนจิตวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนของกลุ่มทดลอง แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริศิลป์ จารุภาชน์ (2539, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง จักรวาลและอวกาศ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้กับการสอนปกติ ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มที่ทดลองที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอนโดยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนจิตวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กาญจนา น้าแสง (2541, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ชุดการเรียนรู้เรื่อง กลไกมนุษย์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้ปรากฏผลว่า ชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นทั้ง 6 ชุด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ตามที่กำหนดความก้าวหน้าของผู้เรียน นักเรียนสามารถเรียนรู้จากชุดการเรียนรู้ โดยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคิดเห็นว่า มีความพอใจในการเรียนจากชุดการเรียนรู้แต่ละชุดในระดับมาก

คณิงนิจ ชุตินาสถาพร (2541, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการ ทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .016

อัครเดช สมศิลา (2541, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุวรรณ อรุโณทัยพิพัฒน์ (2542, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างและทดลองใช้ ชุดการเรียนรู้สำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง “ปรากฏการณ์ เรือนกระจก” วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียนรู้สำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.50/89.08 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่กำหนดไว้ 2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

เทอดชัย บัวผาย (2543, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแบบฝึกมีค่าเท่ากับ 77.89/78.17 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภัลลภ อินทมาตร (2543, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 83.66/81.49 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนด้วยชุดการเรียนรู้

ภรณ์ จันทร์เทียน (2544, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนรู้ คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องประวัติศาสตร์ สมัยกรุงศรีอยุธยาและกรุงธนบุรี สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า 1) ชุดการเรียนรู้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ประวัติศาสตร์ สมัยกรุงศรีอยุธยาและกรุงธนบุรี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 84.76 / 86.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องประวัติศาสตร์ สมัยกรุงศรีอยุธยา และกรุงธนบุรี ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กุสุมา พันธุ์ไพล (2544, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการสอนโดยใช้ของเล่น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยการใช้ของเล่น มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้การเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์โดยการใช้ของเล่นมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรัสวลัย สนทนา (2544, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สารเคมีสำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า ชุดการเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สารเคมี มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 93.79/80.00 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความก้าวหน้าทางการเรียนของ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัชรินทร์ คงพิบูลย์ (2544, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องชุดการเรียนรู้ เรื่องการผลิตสไลด์ มัลติวิชชั่นเบื้องต้น ผลวิจัยปรากฏว่าชุดการเรียนรู้ เรื่อง การผลิตสไลด์มัลติวิชชั่นเบื้องต้นมี ประสิทธิภาพ 82.10/80.10 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนชุดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นิวัฒน์ ไม้ใหญ่เจริญวงศ์ (2544, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพ ของชุดการเรียนรู้ได้ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จริยา ศรีสุคติ (2545, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการศึกษาพบว่า ชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 82.89/81.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยหลัง การใช้ชุดการเรียนรู้มีคะแนนสูง กว่าก่อนการใช้

2. งานวิจัยต่างประเทศ

บราวเลย์ (Brawley, 1975) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ชุดการเรียนรู้แบบสื่อประสม เรื่อง “การบอกเวลา” กับเด็กเรียนช้า โดยผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ให้เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้และกลุ่มควบคุมให้เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนที่ เรียนจากชุดการเรียนรู้แบบสื่อประสมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ

คูคินี่ (Cudney, 1975, p.26) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะการพยาบาล ที่มหาวิทยาลัยเคลานเวร์ การวิจัยครั้งนี้กระทำกับกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน จากนักศึกษาทั้งหมด 100 คน

ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเรียนนอกเวลาสัปดาห์ละ 4 วัน โดยการเรียนกับชุดการเรียนรู้อย่างเดียวตนเองเป็นเวลา 56 ชั่วโมง ปรากฏว่าผลการเรียนที่ได้รับมีผลดีเท่ากับกลุ่มที่เรียนตามปกติเป็นเวลา 2 ภาคเรียน

เอ็ดเวิร์ดส์ (Edwards, 1975, p.25) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนในเรื่อง “ประสบการณ์ในการสอนแบบจุลภาค” โดยใช้ชุดกิจกรรมเรียนด้วยตนเอง และได้รับคำแนะนำจากครู กับการใช้ชุดกิจกรรมเรียนด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมีผู้แนะนำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 25 คน ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มีค (Meek, 1975, p. 4295-A) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้ชุดกิจกรรมกับวิธีสอนแบบธรรมดา ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนด้วยวิธีสอนธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นของผู้ที่อยู่ในกลุ่มทดลองทุกคน โดยทำการสำรวจทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าทุกคนมีพัฒนาการทางเจตคติที่ดีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บูดร์คอลซ์ (Boudreaux, 1975, p. 609-614) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาธรณีวิทยากับนักเรียนเกรด 9 โดยใช้ชุดการเรียนรู้อะบบบรรยาย ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้อะบบบรรยายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการบรรยาย

บาร์ด (Bard, 1975, p.722-733) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ ผลปรากฏว่านักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยที่เรียนสำเร็จรูปกับนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยที่เรียนด้วยการสอนปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน

ชาร์เตอร์ (Shorter, 1982, p.4692-A) ได้สร้างชุดการสอนด้วยตนเองเพื่อแนะนำประสบการณ์ด้านวิชาชีพเกษตรกรรมเรื่องการใช้จ่ายของนักเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนตามปกติ

วีวาส (Vivas, 1985, p. 46-30A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาและประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอล่าโดยใช้ชุดกิจกรรมจากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการพัฒนาทักษะทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเซวปัญหา และด้านการปรับตัวทางสังคม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเซวปัญหา และด้านการปรับตัวทางสังคมหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

วิลสัน (Wilson, 1996, p. 416) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการเรียนรู้ของครู เพื่อแก้ปัญหาเด็กเรียนช้าด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการเรียนรู้มีผลดีกว่าการสอนตามปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนช้า

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ พอสรุปได้ว่า ชุดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนได้ผลดี ทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์และรายวิชาอื่นๆที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน สามารถช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้ตามที่ตั้งเอาไว้และจากผลงานวิจัยที่นำมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้กับการสอนปกติ แสดงให้เห็นว่า ชุดการเรียนรู้นั้นสามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการที่จะสร้างชุดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูสามารถนำไปใช้ในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการส่งเสริมให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้เป็นอย่างดี