

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้
2. เนื้อหาในบทเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ
 - 2.1 คำอธิบายรายวิชา
 - 2.2 จุดประสงค์รายวิชา
3. ชุดทดลองและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 แนวคิดเกี่ยวกับชุดทดลอง
 - 3.2 ประเภทของการทดลอง และชุดทดลอง
 - 3.3 แนวทางการสร้างชุดทดลอง
 - 3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.5 แนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
 - 4.1 การเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ์
 - 4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์
5. การประเมินผลชุดทดลอง
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้

รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนควรมีการจูงใจ และเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือ

ใช้สื่อประกอบกันหลาย ๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่น่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร้าความสนใจแล้วยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วยตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่น ๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น กดแป้น Spacbar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

1. เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

- 1.1 ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน
- 1.2 ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ
- 1.3 ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่งจนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใด ๆ จึงเปลี่ยนไปสู่แฟรมอื่น ๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน
- 1.4 เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาระดับความรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคการนำเสนอภาพผลพิเศษเข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้น ๆ และง่าย

3. เลือกใช้สีที่ตัดกันฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม
4. เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟิก และเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน
5. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

1.2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้วยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าว ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากจะมีผล

ดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบด้วยว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียนจะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิดได้แก่วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะสามารถวัดได้ และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้าง ๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

1. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้น ๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจไม่ต้องแปลความอีกครั้ง
2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่เข้าใจของผู้เรียนโดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วน ๆ ซึ่งจะ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อย ๆ
4. ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่าหลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อย ๆ
6. อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพที่ละข้อก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้
7. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้นอาจใช้กราฟิกง่าย ๆ เข้าช่วย เช่น ตีกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

1.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วัธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากจะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐาน

แล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของ
ผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอ
ไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ
การทบทวนความรู้เดิมอาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อน
หน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะ
สม ปริมาณมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อตัวด้านทาน
แบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจวิธีการหาความต้านทานรวม กรณีนี้ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิม
ของผู้เรียนก่อนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการ
ทดสอบก่อน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการ
ต่อตัวด้านทานแบบอนุกรม และแบบขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าวเพื่อ
เป็นการทบทวนก่อนก็ได้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

1. ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อ
เตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน
2. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพสามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็น
กับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด
3. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบควรใช้เวลาสั้น ๆ กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์
ประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด
4. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อไป
ศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
5. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการ
กระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้วหรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดย
อาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

1.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำ
เสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้น ๆ ง่ายแต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะ
ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว
โดยหลักการที่ว่าภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมี

ความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว

ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิตอลต่าง ๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดีสก์ กล้องถ่ายภาพวิดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานานไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซับซ้อน เข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุลขององค์ประกอบ ภาพไม่ดี เป็นต้น ดังนั้นการเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ ๆ
2. เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบในการนำเสนอเนื้อหาใหม่แทนข้อความคำอธิบาย
4. การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การติกรอบ การกระพริบ
5. การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังเกตที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น
6. ไม่ควรใช้กราฟฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
7. จัดรูปแบบของคำอธิบายให้น่าอ่าน หากเนื้อหาควรจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอน ๆ
8. คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย
9. หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
10. ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหาและไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
11. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้น ๆ คำนึงและเข้าใจความหมายตรงกัน

12. ชวนนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง แทนที่จะให้กดแป้นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน

13. โดยวิธีการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

1.5 ชี้นำแนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระชับ (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้ และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิค ในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระชับเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่าการใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วยได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่าง และเข้าใจมโนคติของเนื้อหาต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึงความพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้นำจากจุดกว้าง ๆ และแคบลง ๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้นการใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้นำแนวทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ย่อยกว่าตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้นำแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

1. บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
2. ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
3. นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้นเช่น ตัวอย่างการเปิดหน้าต่างหลาย ๆ ค่า เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง เป็นต้น
4. นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ

5. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม

6. บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้ และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

1.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อได้เปรียบกว่าสื่อทัศนูปกรณ์อื่น ๆ เช่น วัสดุทัศน ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรมและปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนคิดหาหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น

ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่องโดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองตอบบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเดิมข้อความสั้น ๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
3. ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหาตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา
4. เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้เวลาเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ
5. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก
6. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบหรือทำผิด 2 – 3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป

7. เฟรมตอบสนองของผู้เรียน เฟรมคำถาม และเฟรมการตรวจปรับเนื้อหาควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้

8. ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 ควรเคาะเว้นวรรคประโยคยาว ๆ ข้อความเกิดหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

1.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำท่ายโดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ส่วนใดห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพหรือกราฟฟิคอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผลว่าหากทำผิดแล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่าง เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบเกมการสอนแบบแวนคอสสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อย ๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการแวนคอส วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขยับยานสู่ดวงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน
2. ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบ และการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน
3. ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟฟิคที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้
4. หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
5. อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลนในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

6. เฉลยคำตอบที่ถูกต้องหลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2 – 3 ครั้งไม่ควรปล่อยเวลาให้เสียไป
7. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
8. พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

1.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมาหลายหัวเรื่องย่อยอาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบทดสอบบทเรียนต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ
2. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก
3. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจรับคำตอบ ควรอยู่บนแฟ้มเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว
4. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์
5. ในแต่ละข้อควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วยซึ่งควรแยกออกเป็นหลาย ๆ คำถาม
6. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากเหมาะสมและมีความเชื่อมั่นเหมาะสม
7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรตัด

สินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเส้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

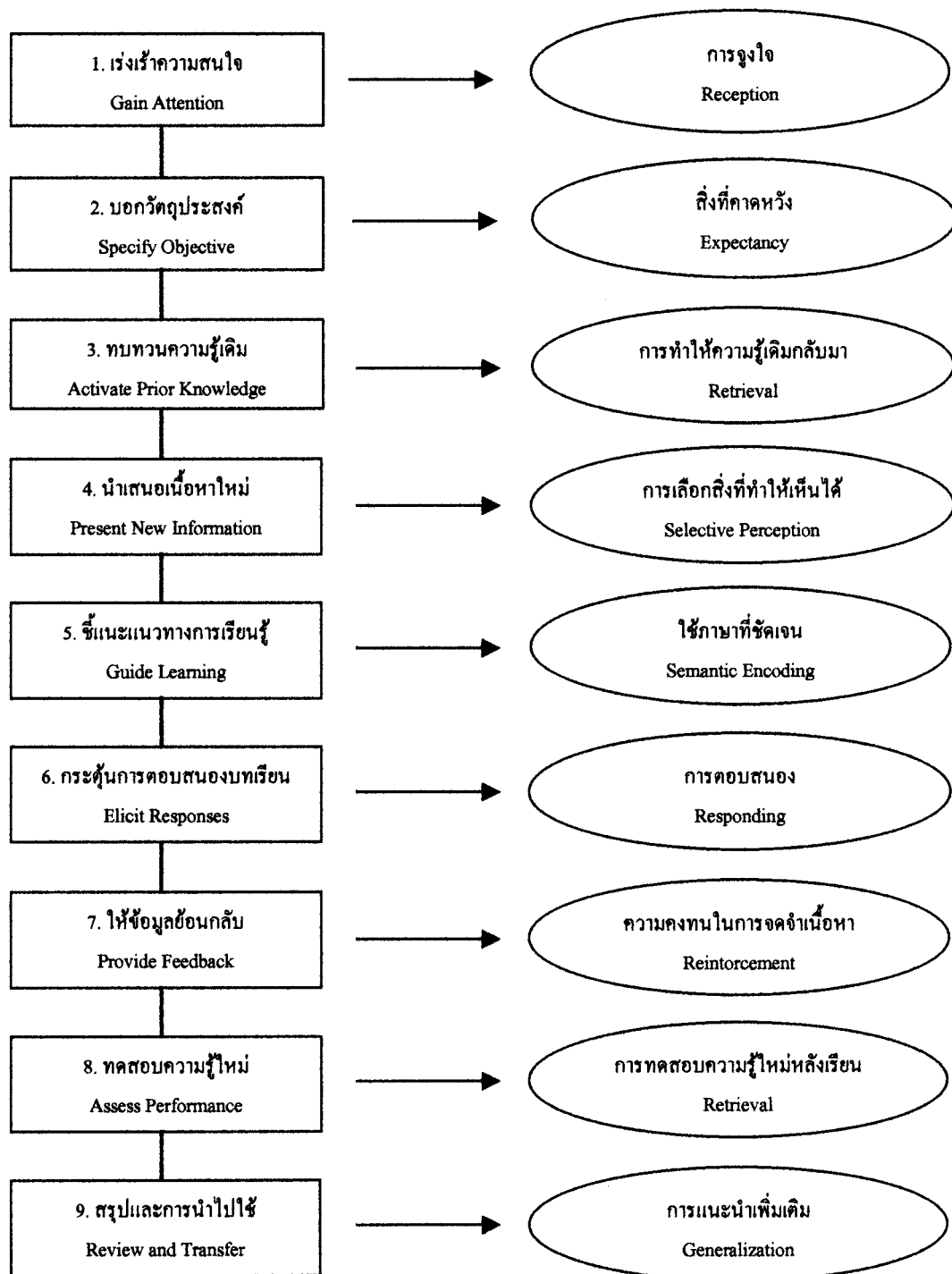
8. แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลาย ๆ ประเภทไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

1.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญ ๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกันบทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อไป บทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญ ๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป



ภาพที่ 2.1 การสอนของ Robert Gagne

ขั้นตอนการสอนทั้ง 9 ประการของโรเบิร์ต กาย (Robert Gagne) เป็นโมดิกกว้าง ๆ แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน และการสร้างชุดทดลอง การทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. เนื้อหาในบทเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

2.1 คำอธิบายรายวิชา

ตามหลักสูตร โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (2544) ได้บรรจุเนื้อหาเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ไว้ในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 (PH 1002) สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โดยมีความมุ่งหมายที่จะให้นักเรียนนายร้อยศึกษาเกี่ยวกับ

2.1.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เริ่มศึกษาจากสถานการณ์การคิดเหรียญ การทดลองหาเส้นทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และการศึกษาภาพถ่ายการตกของลูกบอล นักเรียนจะสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งพาราโบลาประกอบด้วยการเคลื่อนที่ทั้งแนวดิ่ง และแนวนอนพร้อม ๆ กัน โดยวัตถุจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัว และการเคลื่อนที่ในแนวนอนด้วยความเร็วคงตัว ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จึงแยกการพิจารณาการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง และแนวนอนแยกออกจากกัน ต่อจากนั้นเป็นการนำความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.1.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม นักเรียนจะศึกษาสถานการณ์การแกว่งวัตถุผูกติดไว้กับเชือก การทดลองโดยใช้เครื่องมือชุดการเคลื่อนที่ในแนววงกลม ซึ่งทำให้ได้ข้อสรุปว่า วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมต้องมีแรงสู่ศูนย์กลาง กระทำต่อวัตถุนั้นและปริมาณอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น คาบ ความถี่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และความเร่งสู่ศูนย์กลาง เป็นต้น นอกจากนี้จะได้ศึกษาการนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมไปประยุกต์ใช้ เช่น การเลี้ยวโค้งของรถยนต์ การเคลื่อนที่ของวัตถุบนรางวงกลมที่ตั้งอยู่ในแนวดิ่ง หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งผูกด้วยเชือกแล้วแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่ง การเคลื่อนที่ของดาวเทียมในวงโคจรรอบโลก และการเคลื่อนที่ของประจุในสนามแม่เหล็ก

2.1.3 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย นักเรียนจะศึกษาจากสถานการณ์การเคลื่อนที่ในแนวระดับของรถทดลองที่ยึดติดปลายลวดสปริง โดยรถทดลองจะเคลื่อนที่กลับไปมาซ้ำทางเดิมผ่านจุดสมดุล เรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบสั่น แล้วศึกษาต่อไปจนสรุปได้ว่า การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแอมพลิจูดคงตัว จากนั้นหาความ

สัมพันธของการกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ในการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จากการ
ศึกษาของเงาของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบตั้ง

2.1.4 การเคลื่อนที่แบบหมุน เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบหมุนของวัตถุ
รอบแกนหมุนที่หมุนรอบแกนที่ตรึงไว้ โดยจะศึกษาจากสถานการณ์การหมุนของวัตถุรูปวงกลมที่มี
มีขนาดต่างกันแต่มีมวลเท่ากัน ซึ่งจะนำไปสู่ความรู้ และความหมายของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการ
เคลื่อนที่แบบหมุน เช่น ทอร์ก โมเมนต์ความเฉื่อย ความเร็วเชิงมุม ความเร่งเชิงมุม และ โมเมนต์
เชิงมุม กฎการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม พร้อมทั้งศึกษาวิธีการหาค่าพลังงานจลน์ของการหมุน และ
พลังงานจลน์ของการกลิ้ง

2.2 จุดประสงค์รายวิชา

2.2.1 บอกได้ว่าการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง

2.2.2 ในการทดลองหาแนวการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ พร้อมทั้งสรุปได้ว่า
แนวทางการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์เป็นเส้นโค้งพาราโบลา

2.2.3 อธิบายได้ว่า วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์นั้นประกอบด้วยการเคลื่อนที่
ทั้งในแนวตั้ง และในแนวระดับพร้อมกัน

2.2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์
โดยใช้หลักการคำนวณหาปริมาณเหล่านั้นจากวัตถุที่ตกในแนวตั้งโดยเสรี และวัตถุที่เคลื่อนที่ใน
แนวระดับด้วยความเร็วคงตัวเป็นอิสระต่อกัน และสรุปจากความสัมพันธ์นั้นได้ว่า วัตถุเคลื่อนที่เป็น
แนวโค้งพาราโบลา

2.2.5 คำนวณหาการกระจัด เวลา และความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์
ได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

2.2.6 อธิบายได้ว่า วัตถุเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์เคลื่อนที่ได้ระยะทางตามแนวระดับ
ไกลที่สุด สำหรับความเร็วต้นค่าหนึ่งเมื่อความเร็วต้นมีทิศทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ

2.2.7 อธิบายการหาทิศของแรงที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมในแนวระดับ

2.2.8 บอกความหมายของปริมาณต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ในแนววงกลม เช่น แรงสู่
ศูนย์กลาง คาบ ความถี่ เป็นต้น

2.2.9 ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ แรงดึงในเส้นเชือก และรัศมีของ
การเคลื่อนที่ในแนววงกลมซึ่งนำไปสู่ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็ว

2.2.10 อธิบายความหมายของความเร่งสู่ศูนย์กลางได้

2.2.11 อธิบายและหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลของวัตถุแรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็ว
และรัศมีของวงกลมของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม

2.2.12 อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่บนทางโค้งของรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และรถจักรยานบนถนนราบ และบนถนนเอียง

2.2.13 คำนวณหามุมเอียงของถนนโค้งที่จะทำให้รถแล่นด้วยอัตราเร็วที่กำหนดให้ได้อย่างปลอดภัย

2.2.14 คำนวณหามุมเอียง และอัตราเร็วสูงสุดในการเลี้ยวอย่างปลอดภัยบนทางราบของยานพาหนะต่าง ๆ

2.2.15 คำนวณหาแรงที่กระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่บนรางวงกลมที่ตั้งอยู่ในแนวตั้งได้

2.2.16 บอกได้ว่า อัตราเร็วของวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมที่ตั้งอยู่ในแนวตั้งได้

2.2.17 บอกได้ว่า อัตราเร็วของวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบตั้งโดยไม่มีแรงภายนอกกระทำมีค่าไม่เท่ากัน

2.2.18 อธิบายความหมายของอัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และบอกความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง และอัตราเร็วเชิงมุมได้

2.2.19 ใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนววงกลมอธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเทียมในวงโคจรรอบโลก และการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

2.2.20 บอกความหมายของการเคลื่อนที่แบบสั่นและการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

2.2.21 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายจากการศึกษาการเคลื่อนที่ของเงาของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ

2.2.22 คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

2.2.23 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับมุม ความเร็วกับมุม และความเร่งกับมุมได้

2.2.24 บอกได้ว่าการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา โดยมีช่วงของการแกว่งเป็นมุมแคบ ๆ เป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2.2.25 บอกได้ว่า วัตถุที่เปลี่ยนสภาพการหมุนจะต้องมีทอร์กไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ

2.2.26 อธิบายวิธิตศของการกระจัดเชิงมุม และความเร็วเชิงมุมได้

2.2.27 บอกความหมายของความเร่งเชิงมุมได้

2.2.28 บอกความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก มวลของวัตถุ รัศมีของการหมุน และ ความเร่งเชิงมุมได้

2.2.29 บอกความหมายของโมเมนต์ความเฉื่อย และบอกความสัมพันธ์ระหว่าง โมเมนต์ความเฉื่อยกับทอร์ก และความเร่งเชิงมุมได้

2.2.30 บอกได้ว่าผลคูณ ระหว่างโมเมนต์ความเฉื่อยกับความเร่งเชิงมุมของวัตถุ เรียกว่าโมเมนต์เชิงมุมของวัตถุ

2.2.31 บอกได้ว่า สำหรับของวัตถุที่กำลังหมุน ถ้าทอร์กหรือผลรวมของทอร์กของ แรงที่กระทำกับวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะมีโมเมนต์เชิงมุมคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม

2.2.32 ใช้กฎการอนุรักษ์ของโมเมนต์เชิงมุมหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2.2.33 บอกได้ว่า วัตถุที่กำลังหมุนย่อมมีพลังงานจลน์ของการหมุน และคำนวณหาค่า ได้เมื่อกำหนดปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้

การวิจัยเรื่อง การสร้างชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เป็นการวิจัยเชิงการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้น กับชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่จัดซื้อจากประเทศเยอรมัน และเพื่อตรวจสอบผลการทดลองที่ได้จากชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้นกับทฤษฎีของแรงสู่ศูนย์กลาง โดยจะเน้นไปในเรื่องการสร้างชุดทดลองเพื่อทดแทนกับชุดทดลองของบริษัท PEF WY ที่จัดซื้อจากประเทศเยอรมันซึ่งมีราคาแพงมาก และมีปัญหาเกี่ยวกับการซ่อมบำรุง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอขั้นตอนที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น ได้แก่

1. เนื้อหาในบทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ
2. ชุดทดลองและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
4. การประเมินผลชุดทดลอง
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีรายละเอียดในส่วนที่จะเกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้เท่านั้น เนื้อหาบางอย่างอาจจะไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

3. ชุดทดลองและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1 แนวคิดเกี่ยวกับชุดทดลอง

ในการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชาต่าง ๆ สิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ คือ การทดลองหาข้อเท็จจริง ซึ่งอาจเป็นการพิสูจน์ทฤษฎีหรือค้นหาทฤษฎีใหม่ ดังนั้น ชุดทดลองจึงมีความสำคัญมาก ในส่วนของแนวคิดเกี่ยวกับชุดทดลอง ขอนำเสนอความหมาย ความสำคัญ และระดับของการทดลอง

3.1.1 ความหมายของชุดทดลอง ชุดทดลองเป็นอุปกรณ์ช่วยสอนที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อแสดงเนื้อหาที่เป็นกฎ สูตร หรือทฤษฎีที่กำหนดไว้แล้ว หรือใช้เพื่อทดลองหาความสัมพันธ์เพื่อสร้างกฎเกณฑ์ขึ้นใหม่ สามารถพิสูจน์ได้หรือแสดงให้เห็นจริงได้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530 : 77)

3.1.2 ความสำคัญของชุดทดลอง ชุดทดลองและการทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการของทฤษฎีและปฏิบัติด้วยการลงมือปฏิบัติ รวมทั้งฝึกฝนเพื่อให้เกิดทักษะจากการทดลอง ความสำคัญของชุดทดลองและการทดลองพอที่จะประมวลได้ดังต่อไปนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530 : 78 ; ประกาศิต ดันตือลงการ, 2535: 10 ; พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงษ์, 2540 : 8)

3.1.3 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ขณะทำการทดลอง

3.1.4 ผู้เรียนเห็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการทดลอง แทนการบอกเล่า และจินตนาการ

3.1.5 แสดงเนื้อหาทีละขั้นตอนได้

3.1.6 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้

3.1.7 ค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้เอง

3.1.8 ทำให้ความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

3.1.9 พัฒนาความสามารถในการสังเกต และการประเมินผล

3.1.10 พัฒนานิสัยของการค้นคว้า

3.1.11 พัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

3.1.12 ทำให้เกิดความสนุกสนานในการเรียน

ระดับของการทดลอง ระดับของการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ เพื่อดำเนินการวิจัย เพื่อปรับปรุงงานปฏิบัติ และใช้ในการพิสูจน์ทฤษฎี (Leignbody และ Kidd, 1969 : 90 อ้างถึงใน พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงษ์, 2540 : 8)

1. เพื่อดำเนินการวิจัย เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในปัญหาที่ยังไม่สามารถค้นหาผลลัพธ์ที่พอใจได้ หรือค้นหากฎต่าง ๆ ของธรรมชาติที่ยังไม่เคยตั้งเป็นกฎมาก่อน

2. เพื่อปรับปรุงงานปฏิบัติ เป็นการปรับปรุงกระบวนการต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ ด้วยการคัดแปลงความรู้ที่มีอยู่ให้เหมาะสม

3. ใช้ในการพิสูจน์ทฤษฎี เป็นการเน้นสร้างความเข้าใจให้สมบูรณ์ต่อหลักการต่าง ๆ และเพื่อตอบคำถามหลักการต่าง ๆ เหล่านี้เข้าไปประทับในความคิดของผู้เรียน

3.2 ประเภทของการทดลองและชุดทดลอง

3.2.1 ประเภทของการทดลอง การทดลองแบ่งออกตามวัตถุประสงค์เป็น 2 ประเภท คือ ชุดทดลองสำหรับผู้สอน และชุดทดลองสำหรับผู้เรียน (ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง, 2533 : 9)

3.2.2 งานทดลองตามแบบแผน หมายถึง งานทดลองที่ต้องปฏิบัติตามแบบแผนที่กำหนด ผู้เรียนมีหน้าที่ปฏิบัติตามขั้นตอน และสรุปผลตามคำสั่งที่กำหนด

3.2.3 งานทดลองที่ไม่มีแบบแผน หมายถึง งานทดลองที่ไม่ต้องมีแบบแผนใด ๆ นอกจากจุดประสงค์ของงานปฏิบัตินั้น ๆ ส่วนเครื่องมือ อุปกรณ์ วิธีการ และขั้นตอนที่ใช้นักศึกษาต้องค้นคว้าเอง จากคำแนะนำของผู้สอน

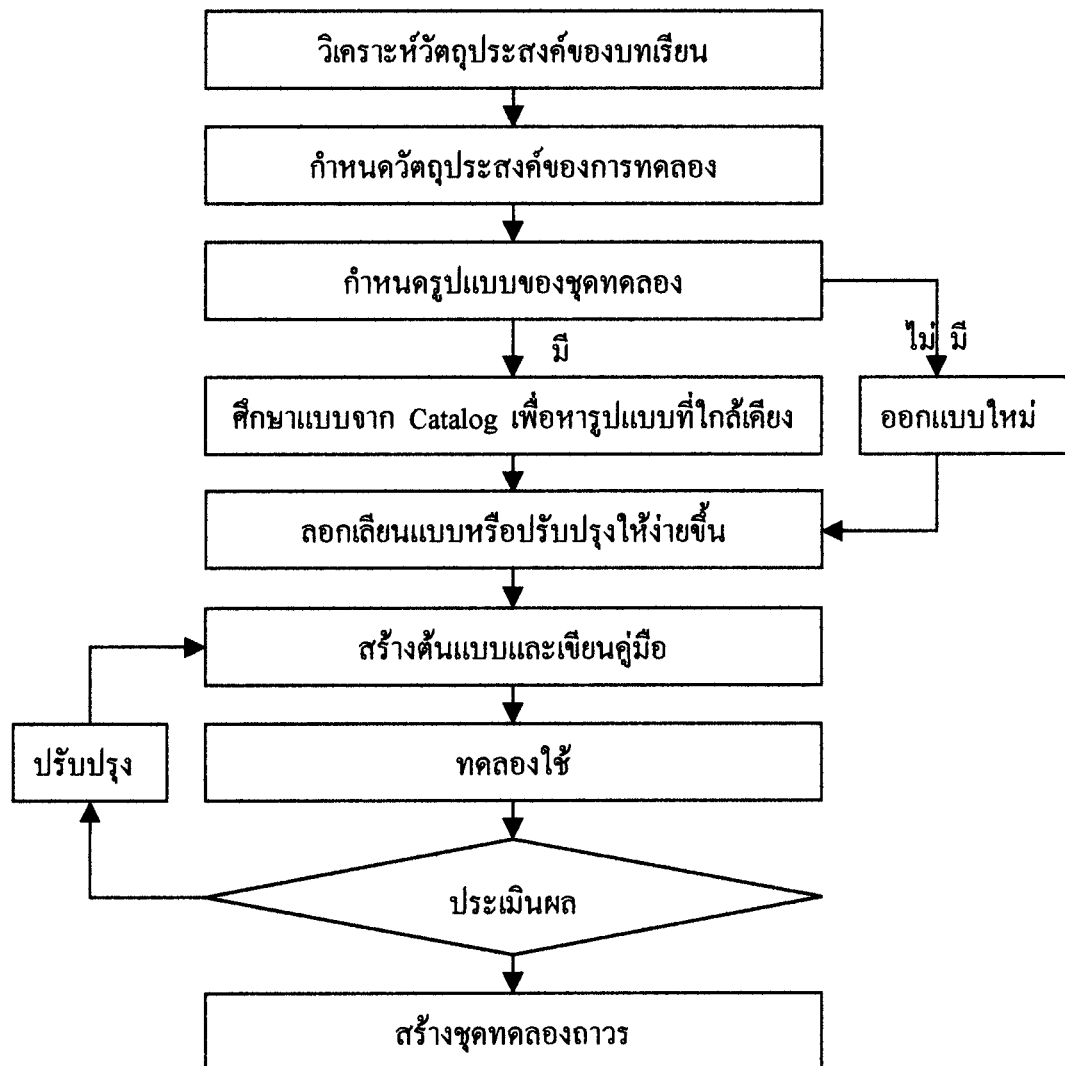
3.2.4 ประเภทของชุดทดลอง ชุดทดลองแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ชุดทดลองสำหรับผู้สอน และชุดทดลองสำหรับผู้เรียน (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530 : 78)

3.2.5 ชุดทดลองสำหรับผู้สอน เป็นชุดทดลองที่ออกแบบสำหรับผู้สอน เพื่อสาธิตประกอบการสอนหน้าชั้นเรียน ในวิชาเชิงทฤษฎี เพื่อพิสูจน์สูตร สรุปกฎ ชุดทดลองประเภทนี้จะสรุปเนื้อหาในเนวกว้างมากกว่ารายละเอียดและมีขนาดใหญ่เพียงพอ

3.2.6 ชุดทดลองสำหรับผู้เรียน เป็นชุดการสอนที่ออกแบบสำหรับผู้เรียน มีขนาดเล็กกว่าแบบแรก ค่าที่ได้จากการทดลองจะมีความแน่นอนและอ้างอิงได้ ชุดทดลองประเภทนี้ยังแบ่งออกเป็นชุดทดลองรายบุคคล และชุดทดลองรายกลุ่ม

3.3 แนวทางการสร้างชุดทดลอง

การออกแบบสร้างชุดทดลอง ควรพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ มีขนาดเหมาะสม มีความสะดวก และความปลอดภัยในการใช้งาน มีความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้งาน การสร้างชุดทดลองมีขั้นตอนดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530 : 71)



ภาพที่ 2.2 แสดงแนวทางการออกแบบเพื่อสร้างชุดทดลอง

3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา, 2537 : 17) การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องรู้ความหมาย ประเภท และวิธีการที่เหมาะสม พร้อมทั้งบ่งบอกความสามารถที่เกิดทักษะแต่ละทักษะไว้ด้วย

3.4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

จีเกา (Gega, 1986 : 113) ให้ความหมายว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือในการเรียนรู้ของเด็ก เพื่อให้เข้าใจ เนื้อหา หรือผลิตผล โดยมีทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ” ในขณะที่ คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1971 : 568-573) และปีเตอร์สัน (Peterson, 1973 : 153) ให้ความหมายที่สอดคล้องกันว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการและวิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ส่วน สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 147) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะกระบวนการทางความคิด เป็นกระบวนการทางปัญญา ฉะนั้นจึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหา” ทั้งนี้ วรรณทิพา รอดแรงคำ และ จิต นวนแก้ว (2532 : 43) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษา ค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ” ซึ่งความหมายที่ ผดุงศดวงมาลา (2531 : 33) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า “วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้วิธีหนึ่งที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลองนั้น ผู้ทดลองจะมีโอกาสได้ฝึกฝน ทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปในขณะเดียวกัน เช่น ฝึกการสังเกต บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ทำการวัดและหาความสัมพันธ์ของตัวแปร สิ่งเหล่านี้เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ” นอกจากนี้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามความคิดของ พัทธรา ทวีวงศ์ ณ อุรุยา (2537 : 17) คือ “ทักษะกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของ Science A Process Approach (SAPA) ที่พัฒนาขึ้นจากการสนับสนุนของสมาคมอเมริกัน เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science) มีชื่อย่อว่า AAAS ได้จัดการสัมมนา เพื่อวิเคราะห์หาขั้นตอนในการทำงานที่เรียกว่ากระบวนการ (Process) ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ ซึ่งพบว่าทั้งหมด 13 ทักษะ แบ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการลงความเห็น ทักษะการวัด ทักษะการจำแนก ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย และทักษะการพยากรณ์ กับทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นผสม อีก 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป”

ดังที่กล่าวมาแล้ว ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในความคิดของนักการศึกษาหลายท่าน พอสรุปความหมายได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง การแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาวทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ได้ด้วยการกระทำที่เกิดจากการคิดอย่างมีระบบ และปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จนเกิดความชำนาญและคล่องแคล่ว ประกอบด้วยทักษะ 13 ทักษะ

3.4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะการศึกษาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า การทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง จึงใช้เกณฑ์ของสมาคมอเมริกันเพื่อก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS)

จร ลวนางกูร, 2542 : 85 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2534 : 14 - 30 ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ได้แก่

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปรับสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อหาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต จะประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น

2. การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดแล้ว ได้แก่ เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง และระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับของวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วมิติของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุเปรียบได้กับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรืออื่นๆ ความสามารถที่

แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณได้คือ การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ และการคำนวณ ได้แก่ บอกวิธีการคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้อง แสดงวิธีคิดคำนวณได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เขียน และบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลได้คือ เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้ บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความเห็นแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทดลองโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์แล้ว คือ การพยากรณ์ทั่วไปเป็นการทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ และการพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณเป็นการทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ และทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลอง อาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบในภายหลังการทดลอง หาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติ

ฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐานแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่ง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่มีผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ ชี้บ่ง และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน คือ

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การออกแบบการทดลองก่อนลงมือจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง และอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองแล้ว คือ ออกแบบการทดลอง โดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม พร้อมทั้งระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม และบันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต และทักษะการคำนวณ

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ แปลความหมายหรือบรรยาย
ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

3.5 แนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
จากการใช้ทักษะด้านต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ การสอนที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติ
กรรมทางด้านความรู้ พัฒนาความคิด นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้น
คว้าหาความรู้ด้วยตนเอง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ ซึ่งมีผู้เสนอ
ไว้ดังต่อไปนี้

3.5.1 หลักการฝึกบ่อย ๆ ทำซ้ำ จนเกิดความชำนาญ นำไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว
(สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531 : 23)

3.5.2 การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ หรือการใช้ชุดกิจกรรมประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ หรือฝึกทำโครงงาน
(อรุณี ลีกันข, 2533 : 23)

3.5.3 ใช้หนังสือการดูประกอบการสอนช่วยเสริมสร้าง และพัฒนาทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ได้ (ยุคลธร สังข์สอน, 2538 : 34)

3.5.4 ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นัก
เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เช่น งานวิจัยของ ประกายวรรณ มณีแจ่ม
(2527) และเอมอร กิตติภัทร เมธา (2537)

3.5.5 ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี (2518 : 1-7) สรุปว่า กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นกิจ
กรรมที่จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยา
ศาสตร์ โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นมีลักษณะสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เน้นการให้นักเรียนได้ค้นคว้าหา
ความรู้ด้วยตนเองที่เรียกว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

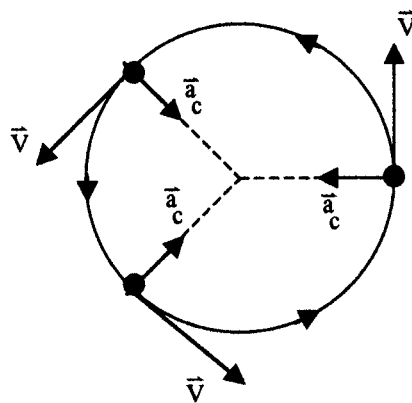
3.5.6 ใช้ชุดกิจกรรมหรือชุดการสอน ดังแนวคิดของ วารินทร์ รัศมีพรหม (2531 : 20)
กล่าวว่า “ เทคโนโลยีของการสอนอย่างหนึ่ง ที่น่าจะนำหลักการมาสร้างเป็นสื่อ เพื่อพัฒนาทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ชุดการสอน ” สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์
(2532), สุรินทร์ มานะปริชาธร (2532), จิต นวนแก้ว (2532), เสาวภา สมวิวัฒนกุล (2541) และ
จเร ลวนางกูร (2542) ที่ใช้ชุดกิจกรรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผล
สัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

3.5.7 การใช้ของเล่นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนได้สัมผัส รับประสบการณ์ตรงในการเล่น ซึ่งนับว่าเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับจากเล่น หรือเรียกว่า เล่นแล้วได้รับความรู้

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

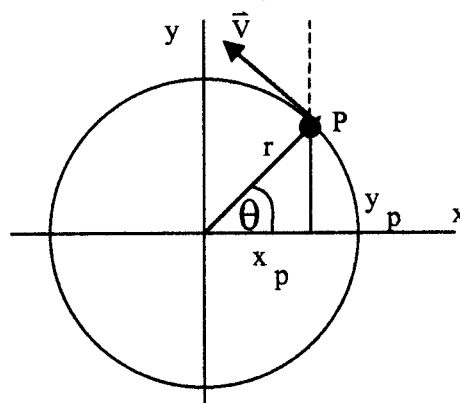
4.1 การเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ (Resnick และ Halliday, 1995 : 60-62)

วัตถุใดก็ตามที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ วัตถุนั้นจะมีวงโคจรทาบแนวเดิมตลอดเวลา โดยวัตถุจะมีอัตราเร็วคงตัว และมีความเร่งสู่ศูนย์กลางเสมอ



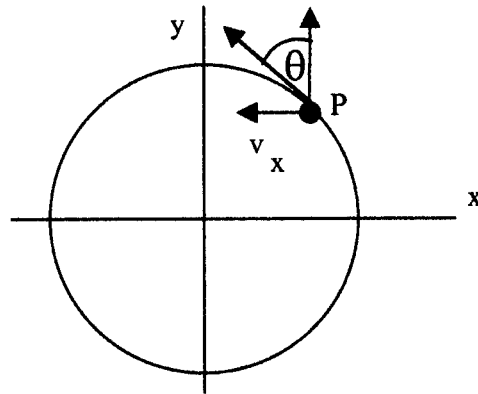
การพิสูจน์ขนาดและทิศทางของความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง

ภาพที่ 2.3 แสดงการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณโดยมีความเร็ว $\vec{v}$ และความเร่งสู่ศูนย์กลาง $\vec{a}_c$

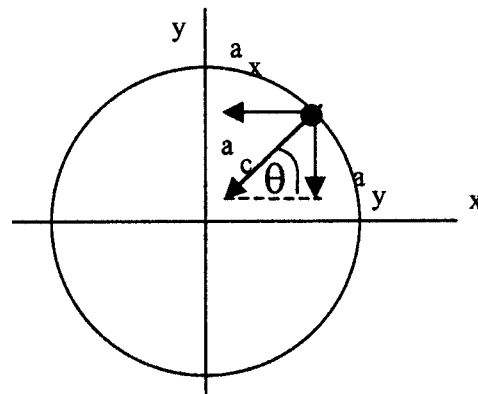


ภาพที่ 2.4 แสดงตำแหน่งและความเร็วขณะเริ่มต้น

$\vec{v}$ v_y



ภาพที่ 2.5 แสดงองค์ประกอบของความเร็ว $\vec{v}$



ภาพที่ 2.6 แสดงองค์ประกอบของความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง a_c
จากภาพที่ 2.5 เขียนเป็นสมการเวกเตอร์ ได้เป็น

$$\begin{aligned}\vec{v} &= v_x \hat{i} + v_y \hat{j} \\ &= (-v \sin \theta) \hat{i} + (v \cos \theta) \hat{j}\end{aligned}\quad (2-1)$$

พิจารณาภาพที่ 2.4 จะได้

$$\cos \theta = \frac{x_P}{r} \quad \text{และ} \quad \sin \theta = \frac{y_P}{r}$$

ดังนั้น จึงเขียนสมการ (2-1) เป็น

$$\vec{v} = \left(\frac{-v y_P}{r} \right) \hat{i} + \left(\frac{v x_P}{r} \right) \hat{j} \quad (2-2)$$

จาก $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$
จาก สมการ (2-2) จะได้

$$\vec{a} = \left(\frac{-v}{r} \frac{dy}{dt} \right) \hat{i} + \left(\frac{v}{r} \frac{dx}{dt} \right) \hat{j} \quad (2-3)$$

จาก $v_y = \frac{dy}{dt} = v \cos \theta$

และ $v_x = \frac{dx}{dt} = -v \sin \theta$

ดังนั้น จึงเขียนสมการ (2-3) ใหม่เป็น

$$\vec{a} = \left(\frac{-v^2}{r} \cos \theta \right) \hat{i} + \left(\frac{v^2}{r} \sin \theta \right) \hat{j} \quad (2-4)$$

ฉะนั้น ขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลาง คือ

$$\begin{aligned} a_c &= \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \\ &= \frac{v^2}{r} \sqrt{(\cos \theta)^2 + (\sin \theta)^2} \end{aligned}$$

ดังนั้น $a_c = \frac{v^2}{r} \quad (2-5)$

จากภาพที่ 2.6

$$\tan \phi = \frac{a_y}{a_x} = \frac{-\frac{v^2}{r} \sin \theta}{-\frac{v^2}{r} \cos \theta}$$

ดังนั้น $\tan \phi = \tan \theta \quad (2-6)$

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน และจากเงื่อนไขการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ์ จะมีแรงลัพธ์กระทำตั้งฉากกับทิศของความเร็ว เราเรียกแรงลัพธ์นี้ว่า แรงสู่ศูนย์กลาง เขียนเป็นสมการได้เป็น

$$F_c = m a_c = \frac{m v^2}{r} \quad (2-7)$$

การวิเคราะห์ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ์

ความถี่ (f) คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งวินาที
คาบ (T) คือ เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ

$$f = \frac{1}{T}$$

อัตราเร็วเชิงเส้น (v) คือ ความยาวตามส่วนโค้งของวงกลม ที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ใน 1 วินาที

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$$

อัตราเร็วเชิงมุม (ω) คือ มุมที่รัศมีเบนจากเดิมเป็นมุมเท่าใดในหนึ่งวินาที มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

จาก
$$v = \frac{2\pi r}{T} = \omega r$$

ดังนั้น
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$$

$$= \frac{4\pi^2 r}{T^2} = 4\pi^2 r f^2 \quad (2-8)$$

และ
$$F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$$

$$= \frac{4m\pi^2 r}{T^2} = 4m\pi^2 f^2 r \quad (2-9)$$

เมื่อ m คือ มวลของวัตถุมีหน่วยเป็น กิโลกรัม
r คือ รัศมี มีหน่วยเป็น เมตร
 F_c คือ แรงสู่ศูนย์กลาง มีหน่วยเป็น นิวตัน
f คือ ความถี่ มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที
T คือ คาบ มีหน่วยเป็น วินาที

4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ (ธีรบุลย์ หล่อวิเชียรรุ่ง และคณะ, 2545 :3)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่ง ซึ่งภายในประกอบด้วย วงจรอื่น ๆ หลายวงจรและทำงานร่วมกัน เช่น หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmetic Logic Unit) วงจรออสซิลเลเตอร์ หน่วยความจำ (Memory : ROM, RAM) วงจรรับสัญญาณอินพุตและขับสัญญาณเอาต์พุต (I/O port) เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานควบคุมต่าง ๆ ได้ดี เนื่องจากสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระ แล้วแต่เราต้องการควบคุมอะไร

1. โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS – 51) (ธีรบุลย์ หล่อวิเชียรรุ่ง และคณะ, 2545 :5)

Microcontroller MCS – 51 มีโครงสร้างหลายลักษณะ ทั้ง 20 pin และ 40 pin โดยมีหน่วยความจำแบบ ROM และ EPROM ภายในมีขนาดไม่เกิน 4 K byte และมีหน่วยความจำแบบ RAM 256 Byte โดย Microcontroller MCS – 51 แบบ Flash มีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ต คือ PO, P1, P2 และ P3 แต่ละพอร์ตจะมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบมี 2 ทิศทาง คือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต

2. การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี (ธีรบุลย์ หล่อวิเชียรรุ่ง และคณะ, 2545 :39)

มีโครงสร้างของภาษา คือ คอมไพเลอร์ไดเรกทีฟ (Compiler Directive) และ ตัวโปรแกรม (Body)

คอมไพเลอร์ไดเรกทีฟเป็นส่วนของโปรแกรมที่บอกให้คอมไพเลอร์รวมไฟล์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในส่วนนี้เข้ากับโปรแกรมที่เขียนขึ้น โดยมีรูปแบบ ดังนี้

```
# include < ชื่อไฟล์.h >
```

```
เช่น  # include < AT 8958252.h >
      # include < AT 89 x 51.h >
      # include < reg51.h >
```

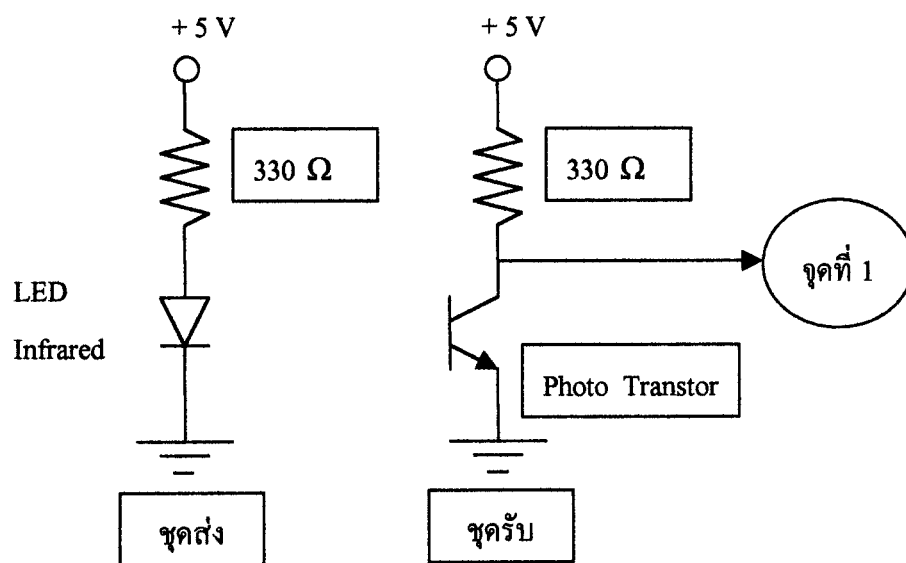
ตัวโปรแกรม เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องเขียนขึ้นเอง ประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ หรือ ฟังก์ชันต่าง ๆ รวมกันเป็นโปรแกรม โดยอย่างน้อยต้องมีฟังก์ชัน main หนึ่งฟังก์ชัน

```
void main (void)
{
    คำสั่งต่าง ๆ
}
```

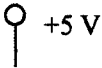
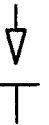
3. พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต (I/O port) (วิวัฒน์ ประกอบผล, 2545 : 7-7)

พอร์ตมีหน้าที่ทำให้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกได้ แล้วแต่วัตถุประสงค์ในการใช้งานและคุณสมบัติของพอร์ต เช่น สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ Pushbutton, Keypad, Sensor, LCD เป็นต้น

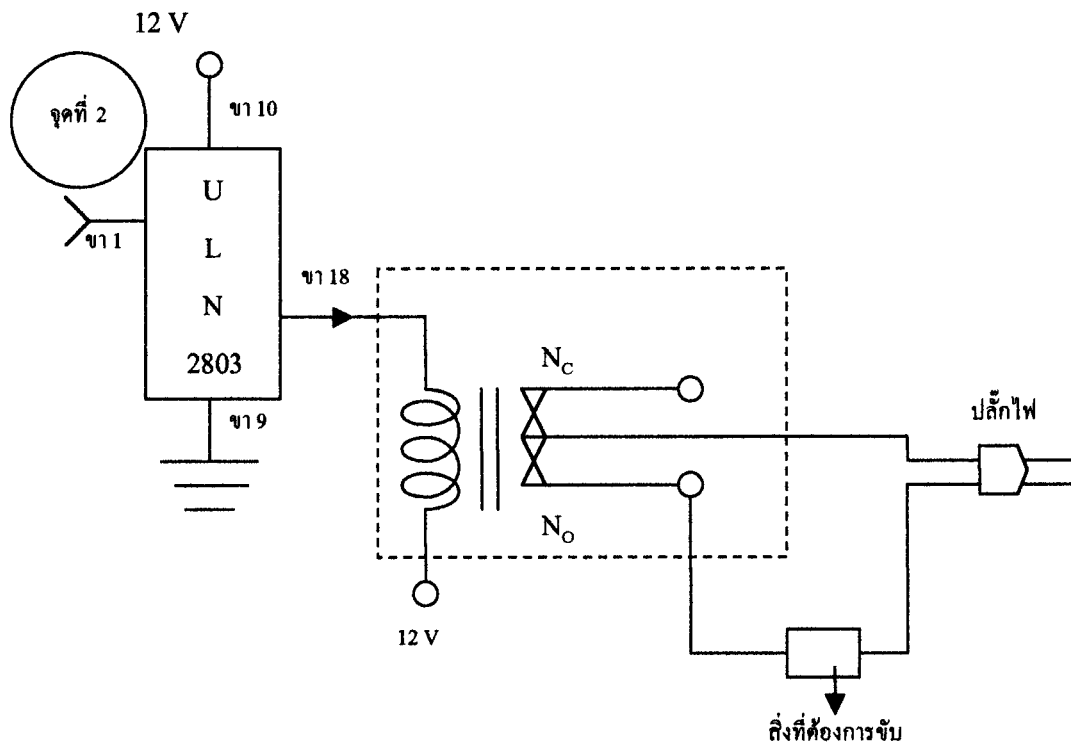
เซนเซอร์วัดระดับในแนวราบ (Sensor Level) ทำงานโดยชุดซึ่งทำหน้าที่ส่งแสงที่เป็นอินฟราเรด เมื่อแสงไปตกกระทบ Photo Transistor ทำให้ตัว Transistor on จะนำกระแส แรงดันที่จุดที่ 1 ที่เข้าไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีสัญญาณเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 สามารถใช้ในการนับได้



ภาพที่ 2.7 แสดงชุด Sensor Level

หมายเหตุ		แทน	ตัวต้านทาน
		แทน	สัญญาณไฟ 5 V
		แทน	สายขั้วลบ
		แทน	LED Infrared ใช้รับสัญญาณแสงอินฟราเรด
		แทน	Photo Transistor ใช้ส่งสัญญาณแสงอินฟราเรด

อุปกรณ์สับเปลี่ยน (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสับเปลี่ยนไฟฟ้าที่มากหรือน้อยกว่าไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งหมายความว่าในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้ไฟฟ้า 5, 12 V แต่ถ้าเราจะใช้กับอุปกรณ์อื่นเราจะนำ Relay มาต่อพ่วง ซึ่งสามารถขับไฟฟ้าได้ 12 – 220 V แล้วแต่เราต้องการ โดยเราใช้ตัว IC ULN 2803 ในการแปลงวงจรก่อนเข้า Relay โดยได้รับคำสั่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์อีกทีหนึ่ง



ภาพที่ 2.8 แสดงการต่อพ่วงของอุปกรณ์สับเปลี่ยน (Relay)

หมายเหตุ		แทน	สัญญาณไฟ 12 V
	ULN 2803	แทน	อุปกรณ์แปลงสัญญาณ
		แทน	ชุด Relay
	N _c	แทน	วงจรปกติปิด
	N _o	แทน	วงจรปกติเปิด

5. การประเมินผลชุดทดลอง

ในการที่จะรู้ว่าชุดทดลองที่เราเลือกใช้หรือผลิตออกมาใหม่ สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดจะต้องทำการประเมินผลชุดทดลองนั้น

มนต์ชัย (2530 : 79) ได้กำหนดวิธีการประเมินผลชุดทดลองหรือสื่อการสอนไว้ ดังนี้

1. ผู้สอนตรวจดูก่อน (Preview by Teacher) วิธีนี้ให้ผู้สอนรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มตรวจดูอุปกรณ์ช่วยสอนนั้น ๆ และอภิปรายถึงความเหมาะสมหรือบกพร่องที่ได้พบเห็น
2. ทดลองใช้ (Classroom Tryout) โดยการนำอุปกรณ์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับผู้เรียนเพื่อหาข้อจำกัดและข้อบกพร่องในการใช้

3. ใช้วิธีประเมินผล วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ผสมผสานกัน

พิสิฐ และธีรพล (2529 : 171-173) กล่าวว่า หลังจากครูผู้สอนเลือกชนิดของสื่อได้เหมาะสมแล้วก็ทำการซื้อหรือผลิตสื่อขึ้นมาใช้ และเพื่อให้รู้ว่าสื่อที่เลือกหรือผลิตขึ้นมานั้น สามารถใช้สอนได้ตามที่ต้องการหรือไม่ จะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย (ด้านวิชาการ)

1.1 ด้านวัตถุประสงค์

1.1.1 สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์

1.1.2 สื่อเหมาะกับระดับความยากง่ายและวัตถุประสงค์

1.2 ด้านเนื้อหา

1.2.1 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด

1.2.2 เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้

1.2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก (Logic)

1.3 ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสื่อความหมาย

1.3.1 บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

1.3.2 สามารถลดปริมาณการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมายและมีเป้าหมายมากขึ้น (Concrete)

1.3.3 สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดีและทันลง

1.3.4 ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น

1.3.5 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีขึ้น

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน (Human Factor)
 - 2.1 ด้านผู้เรียน
 - 2.1.1 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน
 - 2.1.2 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน
 - 2.2 ด้านผู้สอน
 - 2.2.1 สื่อไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอย
 - 2.2.2 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน
3. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมและการนำไปใช้
 - 3.1 ด้านวัสดุและอุปกรณ์
 - 3.1.1 ใช้วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น
 - 3.1.2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น
 - 3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่ หาได้ภายในประเทศ
 - 3.2 ด้านเวลา
 - 3.2.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก
 - 3.2.2 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อสั้น ไม่มากเกินไป
 - 3.3 ด้านการใช้งาน
 - 3.3.1 สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวก
 - 3.3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน
 - 3.3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่น ๆ ขณะนำไปใช้งาน

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดทดลอง เป็นการนำเอาแนวคิดกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดทดลองหรือชุดการสอนหลาย ๆ เรื่อง ผู้วิจัยพบว่า ชุดทดลองหรือชุดการสอนแต่ละเรื่องมีประสิทธิภาพในระดับต่าง ๆ กัน ดังตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

Mc Caleman (1974 : 109-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างชุดการสอนกับความชอบในการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักศึกษาระดับ 9 จำนวน 24 ห้องเรียน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองแยกเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอน ประกอบการอภิปรายกลุ่มย่อย ผลการวิจัยพบว่า ความชอบในการเรียนวิชา

สังคมศึกษาของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และในกลุ่มทดลองนักศึกษาชอบเรียนแบบใช้ชุดการสอนประกอบการอภิปรายกลุ่มย่อยมากกว่า

Driessnack (1977 : 2056-A) ได้ทำการวิจัยเรื่องชุดการสอนสำหรับฝึกครูในการตั้งคำถาม ผลการวิจัยปรากฏว่า ครูใช้คำถามที่ดี 74 % ของผู้ที่ถูกทดลองประสบผลสำเร็จในการตั้งคำถาม เมื่อเปรียบเทียบกับคำถามที่ใช้ก่อนฝึกจากชุดการสอน และได้เสนอแนะให้มีการผลิตชุดการสอนสำหรับใช้กับนักเรียน

Olsen (1975 : 4992-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการใช้ชุดการสอน ในการศึกษาแผนใหม่ที่ใช้เป็นโครงการเริ่มทดลองในเขตคานาว่า โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหารายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมการศึกษาใหม่ของโรงเรียนประถมศึกษาที่อยู่ในและนอกโครงการของเขตคานาว่า มลรัฐเวอร์จิเนียตะวันตก โดยให้ครูที่อยู่ในโรงเรียนในโครงการใช้ชุดการสอนที่ท้องถิ่นต้องการ แต่ครูโรงเรียนนอกเขตโครงการไม่ให้ใช้ชุดการสอนเหล่านั้น ผลการวิจัยปรากฏว่า การศึกษาโดยใช้ชุดการสอนนั้น ให้ผลดีกว่าการสอนโดยไม่ใช้ชุดการสอน

อุรศักดิ์ (2531 : 31) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน วิชางานวัดละเอียด ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางภาคทฤษฎี 82.39 / 73.83 ตัวหลังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทางภาคปฏิบัติ 85.20 / 83.13 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80

ศิริชัย (2539 : 30) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้น ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต พุทธศักราช 2538 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ผลการวิจัยปรากฏว่า จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีประสิทธิภาพ 89.44 % ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนดตามสมมติฐาน 80 % จึงถือว่ามีประสิทธิภาพสูง เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นชุดทดลองสำหรับนักศึกษาได้ จึงถือว่ามีประสิทธิภาพสูง เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นชุดทดลองสำหรับนักศึกษาได้ และจากการทดลองการเรียนรู้ด้วยการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาหลังการทดลอง ได้อัตราเฉลี่ย 79.53 % ซึ่งใกล้เคียงกับเกณฑ์กำหนดตามสมมติฐาน 80 % จึงถือว่าชุดทดลองมีประสิทธิภาพสูง สามารถทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้หลักจากการทดลองได้เป็นอย่างดี

สแตรวิช และมาโลน (Strawiz and Malone, 1987) ได้ศึกษาความคงทนของ ความตั้งใจ และความตั้งใจในการใช้ทักษะกระบวนการขั้นสูง โดยเปรียบเทียบการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากครูโดยตรงกับเรียนด้วยตนเอง พบว่า การให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเอง จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงสูงกว่าการเรียนจากครูโดยตรง ส่วนในด้านความคงทนของความตั้งใจนั้น วิธีสอนทั้งสองวิธีให้ผลเหมือนกัน

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ จะเห็นว่า การสอนที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนมีหลายวิธี เช่น การใช้ชุดทดลอง ชุดกิจกรรม และชุดฝึกทักษะ จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ผู้วิจัยเห็นว่าชุดทดลองสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี และยังทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ ผ่อนคลาย นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข และยังมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนอันเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ นักเรียนรักการเรียน และใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าการสร้างชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง โดยศึกษาจากทฤษฎีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ์ และทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยให้ นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี