

การสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

พันโทชญญะ โพธิ์รัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2550

**Construction of a Laboratory Package on Mechanics
for First year Cadets of Chula Chomklao
Royal Military Academy**

Lt – Col / LTC Tanya Porang

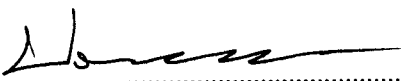
**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction**

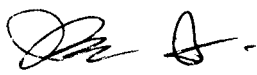
**School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University**

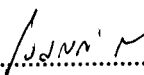
2007

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
ชื่อและนามสกุล พันโทชญญะ โพธิ์รัง
แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินคานุกรักษ์
2. อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร

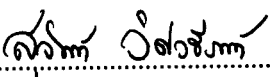
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว


.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ประมวล ศรีพันธ์แก้ว)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินคานุกรักษ์)


.....กรรมการ
(อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร)

คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชา
หลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช


.....ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิสวธีรานนท์)

วันที่.....2.....เดือน.....ตุลาคม.....พ.ศ.....2551.....

ชื่อวิทยานิพนธ์ การสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

ผู้วิจัย พันโทชญะ โพธิ์รัง ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2) อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนายร้อยระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลางที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และ (3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนนายร้อยที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลองวิชา กลศาสตร์ เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 80 นาย เลือกแบบเจาะจงในกลุ่มที่มีความสามารถในการใช้เครื่องมือทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนนายร้อยที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.76/87.50 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยชุดทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) ความคิดเห็นของนักเรียนนายร้อยที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ ชุดทดลอง วิชากลศาสตร์ แรงสู่ศูนย์กลาง

Thesis title : Construction of a Laboratory Package on Mechanics for First year Cadets of Chula Chomklao Royal Military Academy

Researcher : Lt – Col / LTC Tanya Porang ; **Degree :** Master of Education (Curriculum and Instruction) ; **Thesis advisors :** (1) Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor; (2) Mr. Rungsan; Srisakorn; **Academic year:** 2007

ABSTRACT

The objectives of this study were (1) to construct the laboratory packages on mechanics on 85/85 efficiency criteria, (2) to compare the learning achievement of the first year cadets before and after learning from the laboratory packages on mechanics, and (3) to determine the first year cadets' opinion on the laboratory packages on mechanics.

The sample consisted of 80 first year cadets of Chulachomklao Royal Military Academy, in the first semester of the 2007 academic year, purposively selected by picking up the group who could use the laboratory packages on mechanics for first year cadets of Chulachomklao Royal Military Academy. The research instruments were laboratory packages on mechanics in the topic of "Uniformly Circular Motion", an achievement test and a questionnaire on first year cadets' opinion on the laboratory packages on mechanics. Statistics for data analysis were the E_1 / E_2 efficiency criteria, mean, standard deviation, and t-test.

The research findings showed that (1) the efficiency of the laboratory packages on mechanics was at 82.76/87.50, (2) Students' achievement was increased significantly at the .05 level, and (3) the students had high opinions on the laboratory packages on mechanics.

Keywords : Laboratory packages on mechanics, Uniformly Circular Motion

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินคานุรักษ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและอาจารย์ ดร.ประมวดี ศิริพันธ์แก้ว ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ พันเอกบำเพ็ญ ศรีพุทธชาติ ผู้อำนวยการกองวิชาฟิสิกส์ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า พันเอกศิริพงษ์ รดาธร พันเอกบรรณสม สุพะรัง และ พันโทชำนาญ สำเภาพ่อคำ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านฟิสิกส์ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ผู้ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือวิจัยจนทำให้เครื่องมือวิจัยสำเร็จได้อย่างถูกต้อง

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกนายที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้ และผู้เกี่ยวข้องที่ไม่ได้เอยนามที่มีส่วนรวมในงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ธัญญา โทธีรัง

มีนาคม 2551

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
สมมติฐานการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้	4
เนื้อหาในบทเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์	15
ชุดทดลองและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	19
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	27
การประเมินผลชุดทดลอง	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	38
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	38
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	38
การเก็บรวบรวมข้อมูล	49
การวิเคราะห์ข้อมูล	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	52
ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง	52
ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	52
ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียน	53
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	56
สรุปการวิจัย	56
อภิปราย	58
ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	69
ก. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	71
ข. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	77
ค. 1. ตารางการวิเคราะห์ ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนวิชากลศาสตร์	95
2. ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนสำหรับการทดสอบ แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม กลุ่มตัวอย่าง และค่า t	97
ง. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนนายร้อยที่มีต่อชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง	101
จ. ชุดทดลอง	104
ประวัติผู้วิจัย	109

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1	ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์.....40
ตารางที่ 3.2	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อย..... 42
ตารางที่ 3.3	ผลสัมฤทธิ์ในการทดลองโดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นกับชุดทดลองมาตรฐาน.....42
ตารางที่ 3.4	การประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ.....43
ตารางที่ 4.1	ประสิทธิภาพของชุดทดลอง.....52
ตารางที่ 4.2	ตารางแสดงผลการทดสอบค่า t.....53
ตารางที่ 4.3	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้เรียน.....53
ตารางที่ 4.4	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านเนื้อหาและเทคนิคของชุดทดลอง..... 54

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1	การสอนของ Robert Gagne.....	14
ภาพที่ 2.2	แสดงแนวทางการออกแบบเพื่อสร้างชุดทดลอง.....	21
ภาพที่ 2.3	แสดงการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ์.....	27
ภาพที่ 2.4	แสดงตำแหน่งและความเร็วขณะเริ่มต้น.....	27
ภาพที่ 2.5	แสดงองค์ประกอบของความเร็.....	28
ภาพที่ 2.6	แสดงองค์ประกอบของความเร่งสู่ศูนย์กลาง.....	28
ภาพที่ 2.7	แสดงชุด Sensor Level.....	32
ภาพที่ 2.8	แสดงการต่อพ่วงของอุปกรณ์สับเปลี่ยน (Relay).....	33
ภาพที่ 3.1	ขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง.....	45
ภาพที่ 3.2	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	48

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากหลักสูตรของนักเรียนนายร้อย โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า พ.ศ. 2544 ซึ่งมีหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต แต่ละหลักสูตรนักเรียนนายร้อยต้องเรียนหมวดวิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เหมือนกัน ในส่วนนี้ก็จะมีการศึกษาที่กองวิชาฟิสิกส์ ส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เข้าไปเกี่ยวข้องอยู่ 4 วิชา และมีตั้งเขปรายวิชาดังนี้

วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 (General Physics 1) มีเนื้อหา คือ กลศาสตร์ของอนุภาค และวัตถุแข็งเกร็ง สมบัติของสสาร กลศาสตร์ของไหล ความร้อน และการสั่นของคลื่น

วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 (General Physics Laboratory 1) มีเนื้อหาปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1

วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 2 (General Physics 2) มีเนื้อหา คือ หลักการเบื้องต้นของแม่เหล็กไฟฟ้า วงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ พื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์ ทัศนศาสตร์ ฟิสิกส์แผนใหม่

วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 2 (General Physics Laboratory 2) มีเนื้อหาปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 2

เทอมที่ 1 นักเรียนนายร้อยจะเรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 พร้อมกับวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 ส่วนเทอมที่ 2 จะเรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 2 พร้อมกับวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 2 ซึ่งในสภาพความเป็นจริงแล้วถ้านักเรียนนายร้อยจะเรียนในหลักสูตรแบบนี้ ชุดการทดลองต่าง ๆ ในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ต้องสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ทั่วไปที่สอนจบลงในเนื้อหาย่อย ๆ แต่ละเรื่อง เพื่อให้ นักเรียนนายร้อยได้มีความรู้จากเนื้อหาภาคทฤษฎีก่อน แล้วจึงนำความรู้ที่ได้ไปทำการทดลองในภาคปฏิบัติการ แต่ขีดความสามารถของกองวิชาฟิสิกส์ ณ ปัจจุบันไม่สามารถจัดหาชุดการทดลองแต่ละการทดลองให้ได้เพียงพอกับจำนวนกลุ่มการทดลองของนักเรียนนายร้อยได้ ซึ่งมี 4 กลุ่มใหญ่ คือ ตอน ก ข ค และ ง มีนักเรียนนายร้อยตอนละประมาณ 40 นาย เมื่อเข้า

ปฏิบัติการทดลอง 1 กลุ่มใหญ่ก็จะแบ่งเป็นกลุ่มย่อยอีก 17 กลุ่ม เพื่อที่จะให้นักเรียนนายร้อยได้ฝึกทักษะในการใช้ชุดการทดลองทุกนาย จะเห็นได้ว่าทางกองวิชาฟิสิกส์จำเป็นจะต้องจัดหาชุดการทดลองในแต่ละการทดลองให้ได้ถึง 17 ชุด ซึ่งจะต้องใช้งบประมาณในการจัดซื้อสูงมาก

เมื่อปี พ.ศ. 2542ทางกองวิชาฟิสิกส์ได้รับงบประมาณจากกองทัพบกจัดซื้อชุดทดลองทางด้านกลศาสตร์ (วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1) จำนวน 8 เรื่องการทดลอง จากประเทศเยอรมัน โดยทำการจัดซื้อได้การทดลองละ 4 ชุด ซึ่งไม่เพียงพอกับจำนวนกลุ่มการทดลองของนักเรียนนายร้อย ดังนั้น ทางห้องปฏิบัติการฟิสิกส์จึงจำเป็นต้องจัดการทดลองแบบวน โดยจัดเป็นสองช่วง ช่วงละ 4 เรื่องการทดลอง และเรื่องละ 4 ชุด นักเรียนนายร้อยจะทำการทดลองเรียงลำดับ จากการทดลองเรื่องที่ 1 ไป 2 เรื่องที่ 2 ไป 3 เรื่องที่ 3 ไป 4 และเรื่องที่ 4 ไป 1 วนอย่างนี้จนครบ แล้วจึงจัดช่วงที่ 2 ต่อไป ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการจัดการทดลองแบบนี้ก็คือ นักเรียนนายร้อยบางกลุ่มต้องทำการทดลองในเรื่องที่ตนเองยังไม่ได้เรียนในภาคทฤษฎี เนื่องจากวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 ก็เริ่มเรียนในเทอมเดียวกับวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 ดังนั้นจึงทำให้กลุ่มที่ยังไม่ได้เรียนเนื้อหาทางทฤษฎีต้องประสบกับความยุ่งยากในการทดลองอย่างมากปัจจุบันชุดการทดลองบางชุดก็ชำรุดและไม่สามารถซ่อมแซมได้ เมื่อจะส่งไปซ่อมที่เยอรมันก็มีราคาค่าซ่อมบำรุงแพงมาก สุดท้ายก็ต้องเก็บเข้าคลัง

ผู้ทำการวิจัยจึงคิดว่าเราน่าจะสร้างชุดทดลองขึ้นมาเองในราคาถูก ซ่อมบำรุงรักษาง่าย เหมาะกับสภาพภูมิอากาศ และ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก็คือสามารถผลิตขึ้นได้หลายชุด ซึ่งจะเพียงพอกับจำนวนกลุ่มของนักเรียนนายร้อย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างชุดทดลองเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
- 2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้น
- 2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนนายร้อยที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้น

3. สมมติฐานการวิจัย

- 3.1 ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85
- 3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนายร้อย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้น

3.3 ความคิดเห็นของนักเรียนนายร้อย ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีขึ้นไป

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัย เป็นนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550

4.2 การวิจัยเป็นการสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1

5. นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

5.1 ชุดทดลอง หมายถึงอุปกรณ์ทดลองที่ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง “แรงสู่ศูนย์กลาง” โดยมีใบเนื้อหา และใบงานประกอบการใช้

5.2 ใบเนื้อหา (Information Sheet) หมายถึง เอกสารประกอบการสอนที่ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหาทางทฤษฎี และวิธีการใช้ชุดทดลอง

5.3 ใบงาน (Work Sheet) หมายถึงใบสั่งงานสำหรับให้นักเรียนนายร้อยใช้เป็นแนวทางสำหรับทำการทดลอง พร้อมทั้งคำถามหลังการทดลอง

5.4 นักเรียนนายร้อย หมายถึง นักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ที่เรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์

5.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึงความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง วัดได้เป็นคะแนนตามแบบทดสอบ

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้ชุดทดลองเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพ

6.2 เป็นแนวทางสำหรับการสร้างชุดทดลองในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

6.3 เป็นแนวทางสำหรับการสร้างชุดทดลองในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง สำหรับนักเรียนมัธยมชั้นปีที่ 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 การเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ
 - 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 นอกจากนี้เร้าความสนใจแล้วยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วยตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่น ๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น กดแป้น Spacbar คลิ๊กเมาส์ 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. เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม
4. เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟิก และเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน
5. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

1.2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากนี้ผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้วจะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าว ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะมีผล

ดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียนจะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะสามารถวัดได้ และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้าง ๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

1. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้น ๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจไม่ต้องแปลความอีกครั้ง
2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยอมรับของผู้เรียน โดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วน ๆ ซึ่งจะให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อย ๆ
4. ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่าหลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อย ๆ
6. อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้
7. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้นอาจใช้กราฟฟิกง่าย ๆ เข้าช่วย เช่น ตีกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

1.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐาน

แล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของ ผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอ ไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจวิธีการหาความต้านทานรวม กรณีนี้ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรม และแบบขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าวเพื่อเป็นการทบทวนก่อนก็ได้

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

1. ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน
2. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพสามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด
3. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบควรใช้เวลาสั้น ๆ กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด
4. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากการศึกษาเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
5. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้วหรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

1.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้น ๆ ง่ายแต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น 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 อีกส่วนหนึ่ง ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิตอลต่าง ๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดีสก์ กล้องถ่ายภาพวิดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานานไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซับซ้อน เข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุลขององค์ประกอบ ภาพไม่ดี เป็นต้น ดังนั้นการเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ ๆ
2. เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบในการนำเสนอเนื้อหาใหม่แทนข้อความคำอธิบาย
4. การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ
5. การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังเกตที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น
6. ไม่ควรใช้กราฟฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
7. จัดรูปแบบของคำอธิบายให้นำอ่าน หากเนื้อหาควรจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอน ๆ
8. คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย
9. หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
10. ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหาและ ไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
11. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้น ๆ คำนึง และเข้าใจความหมายตรงกัน

12. ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง แทนที่จะให้กดเป็นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน

13. โดยวิธีการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

1.5 ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจ่างชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้ และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิค ในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจ่างชัดเท่าที่จะทำได้ 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. บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียน ได้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
2. ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
3. นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้นเช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล้องหลาย ๆ ค่า เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของรูรับแสง เป็นต้น
4. นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ

5. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม

6. บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้ และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

1.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียน ได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมใน ส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อได้เปรียบกว่าสื่อทัศนูปการอื่น ๆ เช่น วิทยุ ทัศน ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรมและปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วมนั้นมีส่วนคิดนำหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น

ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรเปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสตอบสนองตอบบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

2. ควรให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้น 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 ควรเคาะเว้นวรรคประ โยคยาว 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 ภาพขับยานตู้ควงจันทร์ 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 ครั้ง ไม่ควรปล่อยให้เสียไป
7. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
8. พยายามส่งเสริมให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

1.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิด โอกาสให้ผู้เรียน ได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะ ไปศึกษา ในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็น สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทน ในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบท เรียน ถ้าบทเรียนมาหลายหัวเรื่องย่อยอาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบ ทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบทดสอบบทเรียนต้องการแบบใด **สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้**

1. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดย ประมาณ
2. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบท เรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก
3. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจรับคำตอบ ควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และนำ เสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว
4. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์
5. ในแต่ละข้อควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมี คำถามย่อยอยู่ด้วยซึ่งควรแยกออกเป็นหลาย ๆ คำถาม
6. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยาก เหมาะสมและมีความเชื่อมั่นเหมาะสม
7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัว อักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรถัด

สินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเส้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

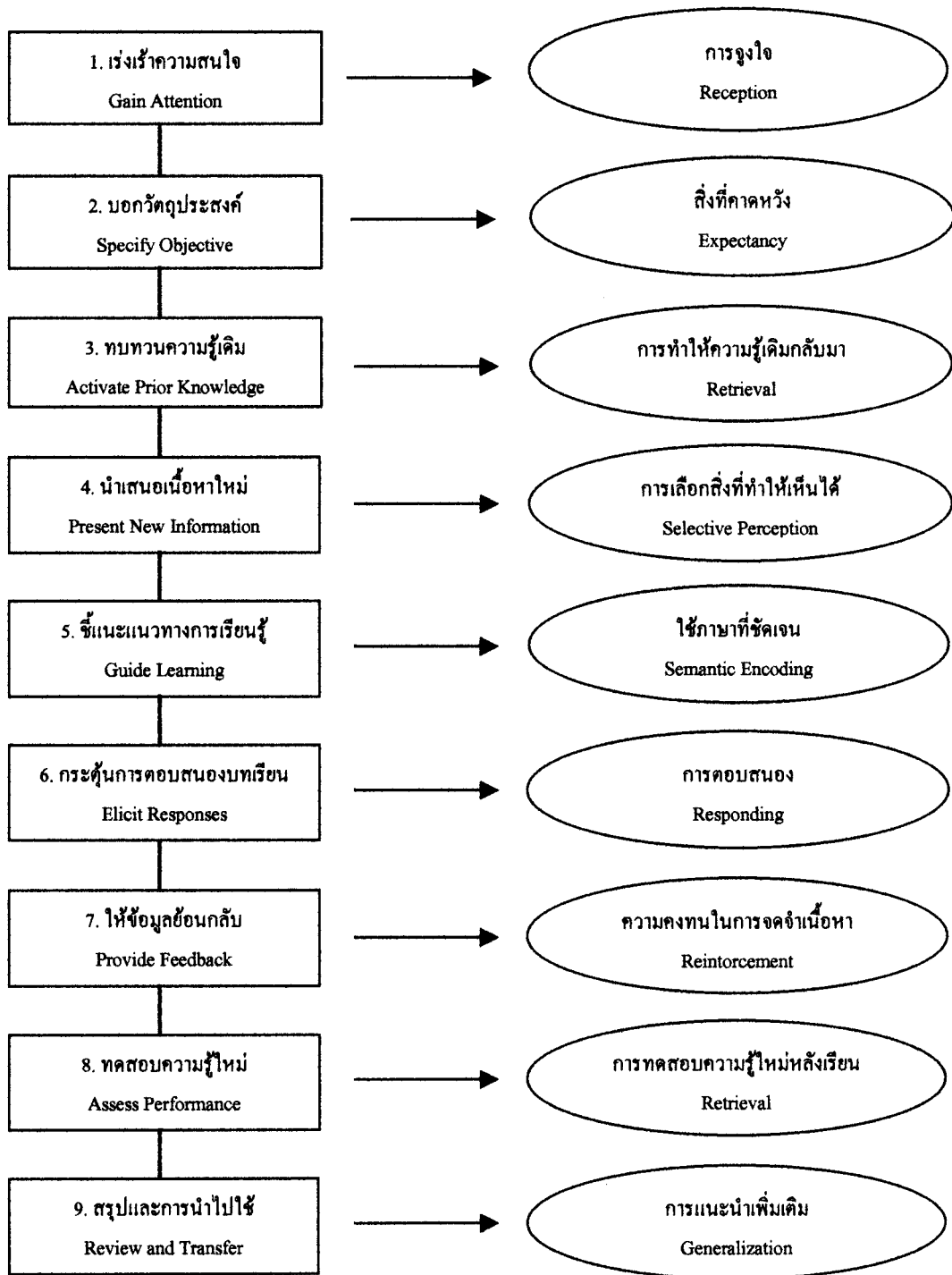
8. แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลาย ๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

1.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญ ๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกันบทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญ ๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ที่สามารนำไปใช้ประโยชน์ได้
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 การเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์เริ่มศึกษาจากสถานการณ์การคิดเหรียญ การทดลองหาเส้นทางการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์ และการศึกษาภาพถ่ายการตกของลูกบอล นักเรียนจะสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์มีการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งพาราโบลาประกอบด้วย การเคลื่อนที่ทั้งแนวตั้ง และแนวระดับพร้อม ๆ กัน โดยวัตถุจะเคลื่อนที่ในแนวตั้งด้วยความเร่งคงตัว และการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์จึงแยกการพิจารณาการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง และแนวระดับแยกออกจากกัน ต่อจากนั้นเป็นการนำความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์ไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.1.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม นักเรียนจะศึกษาสถานการณ์การแกว่งวัตถุผูกติดไว้กับเชือก การทดลองโดยใช้เครื่องมือชุดการเคลื่อนที่ในแนววงกลม ซึ่งทำให้ได้ข้อสรุปว่า วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมต้องมีแรงสู่ศูนย์กลาง กระทำต่อวัตถุนั้นและปริมาณอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น คาบ ความถี่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และความเร่งสู่ศูนย์กลาง เป็นต้น นอกจากนี้จะได้ศึกษาการนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลม ไปประยุกต์ใช้ เช่น การเลี้ยวโค้งของรถยนต์ การเคลื่อนที่ของวัตถุบนรางวงกลมที่ตั้งอยู่ในแนวตั้ง หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งผูกด้วยเชือกแล้วแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบตั้ง การเคลื่อนที่ของดาวเทียมในวงโคจรรอบโลก และการเคลื่อนที่ของประจุในสนามแม่เหล็ก

2.1.3 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย นักเรียนจะศึกษาจากสถานการณ์การเคลื่อนที่ในแนวระดับของรถทดลองที่ยึดติดปลายลวดสปริง โดยรถทดลองจะเคลื่อนที่กลับไปมาซ้ำทางเดิมผ่านจุดสมดุล เรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบสั่น แล้วศึกษาต่อไปจนสรุปได้ว่า การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแอมพลิจูดคงตัว จากนั้นหาความ

สัมพันธของการกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ในการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จากการ
ศึกษาของเงาของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบตั้ง

2.1.4 การเคลื่อนที่แบบหมุน เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบหมุนของวัตถุ
รอบแกนหมุนที่หมุนรอบแกนที่ตรงไว้ โดยจะศึกษาจากสถานการณ์การหมุนของวัตถุรูปวงกลมที่
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
โดยการใช้หลักการคำนวณหาปริมาณเหล่านั้นจากวัตถุที่ตกในแนวตั้ง โดยเสรี และวัตถุที่เคลื่อนที่ใน
แนวระดับด้วยความเร็วคงตัวเป็นอิสระต่อกัน และสรุปจากความสัมพันธ์นั้นได้ว่า วัตถุเคลื่อนที่เป็น
แนวโค้งพาราโบลา

2.2.5 คำนวณหาการกระจัด เวลา และความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์
ได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

2.2.6 อธิบายได้ว่า วัตถุเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์เคลื่อนที่ได้ระยะทางตามแนวระดับ
ไกลที่สุด สำหรับความเร็วต้นค่าหนึ่งเมื่อความเร็วต้นมีทิศทางมุม 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 คำนวณหามุมเอียงของถนน โค้งที่จะทำให้รถแล่นด้วยอัตราเร็วที่กำหนดให้ได้อย่างปลอดภัย

2.2.14 คำนวณหามุมเอียง และอัตราเร็วสูงสุดในการเลี้ยวอย่างปลอดภัยบนทางราบของยานพาหนะต่าง ๆ

2.2.15 คำนวณหาแรงที่กระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่บนรางวงกลมที่ตั้งอยู่ในแนวตั้งได้

2.2.16 บอกได้ว่า อัตราเร็วของวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมที่ตั้งอยู่ในแนวตั้งได้

2.2.17 บอกได้ว่า อัตราเร็วของวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบตั้ง โดยไม่มีแรงภายนอกกระทำมีค่าไม่เท่ากัน

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 อธิบายวิเสหาคณิตของการกระจัดเชิงมุม 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 เรียกว่า โมเมนต์เชิงมุมของวัตถุ

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 กับชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่จัดซื้อมาจากประเทศเยอรมัน และเพื่อตรวจสอบผลการทดลองที่ได้จากชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้นกับทฤษฎีของแรงสู่ศูนย์กลาง โดยจะเน้นไปในเรื่องการสร้างชุดทดลองเพื่อทดแทนกับชุดทดลองของบริษัท PEF WY ที่จัดซื้อมาจากประเทศเยอรมันซึ่งมีราคาแพงมาก 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 ความหมายของชุดทดลองชุดทดลองเป็นอุปกรณ์ช่วยสอนที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อแสดงเนื้อหาที่เป็นกฎ สูตร หรือทฤษฎีที่กำหนดไว้แล้ว หรือใช้เพื่อทดลองหาความสัมพันธ์เพื่อสร้างกฎเกณฑ์ขึ้นใหม่ สามารถพิสูจน์ได้หรือแสดงให้เห็นจริงได้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530 : 77)

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

3.1.3 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีขณะทำการทดลอง

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 พุฒิมานิตพงษ์, 2540 : 8)

1. เพื่อดำเนินการวิจัย เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในปัญหาที่ยังไม่สามารถค้นหาผลลัพธ์ที่พอใจได้ หรือค้นหากฎต่าง ๆ ของธรรมชาติที่ยังไม่เคยตั้งเป็นกฎมาก่อน

2. เพื่อปรับปรุงงานปฏิบัติ เป็นการปรับปรุงกระบวนการต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ ด้วยการคัดแปลงความรู้ที่มีอยู่ให้เหมาะสม

3. ใช้ในการพิสูจน์ทฤษฎี เป็นการเน้นสร้างความเข้าใจให้สมบูรณ์ต่อหลักการต่าง ๆ และเพื่อตอบย้าหลักการต่าง 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 และขั้นตอนที่ใช้ นักศึกษาต้องค้นคว้าเอง จากคำแนะนำของผู้สอน

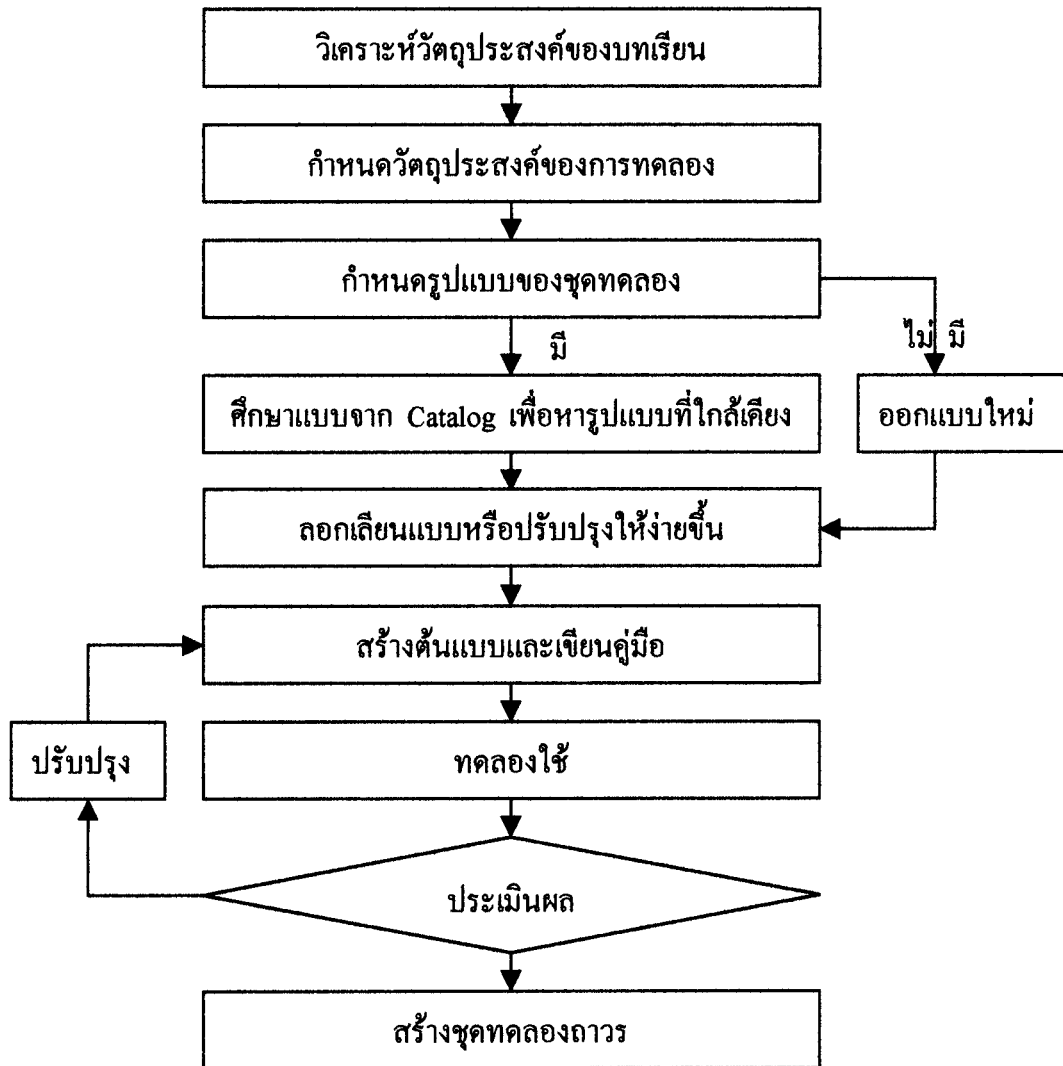
3.2.4 ประเภทของชุดทดลอง ชุดทดลองแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ชุดทดลองสำหรับผู้สอน และชุดทดลองสำหรับผู้เรียน (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530 : 78)

3.2.5 ชุดทดลองสำหรับผู้สอน เป็นชุดทดลองที่ออกแบบสำหรับผู้สอน เพื่อสาริตประกอบการสอนหน้าชั้นเรียน ในวิชาเชิงทฤษฎี เพื่อพิสูจน์สูตร สรุปกฎ ชุดทดลองประเภทนี้จะสรุปเนื้อหาในแนวกว้างมากกว่ารายละเอียดและมีขนาดใหญ่เพียงพอ

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 และแก้ปัญหาค้าง ๆ ” ซึ่งความหมายที่ ผดุงยศ ดวงมาลา (2531 : 33) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า “วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้วิธีหนึ่งที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลองนั้น ผู้ทดลองจะมีโอกาสได้ฝึกฝน ทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปในขณะเดียวกัน เช่น ฝึกการสังเกต บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ทำการวัดและหาความสัมพันธ์ของตัวแปร สิ่งเหล่านี้เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ” นอกจากนี้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามความคิดของ พัชรา ทวีวงศ์ ณ อุทยาน (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 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ได้ด้วยการกระทำที่เกิดจากการคิดอย่างมีระบบ และปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จนเกิดความชำนาญและคล่องแคล่ว ประกอบด้วยทักษะ 13 ทักษะ

3.4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า 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 หรืออื่น ๆ ความสามารถที่

แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณได้คือ การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ และการคำนวณ ได้แก่ บอกวิธีการคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้อง แสดงวิธีคิดคำนวณได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้รับการสังเกต 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 การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้รับการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความเห็นแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้รับการสังเกต 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 ซึ่งจะทราบในภายหลังกการทดลอง หาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือ คัดค้านสมมติ

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 การออกแบบการทดลองก่อนลงมือจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง และอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองแล้ว คือ ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม พร้อมทั้งระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง ได้ปฏิบัติการทดลอง 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 หลีกเลี่ยงการฝึกบ่อย ๆ ทำซ้ำ จนเกิดความชำนาญ นำไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว
(สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531 : 23)

3.5.2 การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ หรือการใช้ชุดกิจกรรมประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ หรือฝึกทำโครงการ
(อรุณี ลีกนุช, 2533 : 23)

3.5.3 ใช้หนังสือการ์ตูนประกอบการสอนช่วยเสริมสร้าง 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

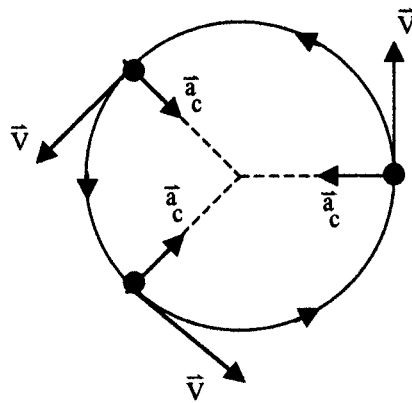
3.5.6 ใช้ชุดกิจกรรมหรือชุดการสอน ดังแนวคิดของ วารินทร์ รัศมีพรหม (2531 : 20)
กล่าวว่า “ เทคโนโลยีของการสอนอย่างหนึ่ง ที่น่าจะนำหลักการมาสร้างเป็นสื่อ เพื่อพัฒนาทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ชุดการสอน ” สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์
(2532), สุรินทร์ มาณะปรีชาธร (2532), จิต นวนแก้ว (2532),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

3.5.7 การใช้ของเล่นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนได้สัมผัส รับประทานการณ์ตรงในการเล่น ซึ่งนับว่าเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับจากเล่น หรือเรียกว่า เล่นแล้วได้รับความรู้

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

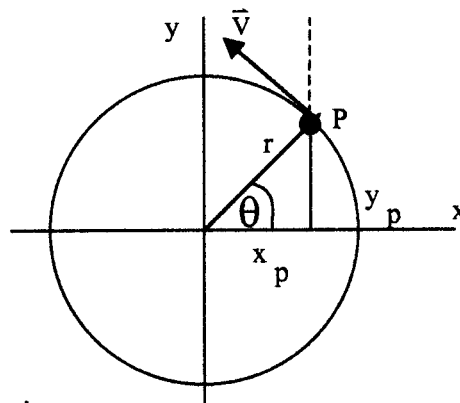
4.1 การเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ์ (Resnick และ Halliday, 1995 : 60-62)

วัตถุใดก็ตามที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ์ วัตถุนั้นจะมีวงโคจรที่แบนเวดิมตลอดเวลา โดยวัตถุจะมีอัตราเร็วคงตัว และมีความเร่งสู่ศูนย์กลางเสมอ



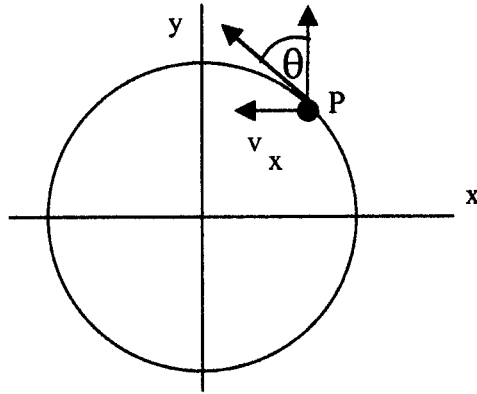
การพิสูจน์ขนาดและทิศทางของความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง

ภาพที่ 2.3 แสดงการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ์โดยมีความเร็ว \vec{v} และความเร่งสู่ศูนย์กลาง \vec{a}_c

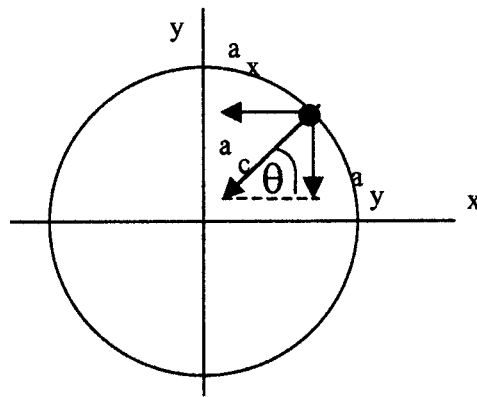


ภาพที่ 2.4 แสดงตำแหน่งและความเร็วขณะเริ่มต้น

\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

$$F_c = ma_c = \frac{mv^2}{r} \quad (2-7)$$

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 (ซีรูกูย์ 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 >

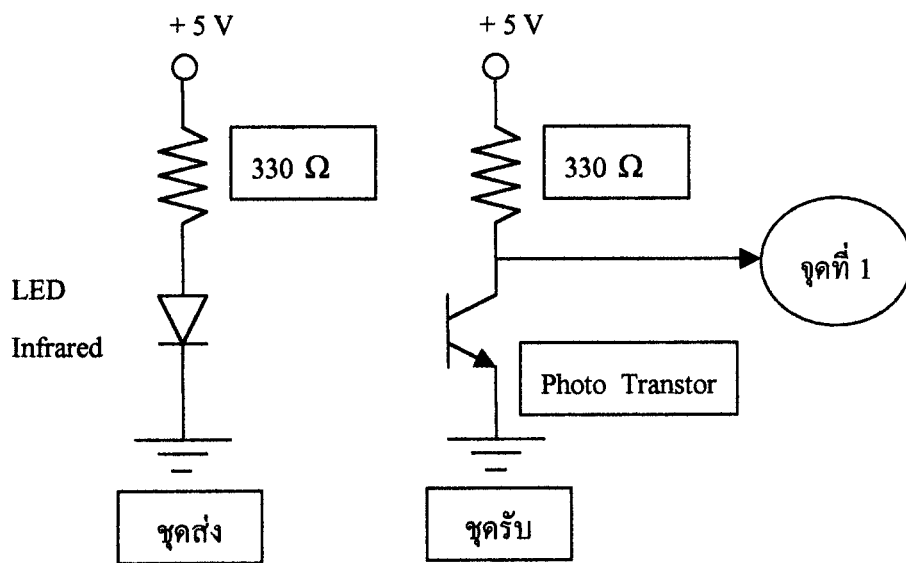
ตัวโปรแกรม เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องเขียนขึ้นเอง ประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ หรือ ฟังก์ชันต่าง ๆ รวมกันเป็นโปรแกรม โดยอย่างน้อยต้องมีฟังก์ชัน main หนึ่งฟังก์ชัน

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




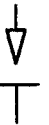

3. พอร์ตอินพุท/เอาต์พุท (I/O port) (วิวัฒน์ ประกอบผล, 2545 : 7-7)

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

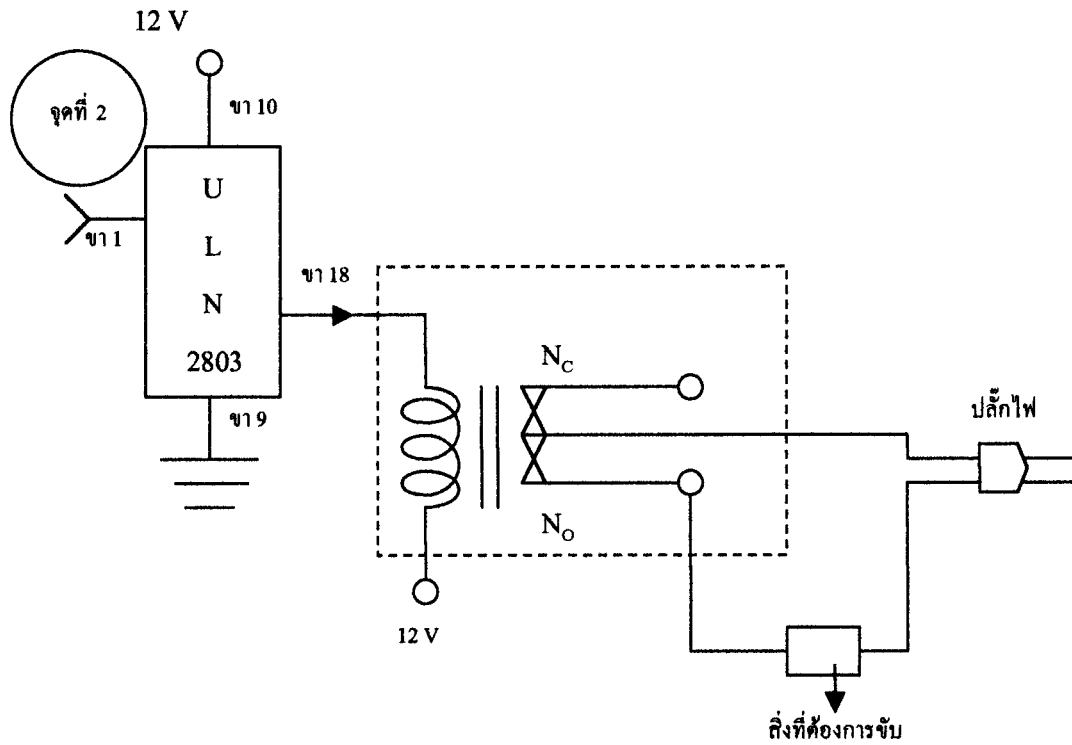
เซนเซอร์วัดระดับในแนวราบ (Sensor Level) ทำงานโดยชุดซึ่งทำหน้าที่ส่งแสงที่เป็นอินฟราเรด เมื่อแสงไปตกกระทบ Photo Transistor ทำให้ตัว Transistor on จะนำกระแสแรงดันที่จุดที่ 1 ที่เข้าไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีสัญญาณเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 สามารถใช้ในการนับได้




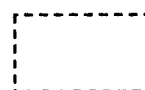
ภาพที่ 2.7 แสดงชุด Sensor Level

หมายเหตุ		แทน	ตัวต้านทาน
		แทน	สัญญาณไฟ 5 V
		แทน	สายจั๊วลบ
		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) ให้มีความหมาย และมีเป้าหมายมากขึ้น (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 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อไม่น่าเบื่อเกินไป
 - 3.3 ด้านการใช้งาน
 - 3.3.1 สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวก
 - 3.3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน
 - 3.3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่น ๆ ขณะนำไปใช้งาน

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดทดลอง เป็นการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดทดลองหรือชุดการสอนหลาย ๆ เรื่อง ผู้วิจัยพบว่า ชุดทดลองหรือชุดการสอนแต่ละเรื่องมีประสิทธิภาพในระดับต่าง ๆ กัน ดังตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

Mc Caleman (1974 : 109-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างชุดการสอนกับความชอบในการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนระดับ 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) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชางานวัดละเอียด ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางภาคทฤษฎี 82.39 / 73.83 ตัวหลังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทางภาคปฏิบัติ 85.20 / 83.13 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80

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

สเตรวิซ และมาโลน (Strawiz and Malone, 1987) ได้ศึกษาความคงทนของ ความตั้งใจ และความตั้งใจในการใช้ทักษะกระบวนการขั้นผสม โดยเปรียบเทียบการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากครูโดยตรงกับเรียนด้วยตนเอง พบว่า การให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเอง จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสูงกว่าการเรียนจากครูโดยตรง ส่วนในด้านความคงทนของความตั้งใจนั้น วิธีสอนทั้งสองวิธีให้ผลเหมือนกัน

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ จะเห็นว่า การสอนที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนมีหลายวิธี เช่น การใช้ชุดทดลอง ชุดกิจกรรม และชุดฝึกทักษะ จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ผู้วิจัยเห็นว่าชุดทดลองสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี และยังทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ ผ่อนคลาย นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข และยังมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนอันเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้นักเรียนรักการเรียน และใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าการสร้างชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง โดยศึกษาจากทฤษฎีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณ์ และทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างชุดทดลอง วิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลางสำหรับ นักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 ตามหลักสูตร โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ปี 2544 กองทัพบก กระทรวงกลาโหม ผู้วิจัย ได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จำนวน 180 คน

1.2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 80 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เป็นนักเรียนที่มีความสามารถใช้เครื่องมือทดลองนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

- ชุดทดลอง วิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง
- แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง
- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้น

2.1 ชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลางสำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 ได้ดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.1.1 การสร้างชุดทดลอง

- 1) ศึกษาเอกสาร ตำรา ผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาทฤษฎี
- 2) ศึกษาหลักสูตร และเนื้อหาบทเรียนเรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ในรายวิชาทฤษฎี สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1
- 3) วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อยและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้โดยศึกษาเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง ดัง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย

- การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
- การเคลื่อนที่แบบวงกลม
- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- การเคลื่อนที่แบบหมุน

จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม และคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบหมุน และคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

- 4) ออกแบบขั้นตอนการสอน ได้พิจารณาจากแนวความคิดทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา และหลักการสอนของรอบีร์ต กาย์ โดยดำเนินการดังนี้

- ได้รับความสนใจ โดยเสนอโครงสร้างตามสภาพของเนื้อหา
- บอกวัตถุประสงค์โดยบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
- นำเสนอเนื้อหาใหม่ โดยนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบคำอธิบายสั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น มีทั้งภาพที่เคลื่อนไหว และภาพนิ่ง
- ชี้แนวทางการเรียนรู้ โดยนำเสนอตัวอย่างการคำนวณที่แตกต่างกันในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนมากขึ้น

- กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาส
ตอบสนองต่อบทเรียน โดยการตอบคำถาม ทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ และร่วมทดลองใน
สถานการณ์จำลอง

- ทดสอบความรู้ใหม่ โดยจัดแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อทดสอบความรู้
ใหม่หลังเรียน

- สรุปและนำไปใช้ โดยบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการ
ศึกษาเนื้อหา

5) นำชุดทดลองที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

6) นำชุดทดลองเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
ตรวจสอบเพื่อหาคุณภาพ

2.1.2 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

ในการหาประสิทธิภาพชุดทดลองนี้ได้ดำเนินการ 2 ขั้นตอน โดยหาประสิทธิภาพ
เทียบกับชุดทดลองมาตรฐาน และหาประสิทธิภาพโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน E_1 / E_2

1. การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง โดยเทียบกับชุดทดลองมาตรฐาน โดยการนำชุด
ทดลองให้นักเรียนนายร้อยใช้ทดลอง กับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

ก. การหาประสิทธิภาพชุดทดลองโดยเปรียบเทียบกับชุดทดลองมาตรฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มนักเรียนนายร้อย

ตารางที่ 3.1 ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อย 2 กลุ่ม

N	N^2	f_1	f_2	$\sum x_1^2 = f_1 N^2$	$\sum x_2^2 = f_2 N^2$	$\sum x_1 = f_1 N$	$\sum x_2 = f_2 N$
12	144	2	1	288	144	24	12
13	169	2	2	338	338	26	26
14	196	10	11	1960	2156	140	154
15	225	14	15	3150	3375	210	225
16	256	27	28	6912	7168	432	448
17	289	12	10	3468	2890	204	170
18	324	4	3	1296	972	72	54
19	361	5	7	1805	2527	95	133
20	400	4	3	1600	1200	100	80
รวม		80	80	20817	20770	1303	1302

เมื่อ	N	คือ	คะแนนผลสัมฤทธิ์มีค่าตั้งแต่ 0 – 20
	N^2	คือ	คะแนนผลสัมฤทธิ์ยกกำลังสอง
	f_1	คือ	จำนวนนักเรียนนายร้อยที่ทำการทดลองจุดแรงสู่ศูนย์กลาง ที่ผลิตมาจากประเทศเยอรมัน
	f_2	คือ	จำนวนนักเรียนนายร้อยที่ทำการทดลองจุดแรงสู่ศูนย์กลาง ที่สร้างขึ้นเอง

จากตารางที่ 1 คำนวณค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum \bar{X}_1}{f_1} = \frac{1303}{80} = 16.2875$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum \bar{X}_2}{f_2} = \frac{1302}{80} = 16.275$$

2. คำนวณค่าอัตราส่วนร้อยละ (P) จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

$$P_1 = \frac{16.2875 \times 100}{20} = 81.4375$$

$$P_2 = \frac{16.275 \times 100}{20} = 81.375$$

การวิเคราะห์ผลจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อย ทำการวิเคราะห์จากนักเรียนนายร้อยที่ทำการทดลองจากชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางทั้ง 2 ชุด คือ ชุดที่ผลิตมาจากประเทศเยอรมัน และชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น มีการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อยชุดละ 80 นาย ได้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อย

คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ 0 – 20 คะแนน	ความถี่	
	ชุดทดลองที่ผลิตจาก ประเทศเยอรมัน	ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
12	2	1
13	2	2
14	10	11
15	14	15
16	27	28
17	12	10
18	4	3
19	5	7
20	4	3
รวม	80	80

จากตารางที่ 3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อย สำหรับชุดทดลองที่ผลิตจากเยอรมัน ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 16.2875 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และหาอัตราส่วนร้อยละได้เท่ากับ 81.43 % ส่วนชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 16.275 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และหาอัตราส่วนร้อยละได้เท่ากับ 81.37 %

ตารางที่ 3.3 ผลสัมฤทธิ์ในการทดลอง โดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นกับชุดทดลองมาตรฐาน

กลุ่ม	N	\bar{X}	S.D.	t
ทดลอง	80	16.03	8.168	0.053
ควบคุม	80	16.08	8.134	

จากตารางที่ 3.3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ในการทดลองโดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้น กับผลสัมฤทธิ์ในการทดลองโดยใช้ชุดทดลองมาตรฐานไม่แตกต่างกัน แสดงว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้แทนชุดทดลองมาตรฐานได้

ข. การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง โดยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

การเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ทำการประเมินผลชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่ผลิตจากบริษัท PEE WY ประเทศเยอรมัน และชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้นเอง หลังจากนั้นนำผลการประเมินชุดทดลองทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน

ในการประเมินผลชุดทดลองเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้นนั้น ผู้วิจัยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ให้ทำการประเมินตามแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น และได้ผลการประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 3.4 การประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญ คนที่	คะแนน รวม	คะแนนจากการประเมิน		คิดเป็นร้อยละ	
		ชุดทดลองที่ผลิต จากประเทศ เยอรมัน	ชุดทดลองที่ สร้างขึ้นเอง	ชุดทดลองที่ผลิต จากประเทศ เยอรมัน	ชุดทดลองที่ สร้างขึ้นเอง
1	120	108	105	90	87.5
2	120	113	111	94.17	92.5
3	120	110	107	91.66	89.17
รวม	360	331	323	91.94	89.72

จากตารางที่ 3.4 การประเมินผลชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางทั้งสองจากผู้เชี่ยวชาญได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และสูงกว่าเกณฑ์ 80 % ที่ตั้งไว้ จึงสรุปได้ว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ทดลองกับนักเรียนนายร้อยได้

2. การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง E_1 / E_2

1) นำชุดทดลองที่ได้รับการตรวจสอบและแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนแบบเดี่ยว เป็นนักเรียนที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน จำนวน 3 คน ซึ่งมีระดับผลการเรียน อ่อน ปานกลาง และเก่ง ระดับละ 1 คน หาประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ได้ 76.67/83.33 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์นักเรียน แล้วบันทึกข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขปรับปรุง พบว่ามีข้อบกพร่องในเรื่องอุปกรณ์ในการจับยึดมอเตอร์ให้มีความมั่นคงแข็งแรง และสะดวกในการใช้งานผู้วิจัยนำมาแก้ไขปรับปรุงเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2) นำชุดทดลองที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก เป็นนักเรียนที่ไม่เคยเรียนมาก่อนอีกจำนวน 9 คน ซึ่งมีระดับผลการเรียน อ่อน ปานกลาง และเก่ง ระดับละ 3 คน

หาประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ได้ 82.00/87.00 ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรม และสัมภาษณ์นักเรียนแล้วบันทึกข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขปรับปรุงพบว่ามีข้อบกพร่องในเรื่องความสะอาดในการเตรียมชุดทดลอง โต๊ะทดลอง และการปฏิบัติการทดลอง

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากผลการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน นำผลที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยใช้สูตร E_1 / E_2 ตามหลักเกณฑ์กำหนด มีค่าตามเกณฑ์ 85/85

จากการสร้างชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางผู้วิจัยได้มีขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพชุดทดลองโดยเปรียบเทียบกับชุดทดลองมาตรฐาน ดังนี้

1) การเตรียมตัวก่อนการทดลอง

หลังจากที่ได้สร้างชุดทดลองอันประกอบด้วย ชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง ใบเนื้อหา ใบงาน เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำชุดทดลองดังกล่าวไปเสนอให้กับที่ปรึกษา (ผู้ทรงคุณวุฒิ) ได้พิจารณา และขอคำแนะนำเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปรับปรุง เมื่อปรับปรุงจนเป็นที่ยอมรับแล้ว จึงส่งให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการประเมินตามแบบฟอร์มที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น (ภายใต้อการควบคุมของที่ปรึกษา) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินนี้ เป็นผู้ที่สอนเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวกับ “แรงสู่ศูนย์กลาง” มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี หลังจากผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินผลและให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงอีกครั้ง ผู้วิจัยได้แก้ไขจนเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย จากนั้นผู้วิจัยก็ได้นำชุดทดลองนี้ไปให้นักเรียนนายร้อยได้ใช้ในการทดลองในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 (PH 1002)

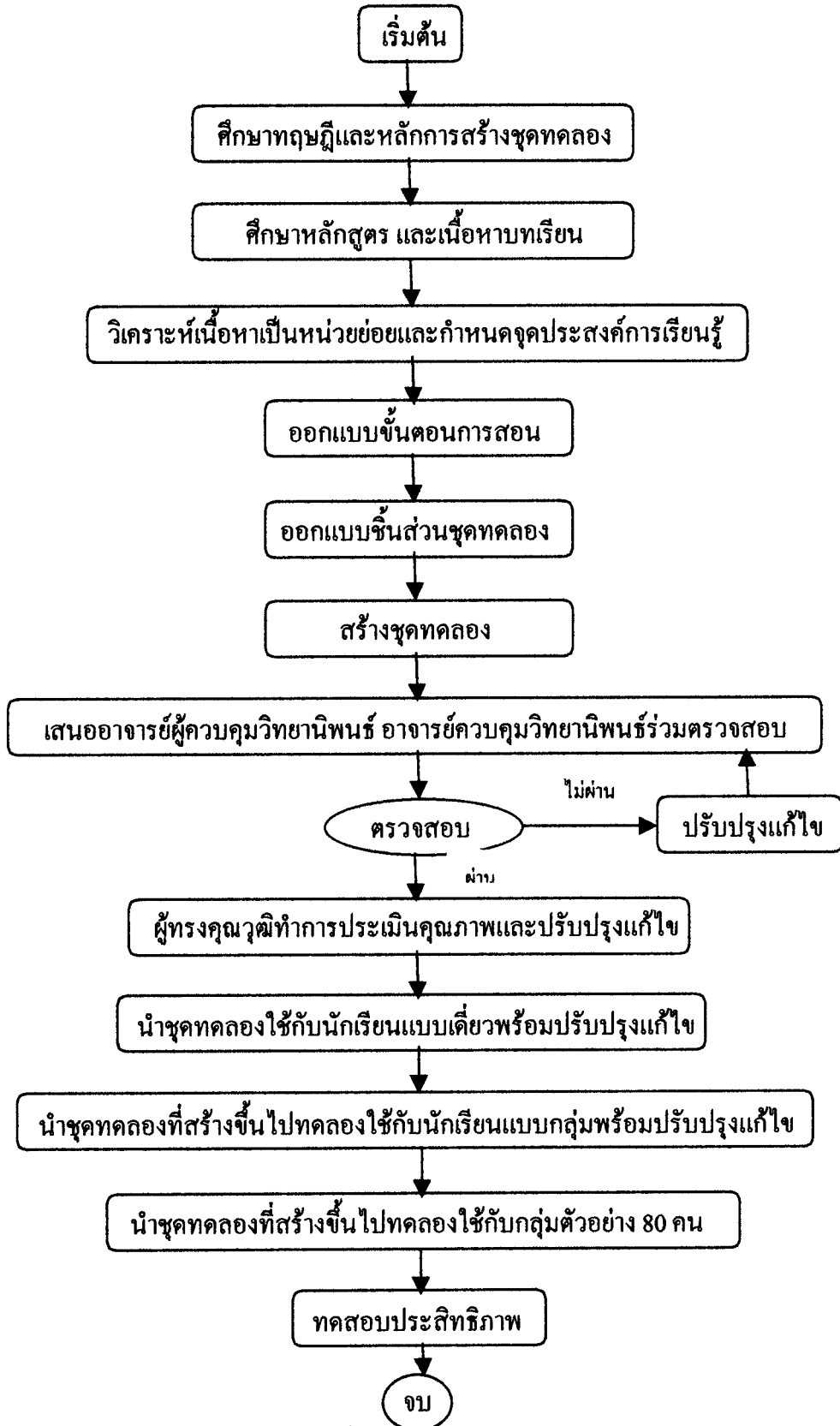
ในการทดลองเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางได้แบ่งนักเรียนนายร้อยออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 80 นาย ดังนี้

ชุดที่ 1 มี 80 นาย แบ่งเป็น 20 กลุ่ม กลุ่มละ 4 นาย ให้ทำการทดลองโดยใช้ชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางของบริษัท PEE WY ที่ผลิตมาจากประเทศเยอรมัน

ชุดที่ 2 มี 80 นาย แบ่งเป็น 20 กลุ่ม กลุ่มละ 4 นาย ให้ทำการทดลองโดยใช้ชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง

2) การเก็บผลการทดลอง

2.1 การเก็บข้อมูลจากนักเรียนนายร้อยทั้ง 2 ชุด โดยเก็บข้อมูลจากตารางบันทึกผลการทดลอง (ใบเนื้อหา) ทำการเก็บข้อมูลเป็นคะแนนกลุ่มมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน และเก็บข้อมูลจากการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นรายบุคคลภายหลังทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว โดยทำการสอบท้ายชั่วโมง เมื่อนักเรียนนายร้อยแต่ละนายส่งใบงานแล้ว ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ต่อจากนั้นก็นำคะแนนมารวมกันเป็นเต็ม 20 คะแนน ในแต่ละนาย



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง

2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

2.2.1 ศึกษาวิธีสร้าง และเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

(โพรเจกไทล์ วงกลม, ฮาร์มอนิกอย่างง่าย และแบบหมุน)

2.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

(โพรเจกไทล์ วงกลม, ฮาร์มอนิกอย่างง่าย และแบบหมุน) จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก

โดยเป็นแบบทดสอบวัดเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางที่เป็นข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 10 ข้อ ข้อสอบแบบปรนัยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกได้ 0 คะแนน โดยคำถามในแบบทดสอบได้สร้างให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.4 หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน (ภาคผนวกหมวด ก) พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+ 1 มีความเห็นว่า ข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การ

เรียนรู้

- 1 มีความเห็นว่า ข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.5 บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อแล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรดังนี้ (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ 2533 : 138)

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ΣR = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา

2.2.6 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 10 ข้อ

2.2.7 นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนแบบกลุ่มที่ผ่านการเรียนเรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง มาแล้วจำนวน 80 คน

นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ดังนี้

สูตร หาค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (รวีวรรณ ชินะตระกูล.

2535 : 237)

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$$

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$$

เมื่อ p = ดัชนีความยากของแบบทดสอบ
 r = ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
 f_H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
 f_L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_H = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
 N_L = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.2.8 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกที่มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป โดยแบบทดสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.46 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.63

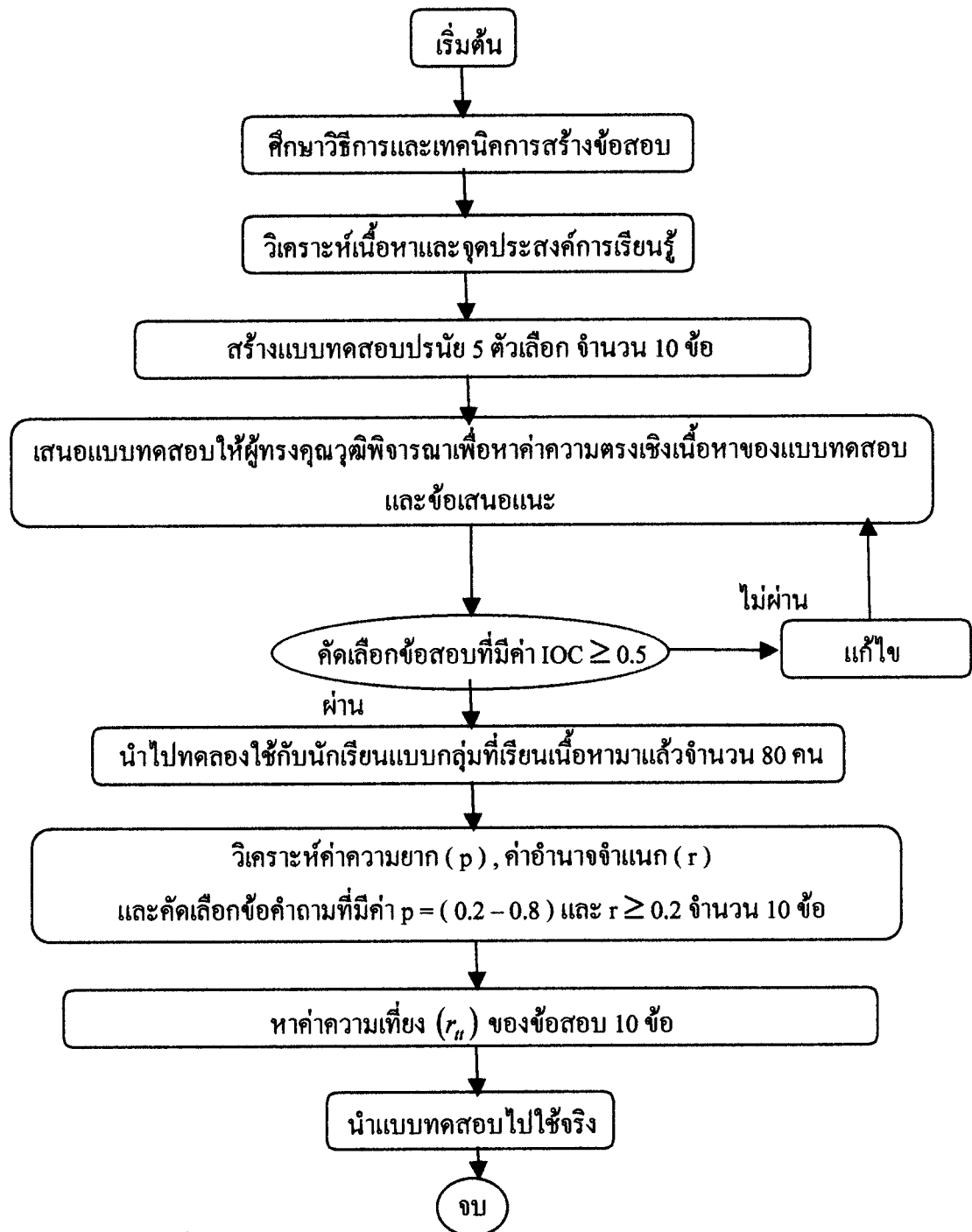
2.2.9 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของข้อสอบ 10 ข้อ ไปหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR – 20 ของ Kuder – Richardson (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 142)

$$r_{tt} = \frac{k}{(k-1)} \left\{ \frac{1 - \sum pq}{s^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} = ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
 k = จำนวนข้อสอบทั้งหมด
 P = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1 – p)
 s = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2.2.10 นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.11 นำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์หาค่า t – test (dependent sample)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลอง

2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลองไว้ดังนี้

2.3.1 กำหนดหัวข้อ และสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง โดยผู้วิจัยได้ประเมินด้านความน่าสนใจ ความรู้ที่ได้รับ การเร้าความสนใจ ความกระตือรือร้นในการติดตามบทเรียน ความต้องการเรียนด้วยวิธีนี้ในโอกาสต่อไป โดยใช้แบบประเมินมาตรฐานค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ในการให้คะแนน

2.3.2 นำแบบประเมินคุณภาพของความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง ที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งในการประเมินนั้นจะต้องได้ระดับ ดีขึ้น ($\bar{X} \geq 3.5$) จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลอง ขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง วิชาปฏิบัติการ พิสิกส์เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการทดลองดังนี้

3.1 ติดต่อขอรับหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทเรียนและแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช

3.2 นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ และคู่มือการตรวจเครื่องมือวิจัย ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และประเมิน

3.3 นำผลการตรวจสอบและประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขและวิเคราะห์

3.4 ดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในวันที่ 2 กรกฎาคม 2550 มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง

3.4.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3 แนะนำขั้นตอนการเรียน และให้นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ด้วยตนเอง

3.4.4 ตรวจสอบวัน – เวลาการเข้าศึกษาด้วยตนเองของกลุ่มตัวอย่าง

3.4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.6 นำผลการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนไปหาค่าประสิทธิภาพ และหาค่า

t-test แบบ dependent sample

3.4.7 นำแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน ที่นักเรียนประเมิน ไปประเมินแบบมาตรฐานค่า (rating scale)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน นายร้อยชั้นปีที่ 1 วิเคราะห์โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกปฏิบัติ และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ย และค่าร้อยละแล้วนำไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของบทเรียนตามเกณฑ์ E_1 / E_2 ดังเกณฑ์ไว้ที่ 85/85 โดยยอมรับความคลาดเคลื่อน ± 2.5

การหาประสิทธิภาพของกระบวนการใช้สูตรดังนี้(ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สุเชาว์ เนตร ประเสริฐ และสุทธิดา สีนสกุล 2520 : 136)

$$\text{สูตร 1 } E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ = คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรืองานทุกชิ้นรวมกัน

N = จำนวนผู้เรียน

การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ใช้สูตรดังนี้(ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สุเชาว์ เนตร ประเสริฐ และสุทธิดา สีนสกุล 2520 : 136)

$$\text{สูตร 2 } E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ = คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B = คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางระหว่างก่อนใช้ และหลังใช้ชุดทดลอง ด้วยการนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่แล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้ t - test dependent sample โดยตั้งเกณฑ์นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สูตร t – test dependent sample (ล้วน สายยศ 2542 : 304)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ } df = n - 1$$

เมื่อ D = ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N = จำนวนคู่

4.3 การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดทดลองวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 ทำได้โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถาม ความคิดเห็นของนักเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การหาค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ 2542 : 269)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{X} = คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N = จำนวนตัวอย่าง

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) กรณีหาจากคะแนนดิบใช้สูตรดังนี้

(ล้วน สายยศ 2542 : 273)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x = คะแนนดิบ

n = จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างแล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปตามลำดับดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ โดยพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนระหว่างเรียน และคะแนนหลังเรียนตามเกณฑ์ร้อยละ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนน	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน	80	30	24.85	82.76	80(E_1)
คะแนนหลังเรียน	80	30	26.25	87.50	80(E_2)

จากตารางที่ 4.1 คะแนนระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน คะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 24.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.76 (E_1) และคะแนนหลังเรียนจากคะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 26.25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.50 (E_2) แสดงว่าชุดทดลองมีประสิทธิภาพ $E_1 / E_2 = 82.76/87.50$ สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ $85/85 \pm 2.5$

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดทดลอง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยชุดทดลองของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน มาวิเคราะห์หาค่า t -test dependent sample ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดสอบ t – test (dependent sample)

คะแนน	N	\bar{X}	S.D.	d	t
ก่อนเรียน	80	9.50	4.07	8.34	29.70*
หลังเรียน	80	17.84	3.33	1.99	

$p < .05$

จากตารางที่ 4.2 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดทดลองสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียนด้วยชุดทดลอง ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลวิเคราะห์ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้เรียนด้วยชุดทดลอง

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพที่ประเมิน
1. การเรียนจากชุดทดลองมีความน่าสนใจ	4.33	0.58	ดี
2. การเรียนจากชุดทดลอง นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากกว่าการเรียนปกติ	4.67	0.58	ดีมาก
3. เนื้อหาของบทเรียนในใบงานมีการนำเสนอที่น่าสนใจ	5.00	0.00	ดีมาก
4. การเรียนจากชุดทดลองทำให้นักเรียนสามารถทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา	5.00	0.00	ดีมาก
5. การเรียนจากชุดทดลองทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการติดตามบทเรียน	4.33	0.58	ดี
6. การเรียนจากชุดทดลองทำให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง	4.33	0.58	ดี
7. การเรียนจากชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนบทเรียนล่วงหน้าได้	4.67	0.58	ดีมาก
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่วไปได้	4.67	0.58	ดีมาก
9. การเรียนจากชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและสอบถามปัญหาได้โดยตรงกับผู้สอน	4.67	0.58	ดีมาก
10. นักเรียนต้องการเรียนจากชุดทดลองในเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพปฏิบัติการฟิสิกส์อีก	4.67	0.58	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.63	0.46	ดีมาก

จากตารางที่ 4.3 ผลการแสดงความเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง พบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นที่เห็นอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.63$) โดยมี 3 หัวข้อที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี และ 7 หัวข้อที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก คือ เนื้อหาของบทเรียนมีการนำ

เสนอที่น่าสนใจ และการเรียนจากชุดทดลองทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา ผู้เรียนมีความคิดเห็นที่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ($\bar{X} = 4.67$) 7 หัวข้อ คือ มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ได้เรียนบทเรียนล่วงหน้า สามารถแสดงความคิดเห็นและสอบถามปัญหาได้โดยตรงกับผู้สอน สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่วไป ต้องการเรียนจากชุดทดลองในเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ อีก 3 หัวข้อ นักเรียนมีความเห็นด้วยคือในเรื่อง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการติดตามบทเรียน สามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และมีความน่าสนใจ นอกจากนี้ นักเรียนยังได้แสดงความคิดเห็นต่าง ๆ และผู้วิจัยยังได้สังเกตถึงพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน มีความใฝ่รู้ และอยากเรียนรู้มากขึ้นซึ่งดูได้จากสถิติ และจากการสอบถามปัญหาต่าง ๆ โดยตรงกับผู้สอน ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวทำให้วิเคราะห์ได้ว่าผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง

นอกจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์คุณภาพชุดทดลอง โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการสร้างชุดทดลองดังรายละเอียดในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้านเนื้อหาและเทคนิคของชุดทดลอง

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพที่ประเมิน
1. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
2. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมในการนำมาสร้างเป็นชุดทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
3. เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
4. ขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
5. ชุดทดลองที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
6. รูปแบบการตอบสนองเป็นไปตามหลักการเรียนรู้แบบให้ถึงเร็ว	4.33	0.58	ดี
7. ครึ่งความสนใจผู้เรียนได้ดี	4.33	0.58	ดี
8. ชุดทดลองสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่วไปได้	4.33	0.58	ดี
9. แบบฝึกหัดท้ายบทสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
10. เทคนิคการนำเสนอเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.64	0.41	ดีมาก

จากตารางที่ 4.4 คุณภาพของชุดทดลองที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาเทคนิคของชุดทดลองพบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.64$) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากมีอยู่ 6 รายการ เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน ($\bar{X} = 5.00$) เนื้อหาที่มีความเหมาะสมในการนำมาสร้างเป็นชุดทดลอง ($\bar{X} = 5.00$) เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ($\bar{X} = 5.00$) ขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม ($\bar{X} = 4.67$) ชุดทดลองที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา ($\bar{X} = 4.67$) เทคนิคการนำเสนอชุดทดลองเหมาะสม ($\bar{X} = 4.67$) รายการที่มีคุณภาพดีมี 4 รายการ ดังนี้ รูปแบบการ

ตอบสนองเป็นไปตามหลักการเรียนรู้แบบให้สิ่งเร้า ($\bar{X} = 4.33$) ครึ่งความสนใจผู้เรียนได้ดี ($\bar{X} = 4.33$) จุดทดลองสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่วไปได้ ($\bar{X} = 4.33$) และแบบฝึกหัดท้ายบทสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X} = 4.33$)

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลางสำหรับ นักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 ตามหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีให้กับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 ในวิชาฟิสิกส์ (หลักสูตรโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า พ.ศ. 2544) กองทัพบก กระทรวงกลาโหม โดยมีสาระสำคัญดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างชุดทดลองเรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง และหลังการใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้น

1.1.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนนายร้อยที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้น

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 180 นาย โดยกลุ่มตัวอย่างคัดเลือกจากการเลือกแบบเจาะจงนักเรียนที่มีความสามารถใช้เครื่องมือทดลองได้ จำนวน 80 คน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- 1) ชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง
- 2) แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง

วิชากลศาสตร์

3) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง วิชากลศาสตร์

4) แบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง วิชากลศาสตร์

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า นครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 80 คน โดยดำเนินการทดลองตั้งแต่วันที่ 2 กรกฎาคม 2550 ถึง 30 กรกฎาคม 2550

1) กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เลือกโดยการสำรวจการใช้เครื่องมือทดลองในการปฏิบัติการทดลอง และเจาะจงนักเรียนที่มีความตั้งใจในการทำการทดลอง จำนวน 80 คน จากนักเรียนทั้งหมด 180 คน

2) แนะนำกลุ่มตัวอย่างในการปฏิบัติการทดลอง

3) แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนด้วยชุดทดลอง

4) ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยเป็นแบบทดสอบ

แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

5) ให้ผู้เรียนได้ศึกษาชุดทดลองทำการทดลอง ทำแบบฝึกหัดการทดลอง และทำกิจกรรมหลังเรียน

6) ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

7) นำคะแนนระหว่างเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ แบบฝึกหัดหรืองาน และคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามวิธีทางสถิติด้วยสูตร E_1 / E_2

8) นำผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ไปวิเคราะห์หาค่า t - test ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดทดลอง

9) ให้กลุ่มตัวอย่าง ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนชุดทดลอง แล้วนำผลการประเมินไปวิเคราะห์โดยใช้แบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale)

10) นำผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์โดยใช้แบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale)

11) ตรวจสอบการเข้าเรียน จำนวนครั้ง วัน เวลา

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดทดลองวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ดังนี้

- 1) วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยวิเคราะห์จากคะแนนระหว่างเรียน และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยใช้สูตร E_1 / E_2
- 2) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่า t – test (dependent sample)
- 3) วิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนชุดทดลองที่เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 4) วิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองที่เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.3 ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1.3.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.76/87.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 85/85 ยอมรับความคลาดเคลื่อน ± 2.5

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นต่อชุดทดลองอยู่ในระดับดีมาก

2. อภิปราย

การวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์ของการใช้ชุดทดลองวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า นครนายก สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ได้ 82.76/87.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 85/85 ยอมรับความคลาดเคลื่อน ± 2.5 ทั้งนี้เนื่องจากชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วว่า เป็นชุดทดลองที่มี

คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ก่อนที่จะนำไปทดลองทำการเรียนการสอน ดังนั้นเมื่อนำชุดทดลองมาทดลองใช้จึงทำให้ชุดทดลองมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปริศนา ปั้นน้อย (2545 : บทคัดย่อ) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.33/84.67

2.2 ผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนด้วยชุดทดลอง สูงกว่าก่อนเรียนเพราะในบทเรียนจะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ของการเคลื่อนที่ 4 แบบ คือการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และการเคลื่อนที่แบบหมุน ในส่วนของ การทดลองในแต่ละหน่วยย่อยจะมีการแจ้งจุดประสงค์ให้ผู้เรียนได้ทราบ และมีหัวข้อการเรียนย่อยให้เลือกครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยจะมีการนำเข้าสู่บทเรียนก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาเพื่อเตรียมความพร้อม โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน ให้พร้อมที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ ในส่วนของบทเรียนแต่ละหัวข้อจะมีภาพประกอบ ของชุดทดลองเป็นภาพสื่ออย่างชัดเจนเร้าความสนใจ และให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจวิธีการทำการทดลองได้ดีขึ้น นอกจากนี้ในแต่ละหัวข้อการเรียนยังได้เสริมคำถามชวนคิดให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น และทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ เพราะในชุดทดลอง ผู้เรียนสามารถทำการทดลองให้ได้ผลการทดลองที่ต้องการ นอกจากนั้นผู้เรียนยังสามารถสอบถามในข้อที่สงสัยกับตัวผู้สอน โดยตรงทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น และมีกำลังใจที่ต้องการใฝ่รู้ให้มากขึ้นและนอกจากนี้ยังมีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น ในการเรียนผู้เรียนสามารถทำการทดลองซ้ำเดิมได้ ผู้เรียนสามารถซักถามเรื่องที่ไม่เข้าใจกับผู้สอน โดยตรง ดังนั้นเมื่อผู้เรียนจบแล้วจึงสามารถผ่านการวัดผลหลังการเรียนได้ด้วย ความเข้าใจ เป็นการพิสูจน์ว่าทฤษฎีในเรื่องการทดลองนั้น ๆ ถูกต้องหรือไม่

2.3 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลองพบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นดีมากต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง เพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากชุดทดลอง ผู้เรียนสามารถทบทวนและศึกษาชุดทดลองได้ตลอดเวลา สามารถที่จะซักถามผู้สอน อีกทั้งการทดลอง และแบบฝึกหัด ทำให้ผู้เรียนได้เพิ่มการเรียนรู้และมีความเข้าใจมากขึ้น

ดังนั้นชุดทดลองวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 85/85 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดทดลองจึงสูงกว่าก่อนเรียน ผู้เรียนมีความคิดที่เห็นด้วยอย่างยิ่งต่อการใช้ชุดทดลองเพราะมีคุณภาพ ดีมาก สามารถนำไปใช้กับผู้ที่เรียนที่เรียนเนื้อหาวิชานี้ หรือผู้สนใจได้

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

3.1.1 ควรมีการจัดเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์ และระบบ หากอุปกรณ์และระบบไม่มีประสิทธิภาพ หรือมีการจัดการไม่ดีอาจส่งผลล่าช้าในการเข้าสู่บทเรียน ส่งผลให้ความสนใจและตั้งใจเรียนลดลง

3.1.2 ในการนำชุดทดลองไปใช้ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไม่ควรจำกัดเวลาและขอบเขตความรู้ เพื่อตอบสนองความแตกต่างของบุคคล แต่ต้องมีการบังคับในด้านการส่งงานที่ได้เพื่อป้องกันที่ผู้เรียนหลงทาง และไม่ศึกษาเนื้อหา

3.1.3 เมื่อนักเรียนนายร้อยได้ทำการทดลองแล้วสามารถนำความรู้ที่ได้จากการทดลองไปใช้ได้ เช่น การขับเครื่องบิน ต้องใช้ความเร็วสูงขณะกำลังบินลง และบินขึ้น หรือการบินเป็นวงกลม

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

3.2.1 ควรศึกษาวิจัยเพื่อหารูปแบบการนำเสนอชุดทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งเทคนิควิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเนื้อหาวิชา และระดับของผู้เรียน

3.2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนการสอนปกติ และการเรียนด้วยชุดทดลอง

3.2.3 ควรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับชุดทดลอง ให้ครบเนื้อหาวิชาที่ต่อเนื่องกัน ทั้งหมดในวิชาเดียวกัน หรือสาขาวิชาอื่น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิตติ ภัคคีวัฒนนกุล “สร้างเว็บเพจแบบมีอาชีพด้วย HTML” กรุงเทพมหานคร ดวงกมลสมัย 2541
- กิตติภูมิ วรรณ “PHP เปลี่ยนวิธีการสร้างโฮมเพจอย่างมืออาชีพ” กรุงเทพมหานคร วิตต์กรู๊ป 2543
- กิดานันท์ มลิทอง “เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม” กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2540
- เกศินี การสมพจน์ “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตวิชาการพยาบาล
สูติศาสตร์ เรื่องการวางแผนครอบครัว สำหรับนักศึกษาพยาบาลศาสตร์”
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีและการสื่อสาร
การศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2543
- จร ลวนางกูร “ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน
บ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์และการเรียนตามปกติ” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2542
- จิต นวนแก้ว “ ผลสัมฤทธิ์ของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชนอมพิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช”
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2532
- เจนวิทย์ เหลืองอร่าม อินเทอร์เน็ตและวีดิโอ ไซด์ เว็บ กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช 2542
- ใจทิพย์ ณ สงขลา “การสอนผ่านเครือข่ายเวิลด์ ไซด์ เว็บ” วารสารคณะครุศาสตร์ 27 (2542)
หน้า 18 – 28
- ช่วงโชติ พันธุเวช ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ กรุงเทพมหานคร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา 2542
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ “มิตินี้ 3-นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา” เล่ม 1 กรุงเทพมหานคร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะครุศาสตร์ 2520
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล “ระบบสื่อการสอน” กรุงเทพมหานคร
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2520

- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ *เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีวิจัย* กรุงเทพมหานคร โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์
 ถนอมพร เลหาจรัสแสง “การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพ
 การเรียนการสอน” *วารสารศึกษาศาสตร์สาร* ปีที่ 28 ฉบับที่ 1 ภาควิชาเทคโนโลยี
 ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มกราคม – มิถุนายน 2544
 หน้า 87 – 94
- ทวิศักดิ์ จินดานุรักษ์ และคณะ “การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทักษะการเรียนรู้สำหรับ
 นักเรียนระดับประถมศึกษา” งานวิจัย คณะกรรมการวิจัยการศึกษา การศาสนา และ
 วัฒนธรรม ของกระทรวงศึกษาธิการ 2543
- ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง *Easy Electronics เรียนรู้จากการทดลอง ฉบับชุดทดลอง*
 กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ด้านสุทธาการพิมพ์ 2549
- _____, *DIGITAL Learning – By – Doing ฉบับรวมชุดอุปกรณ์และโปรโตบอร์ด*
 กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ด้านสุทธาการพิมพ์ 2549
- ธีรบุลย์ หล่อวิเชียรรุ่ง และคณะ *ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรม*
ภาษาซี กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ IMES INNOVATIVE EXTERINEMT, 2545
- ธีราวุฒิ ปัทมวิบูลย์ *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ครอบคลุมวิชาคอมพิวเตอร์*
และเทคโนโลยีสารสนเทศ กรุงเทพมหานคร โปรวิชั่น 2545
- นงนุช เพ็ชรรัตน์ “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความปลอดภัย
 ของโปรแกรม” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
 สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2543
- นวลวรรณ ทิพย์สุมณฑา “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง พื้นฐาน
 ระบบเครือข่ายและการสื่อสารข้อมูล” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรม
 มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2543
- น้ามนต์ เรื่องฤทธิ์ “WBI : Web Based Instruction (การเรียนการสอนผ่านเว็บ)”. [Online].
 Available : <http://etc5.nara-it.net2WBI07.html>. 2545

- บุญเรือง นิยมหอม “การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา”
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ภาควิชา โสวัตศึกษาศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2450
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ “เครือข่ายใยแมงมุมโลกในโลกของการศึกษา” *รายงานการพัฒนาการจัดการ
ศึกษาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไปในสถาบันอุดมศึกษาเอกชน* เอกสารการจัดประชุม
สัมมนาวิชาการ กรุงเทพมหานคร ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีปทุม
2540
- ปทีป เมธาคุณวุฒิ “ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนทางไกลโดยใช้การเรียนการสอนแบบ
เว็บเบส” เอกสารประกอบการสอนวิชา 2710643 หลักสูตรการเรียนการสอนทาง
การอุดมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2540
- ปรีชนันท์ นิลสุข “นิยามเว็บช่วยสอน” *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา* 34 (2543) หน้า 48 – 52
- ปริศนา ปั้นน้อย “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาระบบปฏิบัติการ
เรื่องการจัดการหน่วยความจำ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2545
- ปิยวิทย์ เจนกิจจาไพบุลย์ *เรียนรู้การสร้างโฮมเพจด้วย HTML* กรุงเทพมหานคร ซีเอ็ดยูเคชั่น
- เป็รื่อง กุญฑ “เทคโนโลยีการเรียนการสอนในยุคสารสนเทศ” *ศึกษาศาสตร์มอ. วิทยาเขตปัตตานี*
12(1) (2541) หน้า 18 – 20
- ผดุงยศ ดวงมาลา *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ฉบับปรับปรุงใหม่* คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี 2530
- พรรณี เกษกมล “การเรียนรู้บนเว็บ” [Online] Available:<http://etc5.narit.net/WBI01.html>.
- พัชรา ทวีวงศ์ ณ อรุณยา “หน่วยที่ 5 การพัฒนาการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ใน
ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ นนทบุรี สาขาวิชา
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2537
- พิติฐ์ เมธาภัทร์ และธีรพล เมธิกุล *เทคนิควิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค* กรุงเทพมหานคร
โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2529
- ไพรัช รัชชพงษ์ และพิเชษฐ์ คุรงค์เวโรจน์ *เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา* กรุงเทพมหานคร
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ 2544

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตย์พงศ์ “ การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาการออกแบบวงจร
ขยายเชิงเส้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2540

ภพ เลหาไพบุลย์ *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์
เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล 2534

ภาสกร เรื่องรอง “PHP Programming” 2544 [Online]. Available:

<http://www.thaiwbi.com/course/php/index2html>.

มนต์ชัย เทียนทอง *อุปกรณ์ช่วยสอน* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ 2530

มนต์ชัย เทียนทอง “ก้าวไกล:WBI (Web Based Instruction) WBT (Web-Based Training)”

วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา 13(37) (2544) หน้า 72 – 78

ยุคลธร สังข์สอน “ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หนังสือการ์ตูนประกอบการสอน
ตามคู่มือครูของ สส.วท.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชา
หลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2538

รัตนา ศิริพานิช *สถิติและวิจัยการศึกษา* คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2537

วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับ
นักเรียน* กรุงเทพมหานคร สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ 2532

วิชุดา รัตน์เพียง “การเรียนการสอนผ่านเว็บ:ทางเลือกใหม่ของเทคโนโลยีทางการศึกษาไทย”

วารสารคณะครุศาสตร์ 27(2) (2542) หน้า 29 – 35

วีรวัฒน์ ประกอบผล *การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี* กรุงเทพมหานคร

โรงพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น 2545

ศิริพงศ์ รดาธร *ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1* กองวิชาฟิสิกส์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อย

พระจุลจอมเกล้า 2548

ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง “ การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเครื่องรับวิทยุ AM-FM สำหรับ

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามหลักสูตรวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2533

ศิริรัตน์ เบาใจ วารสาร เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา 8 (2544) หน้า 105 – 119

ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เอกสารประกอบการสอนการออกแบบ

การเรียนการสอนใน WBI กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ่ายเอกสาร

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ความหมายของอินเทอร์เน็ต 2545

[online]. Available: <http://www.nectec.or.th/courseware/internet/internettech/001.html>

สรรรัชต์ ห่อไพศาล “นวัตกรรมและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในสหัสวรรษใหม่ :

กรณีการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction: WBI)” มหาวิทยาลัย

ศรีปทุม วารสารศรีปทุม ปริทัศน์ 1 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2544) หน้า 93 – 104

สุภัคศิริ อ้นแพ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างของดอก สำหรับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคงทองวิทยา งานวิจัยสำนักพัฒนา

การศึกษาศาสนา และวัฒนธรรม ของกระทรวงศึกษาธิการ 2544

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

โรงพิมพ์จุรัสภา 2524

สุวัฒน์ นิยมคำ ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2

กรุงเทพมหานคร : เจเนเนอรัลบุคส์เซนเตอร์ 2531

สุนันทา มานะปริชาธร “ การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์กับกิจกรรมปกติ”

วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2535

สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย, “ สถิติประยุกต์และวิธีการวิจัย ” เอกสารประกอบการศึกษา

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ พ.ศ.2529

เสาวภา สมวิวัฒน์กุล “ ผลการใช้ชุดการเรียนการสอนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

2541

- อรุณี ลีกันข “ ผลการสอนโดยสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2533
- อรุศักดิ์ เทียมประสิทธิ์ “ การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชางานวัดละเอียดระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2531
- อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์ “ การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ เจตคติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2532
- เอมอร กิติภัทเมธา “ การศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโล โกที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบเอนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2536
- Driessmack, Anne Jenkins. “An Insrtruction Packages for Teacher of Religion in the Skillful Use of Question.” *Dissertation Abstracts International*. 28 October 1977 : p.2055-A.
- Gega, P.C. *Science in Elementary Education*. (4th ed.) New York John Wiley & Son 1986.
- Halliday/Resnick/Walker. *Fundamentals of Physics Sixth Edition*. New York/Chichester/Weinheim/Brisbane Singapore/Toronto, 1997.
- Klopfer, L.E. “*Evaluation of Learning in Science*.” *In Hand Book on Eormative and Summative Evaluation of Student Learning*, Edited by Benjamin S. Bloom.et. At New York : Mc Graw – Hill Book. 1971.
- Mc Caleman, James Wesley. “Relationship Between the Use of Learning Activity Package Group Activities and Preference of Students Toward the Social Studies Coures.” *Dissertation Abstracts International*, 36 July 1974.

Mc Gill D.J., King W.W. *Engineering Mechanics an Introduction to Dynamics*. Boston :
PWS Publishing, 1995.

Olsen, Johannes Ingebert. "The Effect of Learning Packages on the continuous Progress
Education Pilot Program in Kawana Country West Vingini School."
Dissertation Abstracts International, February 1975 : p.4992-A.

Peterson, K.D. "Scientific Inquiry Training for High School Students." *Journal of Research In
Science Teaching*. 15 March 1978 : p.153.

Strawiz, B.M. and M.R. Malone. "Preservice Teacher's Acquisiton and Retention of Integrated
Science Process Skills : A Comparision of Teacher – Directed and Self Instructional
Strategies." *Journal of Research in Science Teaching*. 24 January 1987 : p.53-60.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สำเนาหนังสือราชการ

- **รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ**
- **หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ**
- **หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย**

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ชื่อ พันเอกศิริพงษ์ รดาธร
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
 วุฒิการศึกษา วท.ม. (ฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์กองวิชาฟิสิกส์ ส่วนการศึกษา
 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เป็นระยะเวลา 17 ปี

2. ชื่อ พันเอกบรรณสม สุพะรัง
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
 วุฒิการศึกษา ค.อ.ม. (ไฟฟ้า) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ส่วนการศึกษา
 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เป็นระยะเวลา 18 ปี
 อาจารย์กองวิชาฟิสิกส์ ส่วนการศึกษา
 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เป็นระยะเวลา 6 ปี

3. ชื่อ พันโทชำนาญ สำเภาพ่อค้า
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
 วุฒิการศึกษา วท.ม. (ฟิสิกส์ประยุกต์) สถาบันเทคโนโลยี
 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์กองวิชาฟิสิกส์ ส่วนการศึกษา
 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เป็นระยะเวลา 15 ปี



ที่ ศษ 0522.16 (บ) ๑๔

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

๑๖ กุมภาพันธ์ 2551

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน พันเอกศิริพงศ์ รดาธร

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย พันโทธัญญา โพธิ์รุ่ง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและปฏิบัติการวิชาชีพ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี
จึงขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิทวธีรานนท์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0 2503 2870

โทรสาร 0 2503 3566 -7



ที่ ศธ 0522.16 (บ) ๕๔

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

12 กุมภาพันธ์ 2551

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน พันเอกบรรณสม สุพะรัง

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย พันโทสัญญา โพธิ์รัง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างชุดทดลองวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและปฏิบัติการวิชาชีพ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี
จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิทวธีรานนท์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0 2503 2870

โทรสาร 0 2503 3566 -7



ที่ ศธ 0522.16 (บ) ๒๕

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

๑๖ กุมภาพันธ์ 2551

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน พันโทชำนาญ สาทาทอคำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย พันโทธัญญา โพธิ์รุ่ง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและปฏิบัติการวิชาชีพได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี
จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิทวธีรานนท์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0 2503 2870

โทรสาร 0 2503 3566 -7



ที่ ศษ 0522.16 (บ)/ 21

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

13 กุมภาพันธ์ 2551

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการ กฟศ. สกศ. รร.จปร.

เนื่องด้วย พันโทชญญะ โพธิ์รุ่ง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

ในการนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัยโดยนักเรียนโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ทั้งนี้ จะมีให้เป็นการรบกวนเวลาเรียนตามปกติของนักเรียน และผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือ ตามวัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านและขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิทวธีรานนท์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-503-2870

โทรสาร 02-503-2870



ที่ ศธ 0522.16 (บ) ๑๐

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

๑๒ กุมภาพันธ์ 2551

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ กฟศ. ศกศ. รร.จปร.

เนื่องด้วย พันโทธัญญา โพธิ์รุ่ง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างชุด ทดลองวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

ในการนี้ นักศึกษาข้างเป็นจะต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยจากกองวิชาฟิสิกส์ ส่วนการศึกษาโรงเรียน นายร้อยพระจุลจอมเกล้า

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการอนุญาตให้นักศึกษาดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อการ วิจัย ตาม วัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านและขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิทธีรานนท์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-503-2870

โทรสาร 02-503-2870

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ใบเนื้อหา
- วัตถุประสงค์การทดลอง
- อุปกรณ์การทดลอง
- วิธีการทดลอง
- วิธีใช้เครื่องนับสัญญาณแบบดิจิตอล และตัวตรวจวัดสัญญาณ
- ตารางบันทึกผลการทดลอง
- ใบงาน (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์)

ใบเนื้อหาการทดลอง เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง

วัตถุประสงค์

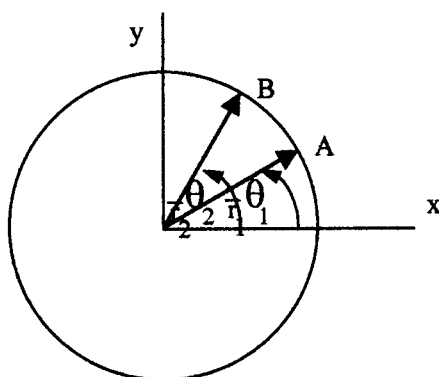
หลังจากการทดลองครั้งนี้เสร็จแล้วนักเรียนนายร้อยจะมีความสามารถ

1. เข้าใจทฤษฎีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสมบูรณได้
2. คำนวณหาแรงสู่ศูนย์กลางได้
3. เปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎีแรงสู่ศูนย์กลางได้
4. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของแรงสู่ศูนย์กลางได้
5. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงดูดของสปริงแบบแขวนกับมวลและแรงดึงดูดของสปริงแบบแขวนกับรัศมีได้

ของสปริงแบบแขวนกับรัศมีได้

การเคลื่อนที่เป็นวงกลมของอนุภาคใด ๆ ย่อมมีความเร่ง และพบว่าความเร่งนี้มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมเสมอ เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบ $x y$ ดังรูป

1. ขณะที่เวลา t_1 กับ t_2 อนุภาคอยู่ที่ตำแหน่ง A กับ B ซึ่งมีเวกเตอร์บอกตำแหน่งจากศูนย์กลาง O เป็น \vec{r}_1 กับ \vec{r}_2 โดยทำมุมกับแกน x เป็น θ_1 และ θ_2 เรเดียน ตามลำดับ



ภาพที่ 1 อนุภาคเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบ $x y$

ในช่วงเวลา $t = t_2 - t_1$ มุมที่เปลี่ยนไประหว่างจุด A และ B คือ $\theta = \theta_2 - \theta_1$ ถ้า ω แทน อัตราเร็วเชิงมุมเฉลี่ยของอนุภาคมีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที

$$\omega_{av} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

และ ω แทนอัตราเร็วเชิงมุมขณะใดขณะหนึ่ง

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt} \quad (2)$$

จากภาพที่ 1 ให้ R คือ รัศมีวงกลมที่อนุภาคเคลื่อนที่

Δs คือ ความยาวส่วนโค้ง AB

v คือ อัตราเร็วเชิงเส้นขณะหนึ่ง

สามารถหาอัตราเร็วเชิงเส้นสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุม ได้ดังนี้

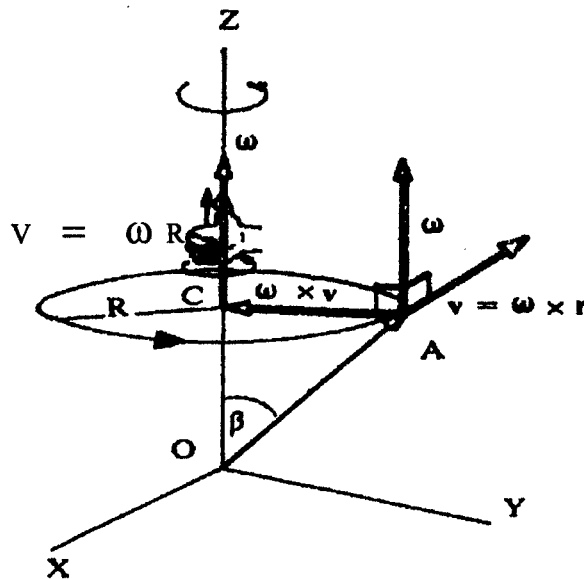
$$\Delta\theta = \frac{\Delta s}{R} \quad (3)$$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = R \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\frac{ds}{dt} = \omega R$$

ดังนั้นอัตราเร็วขณะหนึ่ง

$$v = \omega R \quad (4)$$



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นและความเร็วเชิงมุมของอนุภาค

พิจารณาภาพที่ 2 อนุภาคเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี R อยู่ในระนาบที่ขนานกับ $x y$ โดยแกน z ผ่านศูนย์กลางของวงกลม C และในขณะที่อนุภาคอยู่ที่ A มีเวกเตอร์บอกตำแหน่ง \vec{r} ซึ่งทำมุม β กับแกน z

$$\text{โดย } R = r \sin \beta$$

อัตราเร็วของอนุภาคที่จุด A

$$V = \omega R = \omega r \sin \beta$$

สำหรับทิศของความเร็วเชิงมุมให้กำหนดตามกฎมือขวา ดังภาพที่ 2 คือ \hat{k}

$$\text{ดังนั้น } \vec{\omega} = \frac{d\theta}{dt} \hat{k} \quad (5)$$

ถ้า \hat{v} คือ เวกเตอร์หนึ่งหน่วยของ \vec{v} ที่ A ความเร็วเชิงเส้นของอนุภาคจะเขียนได้

$$\vec{v} = \omega r \sin \beta \hat{v}$$

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r} \quad (6)$$

ซึ่งสมการ (6) เมื่อจุด O อยู่บนแกนหมุนของอนุภาค

จากการศึกษาการเคลื่อนที่เป็นวงกลม เราทราบว่ามีความเร็วเชิงเส้น ความเร็วเชิงมุม ความเร่งเชิงเส้น a_r และความเร่งสู่ศูนย์กลาง a_c แสดงได้ดังสมการ

$$a_r = \omega R \quad (7)$$

$$a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R \quad (8)$$

หรือพิจารณาจาก

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{\omega} \times \vec{r})$$

$$= \frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (9)$$

$$\text{เมื่อ } \vec{\omega} \text{ คงที่ จะได้ } \frac{d\vec{\omega}}{dt} = 0$$

สมการ (9) จะได้

$$\vec{a} = \vec{\omega} \times \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\text{และจาก } \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}$$

$$\text{ดังนั้น } \vec{a} = \vec{\omega} \times \vec{v} \quad (10)$$

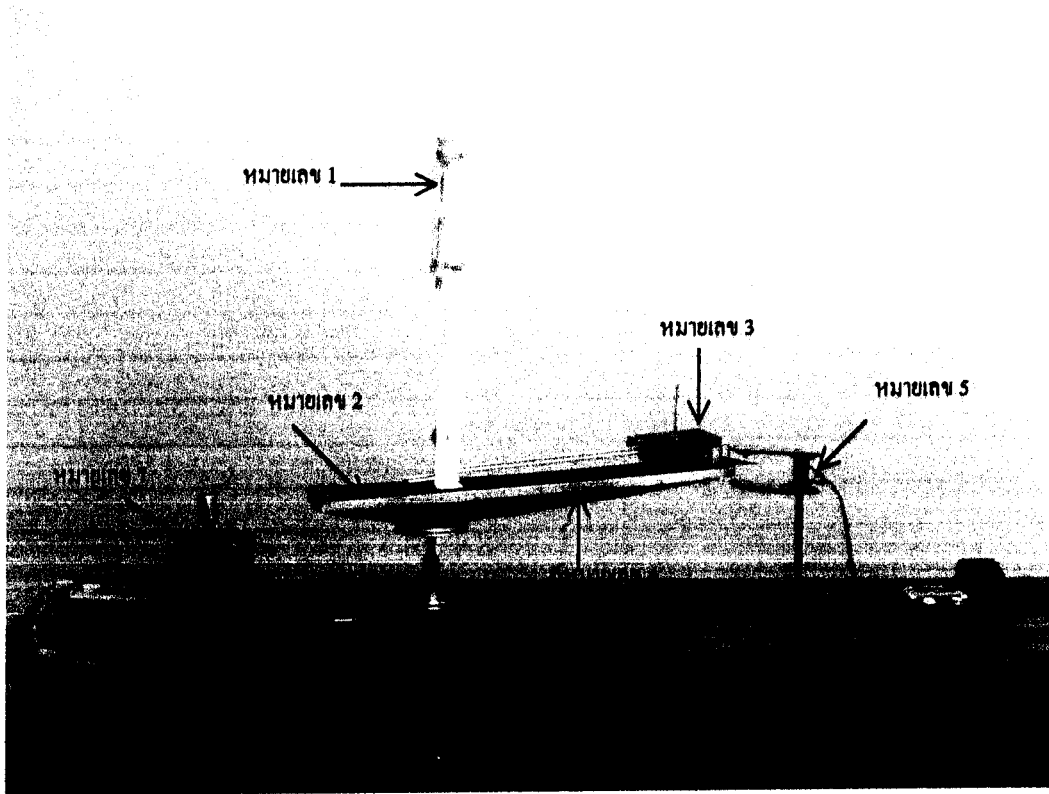
$$\text{หรือ } \vec{a} = \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}) \quad (11)$$

สมการ (11) คือ ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม

ดังนั้น แรงสู่ศูนย์กลางสามารถแสดงได้ ดังสมการ

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\omega^2 R = \frac{mv^2}{R} \quad (12)$$

แสดงชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้น



ส่วนประกอบของอุปกรณ์

- หมายเลข 1 เครื่องชั่งสปริง
- หมายเลข 2 รางพลาสติก
- หมายเลข 3 รถทดลอง
- หมายเลข 4 สเกลวัดระยะทาง
- หมายเลข 5 ส่วนตรวจวัดสัญญาณ (Sensor)
- หมายเลข 6 มอเตอร์ไฟฟ้า
- หมายเลข 7 เครื่องนับสัญญาณ

วิธีใช้เครื่องนับสัญญาณแบบดิจิทัลและตัวตรวจวัดสัญญาณ

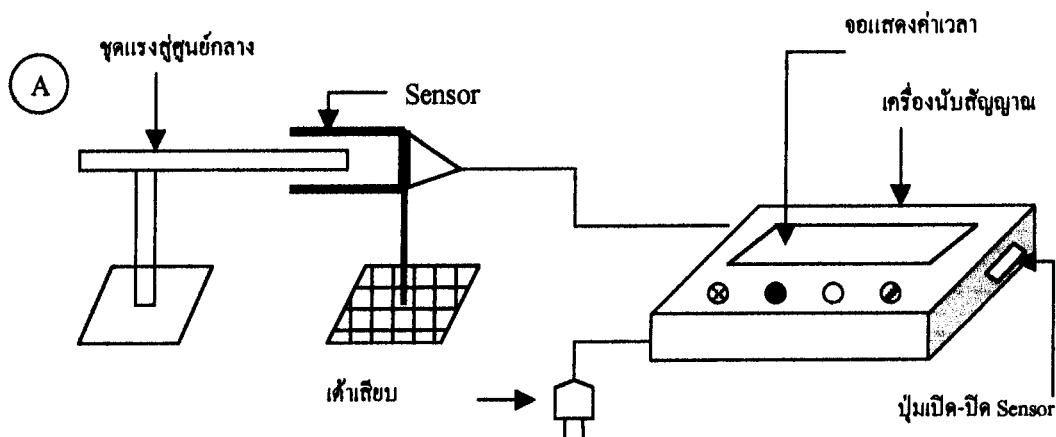
หน้าที่ของปุ่มกดและเปิด-ปิด

⊗	ปุ่มสีแดง	มีหน้าที่	เริ่มการทำงาน เป็นเมนูคำสั่ง	ย่อ	เมนู
●	ปุ่มสีเขียว	มีหน้าที่	เริ่มต้นนับค่าใหม่	ย่อ	ตั้งค่า
○	ปุ่มสีเหลือง	มีหน้าที่	เริ่มและหยุดโดยไม่ใช่ Sensor	ย่อ	เริ่ม
⊘	ปุ่มสีน้ำเงิน	มีหน้าที่	ล้างข้อมูล	ย่อ	ล้างค่า
□	ปุ่มเปิด-ปิด	มีหน้าที่	เปิด-ปิด การทำงาน Sensor	ย่อ	เปิด/ปิด

วิธีการใช้งาน

1. ติดตั้งอุปกรณ์ ดังภาพ

แสดงการติดตั้งเครื่องนับสัญญาณ และ Sensor

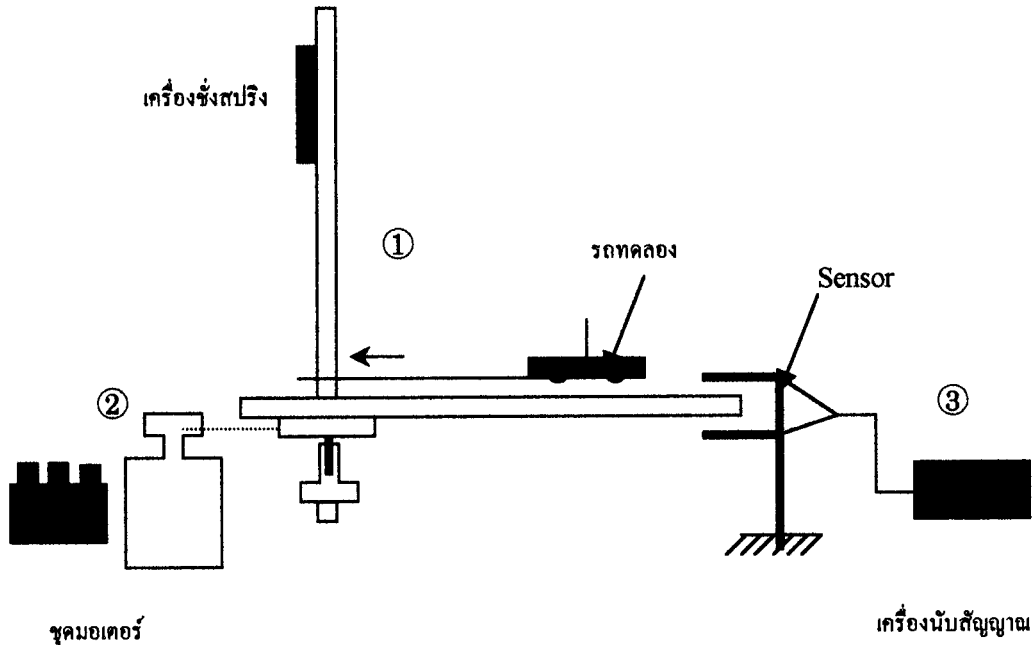


2. เสียบเต้าเสียบ (สังเกต จะได้ยินเสียง “ ตึก ” ของรีเลย์ ถ้าปุ่มเปิด-ปิด กำลังอยู่ในสถานะเปิด ถ้าไม่มีเสียงแสดงว่า ปุ่มเปิด-ปิด อยู่ในสถานะ ปิด อยู่แล้วก็ใช้ได้เลย ถ้ายังไม่ปิด ให้กดปิด ในตัวปุ่มเปิด-ปิด

3. กดปุ่มสีแดง 1 ครั้ง เข้าเมนูจับเวลา
4. ตั้งค่าความเร็วรอบเครื่อง (A) ให้คงตัว
5. กดปุ่มเปิดการทำงานของ Sensor ด้านขวามือ
7. สังเกตการตัดของ Sensor 1 รอบ จะได้เวลาออกมา อ่านค่าเวลาจากจอแสดงค่าเวลา
7. กดปุ่มสีน้ำเงิน 2 ครั้ง เพื่อล้างค่าคำสั่ง
8. กดปุ่มสีเขียว เมื่อต้องการจับเวลาการทำงานใหม่
9. กดปิดปุ่มด้านขวามือ และทำซ้ำข้อ 4-8

อุปกรณ์การทดลอง

มีลำดับขั้นการประกอบชุดการทดลอง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงลำดับขั้นการประกอบชุดการทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง

ขั้นตอนการประกอบ มีลำดับการประกอบ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ติดชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง หมายเลข ① ซึ่งประกอบด้วย รถทดลอง เครื่องชั่งสปริง และโครงรางพลาสติก

ขั้นที่ 2 ติดตั้งชุดมอเตอร์ หมายเลข ② แล้วโยงสายพานเข้ากับ หมายเลข ①

ขั้นที่ 3 ติดตั้งชุดอิเล็กทรอนิกส์ หมายเลข ③ ซึ่งประกอบด้วย เครื่องนับสัญญาณ และตัว Sensor

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 หาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับมวล

1. ติดตั้งชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง ดังภาพที่ 11

2. เริ่มทดลองโดยกดปุ่มที่ 1 ของมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน ให้ปรับความเร็วให้เหมาะสมจนกระทั่งความเร็วคงที่ กดปุ่มสีแดง 1 ครั้ง ที่เครื่องนับสัญญาณเวลาแบบดิจิทัล เพื่อเข้าเมนูจับเวลา และกดปุ่มเปิดการทำงานของ Sensor ที่ด้านข้างของเครื่องนับสัญญาณเวลาแบบดิจิทัล เพื่อจับเวลารอบ 1 รอบ นำค่าเวลาที่อ่านได้ไปคำนวณหาความเร็วเชิงมุม (ω) ก่อน แล้ว

จึงนำไปบันทึกผลลงในช่องว่างที่กำหนดให้ ในขณะที่ให้อ่านค่าแรงดึงกลับของสปริง ซึ่งเกิดจากแรงเหวี่ยงของมวลรถ นำค่าที่คำนวณและอ่านได้บันทึกผลลงในตารางที่ 1 และอ่านค่ารัศมีของรถทดลอง ซึ่งเคลื่อนที่บนรางจากจุดหมุนถึงศูนย์กลางของรถทดลอง บันทึกค่าลงในตารางที่ 1 (ถ้าอ่านค่ารัศมีไม่ทันให้ปิดมอเตอร์ แล้วดึงรถทดลองออกจนกระทั่งแรงดึงกลับของสปริงเท่ากับค่าที่อ่านได้ก่อนหน้าแล้วจึงอ่านค่ารัศมี)

3. เมื่อทำการทดลองข้อ 2 เรียบร้อยแล้ว ให้ปิดมอเตอร์ กดปุ่มสีน้ำเงิน 2 ครั้ง เพื่อล้างค่าคำสั่งที่เครื่องนับสัญญาณเวลาแบบดิจิทัล และกดปุ่มสีเหลืองเพื่อต้องการจับเวลาการทำงานใหม่

4. เพิ่มมวลบนรถครั้งละ 10 กรัม, 20 กรัม, 30 กรัม, 40 กรัม และ 50 กรัม แล้วทำการทดลองตามลำดับข้อที่ 2, 3 (ทุกครั้งที่ทำการทดลองต้องกดปุ่มสีน้ำเงิน 2 ครั้ง ทุกครั้งที่ทำการทดลอง)

ตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลางกับความเร็วเชิงมุม

1. กำหนดมวลรถทดลองและมวลที่เพิ่มให้คงตัว (มวลเพิ่มใช้ 10 กรัม)

2. ทำการทดลองตามลำดับข้อ 2, 3 ของการทดลองตอนที่ 1 นำค่าที่ได้บันทึกลงในตารางที่ 2

3. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 2 โดยเปลี่ยนความเร็วมอเตอร์เพิ่มขึ้นอีก 2 ค่า ทำการทดลองจนครบทั้ง 2 ครั้ง แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 2 (ทุกครั้งที่ทำการทดลองต้องกดปุ่มสีน้ำเงิน 2 ครั้ง แล้วจึงกดปุ่มสีเหลืองเมื่อต้องการจับเวลาครั้งใหม่)

สิ่งที่ต้องทำหลังการทดลอง

ตอนที่ 1

1. คำนวณหาแรงสู่ศูนย์กลางแล้วบันทึกลงในตารางที่ 1

2. เขียนกราฟ 2 รูป แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกลับของสปริงแบบแฉวนกับมวล และแรงดึงกลับของสปริงแบบแฉวนกับรัศมีตามลำดับในตารางที่ 1 (แกน Y คือ แรงดึงกลับของสปริง แกน X คือ มวล และรัศมี)

3. หาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของแรงสู่ศูนย์กลาง บันทึกลงในตารางที่ 1

ตอนที่ 2

1. คำนวณหาแรงสู่ศูนย์กลาง แล้วบันทึกลงในตารางที่ 2

2. หาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของแรงสู่ศูนย์กลาง บันทึกลงในตารางที่ 2

ตารางบันทึกผลการทดลอง

เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง

ชื่อผู้ทดลอง 1. นนร. ชั้นปีที่.....ตอน.....เลขที่.....
 2. นนร. ชั้นปีที่.....ตอน.....เลขที่.....
 3. นนร. ชั้นปีที่.....ตอน.....เลขที่.....
 4. นนร. ชั้นปีที่.....ตอน.....เลขที่.....

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลางกับมวล

ความเร็วเชิงมุม (ω) คงตัว เท่ากับ.....rad/s (คงที่)

มวลรถทดลอง.....กรัม

มวล $\times 10^{-3}$ (kg) เพิ่มบนตัวรถทดลอง	แรงดึงกลับ ของสปริง (N)	คาบ (s)	รัศมี (m)	แรงสู่ศูนย์กลาง (N) จากคำนวณ	เปอร์เซ็นต์ความ ผิดพลาดของแรง สู่ศูนย์กลาง
10					
20					
30					
40					
50					

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลางกับความเร็วเชิงมุม

มวลรถทดลองรวมมวลที่เพิ่ม.....kg (คงที่)

ครั้งที่	แรงดึงกลับ ของสปริง (N)	คาบ (S)	ความเร็ว เชิงมุม ω (rad/s)	แรงสู่ศูนย์กลาง (N) จากคำนวณ	รัศมี การหมุน (m)	เปอร์เซ็นต์ความ ผิดพลาดของแรง สู่ศูนย์กลาง
1						
2						
3						
4						

ใบงาน

ชื่อผู้ทดลอง นนร. ชั้นปีที่..... ตอน..... เลขที่.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (ข้อละ 1 คะแนน)

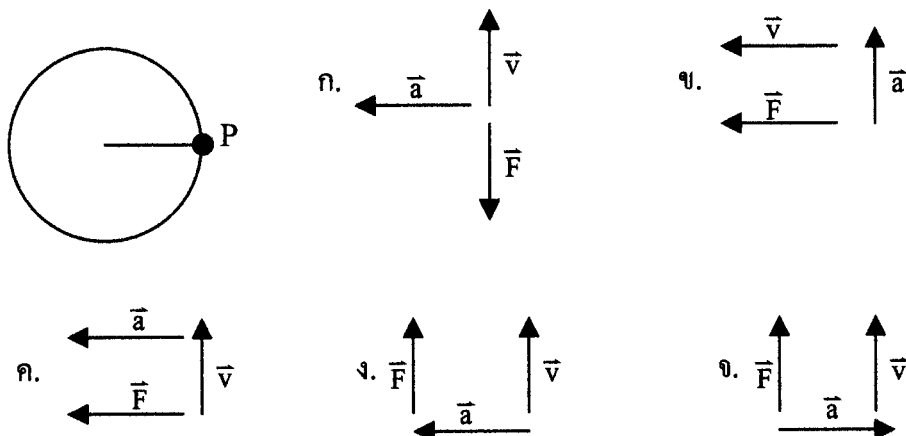
1. จากการทดลองเรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง เมื่อรถทดลองเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับ ปริมาณใดที่นำไปเขียนกราฟแล้วได้กราฟเส้นตรง

1. จำนวนน้ำหนักกับรัศมี เมื่ออัตราเร็วเชิงมุมคงตัว
2. จำนวนน้ำหนักกับแรงดึงกลับของสปริง เมื่ออัตราเร็วเชิงมุมคงตัว
3. รัศมีกับแรงดึงกลับของสปริง เมื่ออัตราเร็วเชิงมุมคงตัว
4. รัศมีกับคาบ เมื่อจำนวนน้ำหนักคงที่

คำตอบ

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ก. ข้อ 3 เท่านั้น | ข. ข้อ 2, 3 เท่านั้น |
| ค. ข้อ 1, 3 เท่านั้น | ง. ข้อ 2, 4 เท่านั้น |
| จ. เป็นแบบอื่นๆ | |

2. จากการทดลองเรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง เมื่อรถทดลองหมุนเป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ ถ้าขณะหนึ่งรถทดลองมาอยู่ ณ ตำแหน่ง P ดังรูป เวกเตอร์ระหว่างความเร็ว \vec{v} ความเร่ง \vec{a} และแรง \vec{F} ที่กระทำต่อรถทดลองในข้อต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง



3. 1. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ นั้น ต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุอยู่ตลอดเวลา
2. ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นั่นคือวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งตลอดเวลา
- ข้อ 1 และ 2 เชื่อมโยงโดยใช้ความรู้ข้อใด
- ก. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน ข. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน
- ค. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ง. กฎการเคลื่อนที่ทั้ง 3 ข้อของนิวตัน
- จ. จากนิยามของความเร่ง
4. อนุภาคตัวหนึ่งเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงตัว คำกล่าวต่อไปนี้ข้อใดผิด
- ก. ณ จุดใด ๆ ที่ตรงข้ามกันบนวงกลม อนุภาคจะมีความเร็วเท่ากัน
- ข. ที่ทุก ๆ จุดบนวงกลม อนุภาคมีอัตราเร็วเท่ากัน
- ค. ที่ทุก ๆ จุดบนวงกลม ความเร่งสู่ศูนย์กลางของอนุภาค มีขนาดเท่ากัน
- ง. ที่ทุก ๆ จุดบนวงกลม แรงสู่ศูนย์กลางของอนุภาค มีขนาดเท่ากัน
- จ. คาบการโคจรของอนุภาคมีค่าคงตัว
5. จากการทดลองเรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง ถ้า f เป็นความถี่ (จำนวนรอบที่รถทดลองเคลื่อนที่เป็นวงกลมใน 1 วินาที) เราจะได้ความสัมพันธ์ที่ถูกต้องคือ
- ก. $f^2 \propto R$ เมื่อจำนวนน้ำหนัคงตัว
- ข. $\frac{1}{f^2} \propto R$ เมื่อจำนวนน้ำหนัคงตัว
- ค. $f^2 \propto$ จำนวนน้ำหนักร เมื่อรัศมีการหมุนคงตัว
- ง. $f^2 \propto \frac{1}{\text{จำนวนน้ำหนักร}}$ เมื่อรัศมีการหมุนคงตัว
- จ. ถูกทั้ง ข และ ค
6. การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ถ้ารัศมีการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า โดยที่อัตราเร็ว ยังคงเท่าเดิม จะต้องใช้แรงสู่ศูนย์กลางเป็นอย่างไร
- ก. เท่ากับครึ่งหนึ่งของค่าเดิม ข. เท่าเดิม
- ค. เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ง. เพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
- จ. ข้อมูลไม่เพียงพอ

10. จงพิจารณาคำกล่าวต่อไปนี้

1. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอไม่ได้ทำให้เกิดงานเพราะ
2. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมมีทิศตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อใด

- ก. คำกล่าว 1 และ 2 ถูก และ 2 เป็นเหตุผลของ 1
- ข. คำกล่าว 1 และ 2 ถูก แต่ 2 ไม่เป็นเหตุผลของ 1
- ค. คำกล่าว 1 ถูก แต่ 2 ผิด
- ง. คำกล่าว 1 ผิด แต่ 2 ถูก
- จ. คำกล่าวทั้งสองผิด

**แบบการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
เกี่ยวกับการสร้างชุดทดลอง
เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า**

แบบประเมินผลชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ชุดทดลองเรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ทดลองในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 PH 1002 ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คำชี้แจง แบบประเมินผลชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดทดลอง ซึ่งแบ่งคำถามออกเป็น 3 ส่วน คือ คุณลักษณะของชุดทดลอง คุณลักษณะของใบเนื้อหาและใบงาน ประสิทธิภาพในการทดลอง

ตอนที่ 2 สอบถามเพื่อขอคำแนะนำ และข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดทดลอง

คำชี้แจง 1. กรุณาอ่านคำแนะนำก่อนตอบแบบสอบถาม

2. แบบสอบถามทั้งหมดมี 24 ข้อ แต่ละข้อมีคำถามอยู่ทางซ้ายมือ และมีมาตราส่วนประมาณค่ากำกับไว้แต่ละข้อ โดยให้ขีด ✓ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน คือ

ดีมาก	มีค่าเท่ากับ	5
ดี	มีค่าเท่ากับ	4
ปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3
พอใช้	มีค่าเท่ากับ	2
ควรปรับปรุง	มีค่าเท่ากับ	1

ตัวอย่าง

ข้อที่	คำถามขอความคิดเห็น	5	4	3	2	1
❁	ชุดทดลองเรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง สามารถนำไปใช้งานได้	✓				

จากตัวอย่างข้อที่ ❁ หมายความว่า ชุดทดลองเรื่อง แรงสู่ศูนย์กลางสามารถนำไปใช้ทดลองได้ดีมาก มีค่าเท่ากับ 5 แต่ถ้าชุดทดลองนี้สามารถนำไปใช้งานได้ดีมาน้อย แตกต่างออกไปก็ให้ขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนตามความคิดเห็นของท่าน

ตารางที่ 1 **แบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ**

ตารางข้อคำถามเพื่อทำการประเมินชุดการทดลองเรื่อง **แรงสู่ศูนย์กลาง**

ข้อที่	คำถามขอความคิดเห็น	5	4	3	2	1
	คุณลักษณะของเครื่องทดลอง					
1	เครื่องทดลองมีขนาดเหมาะสม					
2	ในขณะที่ทดลองมีความปลอดภัย					
3	อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเครื่องมีความทันสมัย					
4	อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเครื่องมีความแข็งแรง					
5	ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องทดลองคุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ					
6	ประสิทธิภาพของเครื่องเหมาะสม					
7	ค่าบำรุงรักษาต่ำ					
8	ง่ายต่อการเก็บรักษา					
	คุณลักษณะของใบเนื้อหาและใบงาน					
9	วัตถุประสงค์ในการทดลองมีความเหมาะสม					
10	เนื้อหาน่าสนใจ					
11	เนื้อหาทางทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันอย่างดีกับเครื่องทดลอง					
12	ตารางบันทึกข้อมูลง่ายต่อการศึกษา					
13	ตารางบันทึกข้อมูลมีความเหมาะสม					
14	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
15	บอกลำดับขั้นการทดลองได้อย่างชัดเจนตามลำดับขั้น					
16	มีความสะดวกในการประเมินผลการศึกษา					
	ประสิทธิภาพในการทดลอง					
17	ผลการทดลองชัดเจนตามทฤษฎี					
18	การเตรียมชุดทดลองมีความสะดวก					
19	การปฏิบัติการทดลองมีความสะดวก					
20	ลักษณะของชุดทดลองก่อให้เกิดแรงงูใจ					
21	การปฏิบัติการทดลองก่อให้เกิดแรงงูใจ					
22	สามารถใช้เครื่องทดลองทำการทดลองได้ครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์					
23	นักเรียนนายร้อยมีกิจกรรมในระหว่างการทดลอง					
24	เวลาที่ใช้ในการทดลองเหมาะสม					
	คะแนนรวมแต่ละช่อง					
	คะแนนรวมทุกช่อง (120 คะแนน)					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1. ความคิดเห็นอื่น ๆ เกี่ยวกับคุณลักษณะของชุดทดลอง.....

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....
.....

2. ความคิดเห็นอื่น ๆ เกี่ยวกับคุณลักษณะของใบเนื้อหา.....

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....
.....

3. ความคิดเห็นอื่น ๆ เกี่ยวกับประสิทธิภาพในการทดลอง.....

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....
.....

4. ความคิดเห็นทั่วไป.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ผู้ทำการประเมิน.....

()

วันที่ทำการประเมิน...../...../.....

ภาคผนวก ค

1. ตารางการวิเคราะห์ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน สำหรับการทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม กลุ่มตัวอย่าง และค่า t

ตารางวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง (r_{tt}) ของแบบทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์		ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ r_{tt}
			p	r	
1	0.66	0.31	ค่อนข้างง่าย	ค่อนข้างต่ำ	0.63
2	0.56	0.63	ปานกลาง	ปานกลาง	
3	0.68	0.35	ค่อนข้างง่าย	ค่อนข้างต่ำ	
4	0.54	0.46	ปานกลาง	ปานกลาง	
5	0.46	0.62	ปานกลาง	ปานกลาง	
6	0.50	0.25	ปานกลาง	ค่อนข้างต่ำ	
7	0.68	0.44	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	
8	0.56	0.63	ปานกลาง	ปานกลาง	
9	0.50	0.50	ปานกลาง	ปานกลาง	
10	0.66	0.31	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	

ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนสำหรับการทดลองแบบเดี่ยว

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	18
2	10	20
3	17	27
รวม	31	65
เฉลี่ย	10.33	21.67

ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนสำหรับการทดลองแบบกลุ่ม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	8	18
2	10	20
3	17	27
4	18	18
5	15	24
6	9	27
7	16	30
8	19	26
9	15	19
รวม	127	209
เฉลี่ย	14.11	23.22

ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนสำหรับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	6	18
2	10	15
3	7	15
4	7	18
5	12	22
6	7	13
7	8	17
8	14	20
9	6	15
10	8	13
11	16	19
12	10	20
13	12	19
14	9	18
15	15	21
16	8	17
17	7	15
18	6	15
19	6	14
20	9	18
21	7	16
22	8	19
23	8	17
24	17	24
25	8	16
26	9	19

ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนสำหรับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	14	21
28	6	17
29	4	15
30	11	20
31	10	16
32	13	19
33	9	17
34	15	22
35	16	21
36	6	15
37	17	27
38	4	14
39	11	22
40	12	23
41	11	21
42	8	19
43	8	15
44	2	14
45	18	25
46	8	16
47	4	13
48	7	15
49	8	19
50	4	13
รวม	469	892
เฉลี่ย	9.38	17.84

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PRE	50	9.3800	3.92735	.55541
POST	50	17.8400	3.32805	.47066

One- Sample Test

Test Value = 0

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PRE	16.888	49	.000	9.3800	8.2639	10.4961
POST	37.904	49	.000	17.8400	16.8942	18.7858

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ

บทเรียนหน่วยที่	N	ระหว่างเรียน			หลังเรียน			E ₁	E ₂
		$\sum x$	A	X	$\sum x$	B	X		
1. การเคลื่อนที่แบบ โปรเจกไทล์	50	410	10	8.20	435	10	8.70	82.00	87.00
2. การเคลื่อนที่แบบวงกลม	50	413	10	8.26	437	10	8.74	82.60	87.40
3. การเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่าย	50	412	10	8.24	261	6	8.70	82.40	87.00
4. การเคลื่อนที่แบบหมุน	50	411	10	8.22	166	4	8.80	82.20	88.00
N = 50		$E_1 / E_2 = 82.76 / 87.50$							

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองที่สร้างขึ้น

แบบสอบถาม

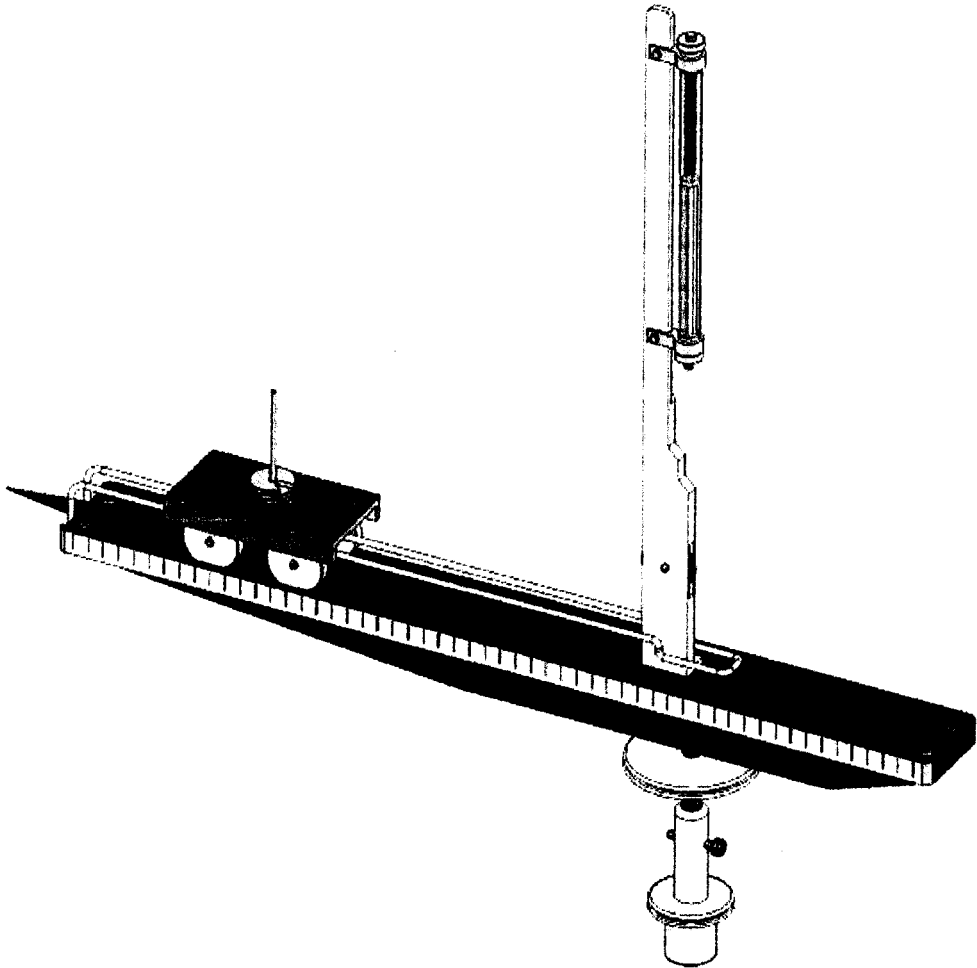
โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่แสดงความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน และแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมในข้อเสนอแนะที่นักเรียนต้องการ

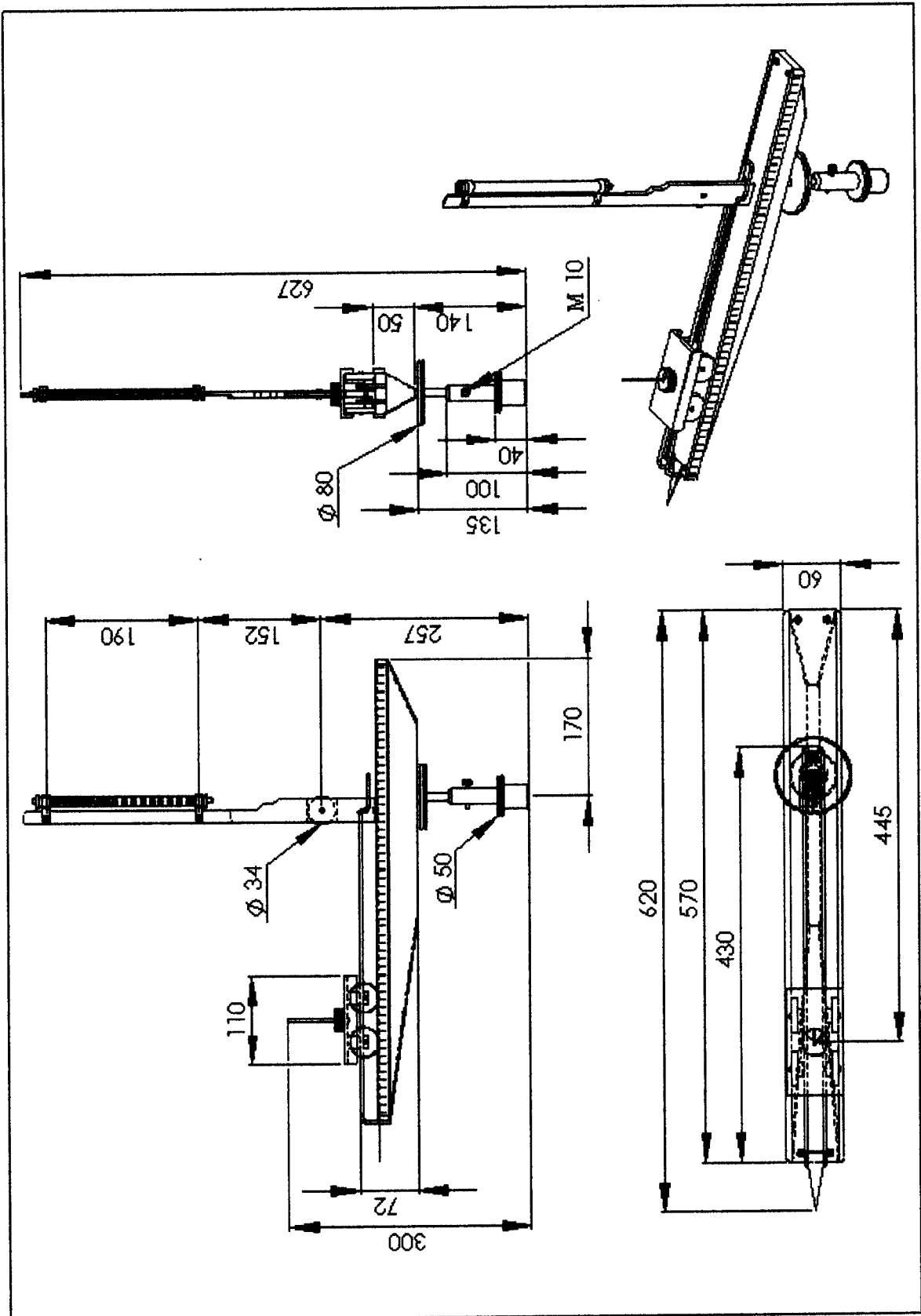
ข้อ	ข้อความ	เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
1.	การเรียนจากชุดทดลองมีความน่าสนใจ					
2.	การเรียนจากชุดทดลองนักเรียนมีความเข้าใจ เนื้อหามากกว่าการเรียนปกติ					
3.	เนื้อหาของบทเรียนในใบงานมีการนำเสนอที่ น่าสนใจ					
4.	การเรียนจากชุดทดลองทำให้นักเรียน สามารถทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา					
5.	การเรียนจากชุดทดลองทำให้นักเรียนมีความ กระตือรือร้นในการติดตามบทเรียน					
6.	การเรียนจากชุดทดลองทำให้นักเรียน สามารถเรียนได้ด้วยตนเอง					
7.	การเรียนจากชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียน สามารถเรียนบทเรียนล่วงหน้าได้					
8.	บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การ เรียนการสอนทั่วไปได้					
9.	การเรียนจากชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียน สามารถแสดงความคิดเห็นและสอบถาม ปัญหาได้โดยตรงกับผู้สอน					
10.	นักเรียนต้องการเรียนจากชุดทดลอง ในเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาปฏิบัติการ ฟิสิกส์อีก					

ภาคผนวก จ

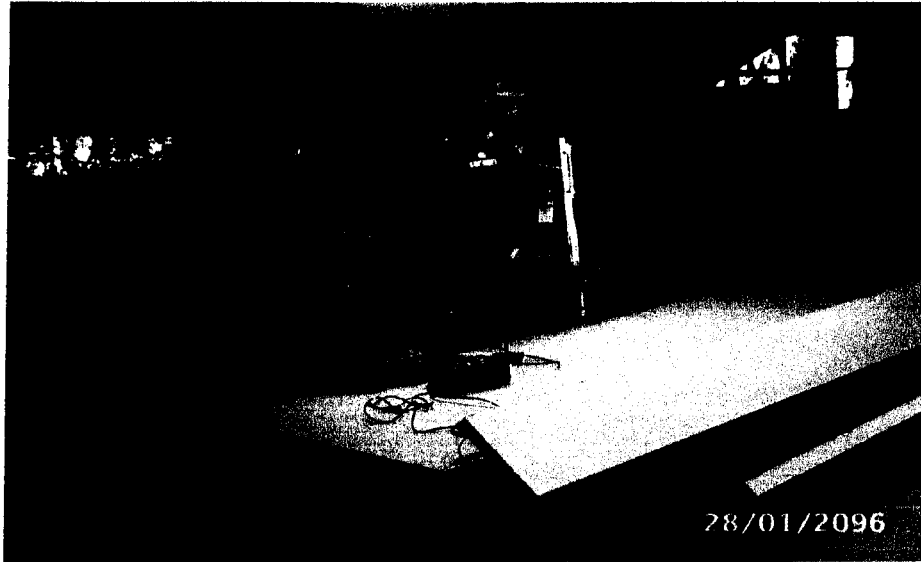
แบบโครงสร้างทางวิศวกรรมและการติดตั้งชุดทดลอง

แบบโครงสร้างทางวิศวกรรม

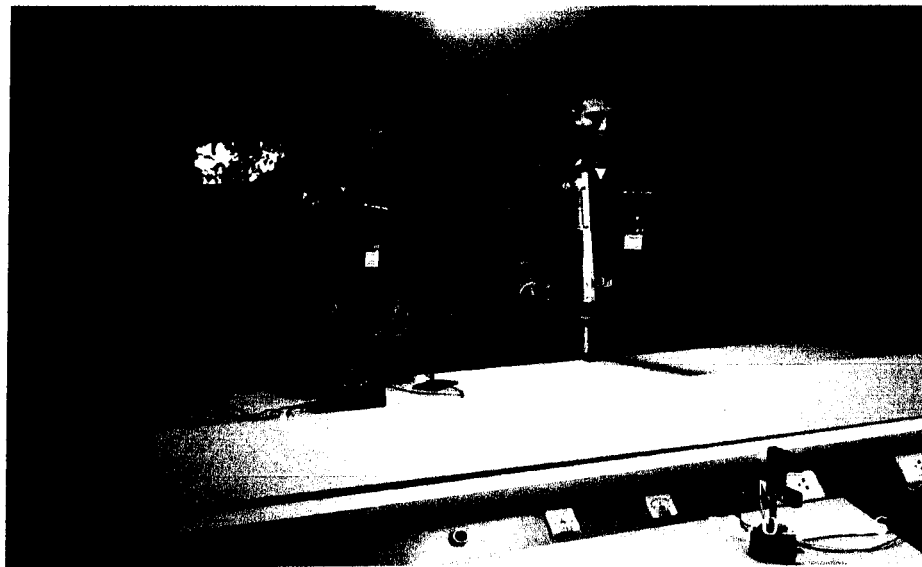




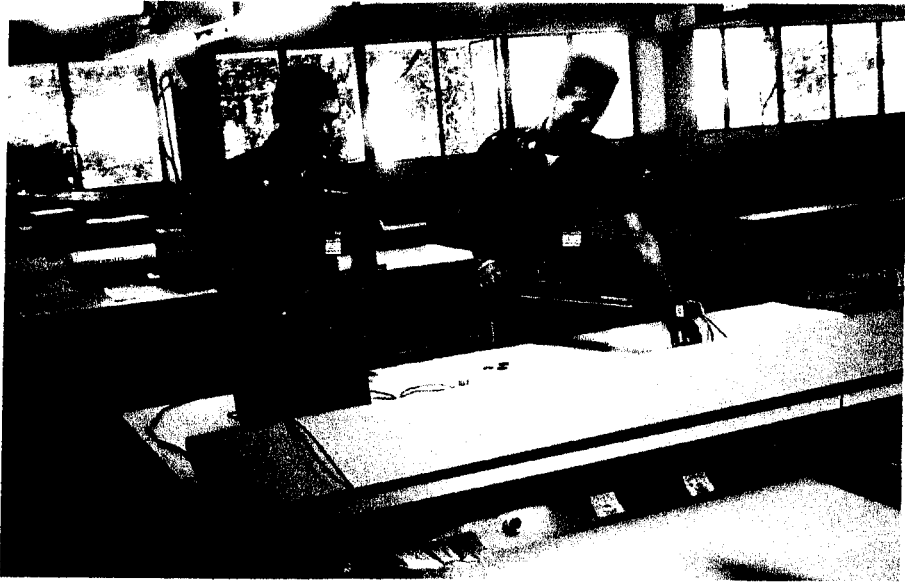
การติดตั้งชุดทดลองแรงคู่ศูนย์กลาง



นักเรียนนายร้อยกำลังติดตั้งชุดทดลองแรงคู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้น



นักเรียนนายร้อยกำลังทดลองเก็บข้อมูลจากชุดทดลองแรงคู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้น



นักเรียนนายร้อยกำลังติดตั้งชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่ผลิตมาจากประเทศเยอรมัน



นักเรียนนายร้อยกำลังทดลองเก็บข้อมูลจากชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง
ที่ผลิตมาจากประเทศเยอรมัน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	พันโทชญะ โพธิ์รัง
วัน เดือน ปีเกิด	2 มีนาคม 2511
สถานที่เกิด	วชิระพยาบาล อำเภอคูสิต จังหวัดกรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	วท.บ. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม (แขนงเทคโนโลยีเครื่องกล) วิทยาลัยครูพระนคร จังหวัดกรุงเทพฯ
สถานที่ทำงาน	กองวิชาฟิสิกส์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เขาชะโงก อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก
ตำแหน่ง	ประจำห้องปฏิบัติการ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า