การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง "แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ

ปริญญานิพนธ์
ของ
วินัย เลิศเกษมสันต์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
กันยายน 2542
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง "แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่"ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ

บทคัดย่อ

ของ

วินัย เลิศเกษมสันต์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
กันยายน 2542

I23809

วินัย เลิศเกษมสันต์. (2542). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง"แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา(ฟิสิกส์)) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์. สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ, ดร. มนัส บุญประกอบ.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง "แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่" โดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนกระทุ่มแบน"วิเศษสมุทคุณ" อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 94 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 47 คน ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน และกลุ่มควบคุมจำนวน 47 คน ได้รับการสอนตามการสอนปกติตามคู่มือครู สสวท. ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Prettest-Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติ t-test Difference Score Independent Samples

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1.ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ โดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะทางด้านทักษะขั้นบูรณาการ

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ โดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ ไม่แตกต่างกัน

A COMPARATIVE STUDY OF SCIENCE PROCESS SKILLS ACHIEVEMENT IN PHYSICS ENTITLED "FORCE MASS AND LAW OF MOTION" FOR MATTHAYOM SUKSA 4 STUDENTS BY USING SIMULATED COMPUTER PROGRAM OF INSTRUCTIONAL PACKAGE AND TRADITIONAL INSTRUCTION

AN ABSTRACT

BY

WINAI LERTKASAMSONT

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree in Science Education

at Srinakharinwirot University

September 1999

Winai Lertkasameson. (1999). *A Comparative Study of Science Process Skills Achievement in Physics Entitled "Force Mass and Law of Motion" for Matthayom Suksa IV Students by Using Simulated Computer Program of Instructional Package and Traditional Instruction*. Master Thesis, M.Ed. (Science Education(Physics)) Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Sawat Supboon, Dr. Manat Boonprakob.

The purpose of this research was comparative study of scientific process skills achievement in Physics Entitled "Force Mass And Law of Motion" for Matthayom Suksa IV students utilizing simulated computer program of instructional package and traditional instruction.

The samples of this research were 94 students of Matthayom suksa IV of Gratumban"visetsamuttakune" School ,Gratumban District, Samutsakorn during the Second semester of the 1998 academic year. The experimental group was taught by the simulated computer program of instructional package .The control group was taught by traditional instruction exerting the IPST teacher's manual. Design of this research is Randomized Control-Group Pretest-Posttest .The statistical data was analyzed by using t-test Independent approach in Difference Score's form.

The results of this research indicated that:

1. Achievement's Result in separation to basic and integrated scientific process skills by utilizing simulated computer program instructional package and traditional instruction were significantly different at .05 level exclusively integrated scientific process skill.

2. Achievement's Result in amalgamation to basic and integrated scientific process skills by utilizing simulated computer program instructional package and traditional instruction were not significantly different.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง "แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ

ของ

นาย วินัย เลิศเกษมสันต์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่ 27 เดือน กันยายน พ.ศ. 2542

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ)

..... กรรมการ

(ดร. มนัส บุญประกอบ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เรื่องนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งได้กรุณาให้แง่คิดและคำตักเตือนแก่ผู้วิจัยในการดำเนินการและให้อิสระในการตัดสินใจอย่างเต็มที่ และ ดร.มนัส บุญประกอบ กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาแนะนำแนวทางในการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในทางการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และขอขอบพระคุณท่าน รองศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ และ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก ที่กรุณาสละเวลารับเป็นกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ยกส้าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิรมล ปีตะนิละผลิน และอาจารย์ สิริ สิรินิลกุล จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ และ อาจารย์ แสงชัย อุดมศักดิ์ จาก โรงเรียนสาธิตประสานมิตร(ฝ่ายมัธยม) ที่ได้กรุณาสละเวลาส่วนตัวของแต่ละท่าน เพื่อแนะนำและเสนอแนวทางในการแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ และ อาจารย์ ศุภวาร เอมกมล โรงเรียนกระทุ่มแบน"วิเศษสมุทคุณ" ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกต่างๆให้กับผู้วิจัยจนกระทั่งงานวิจัยที่นำมาทดลองใช้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยเฉพาะท่านอาจารย์ศุภวาร ที่กรุณาช่วยเหลือในความสะดวกที่เอื้อประโยชน์ในงานวิจัย และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 2 ห้อง ที่ได้ให้ความร่วมมือด้วยความเชื่อฟังและตั้งใจต่องานที่ผู้วิจัยได้กระทำเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ สุภาภรณ์ ศิริโสภณา ที่กรุณาสละเวลาแนะนำแนวทางในการทำวิจัยหลายๆด้านจนกระทั่งงานนี้สำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ สกนธ์ ผ่องพุทธคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนเชียงใหม่เทคโนโลยี ในการอนุเคราะห์เงินสนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ จิต นวนแก้ว ที่กรุณาแนะนำหลักทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ครอบครัว วิวิธพร ที่กรุณาให้ผู้วิจัยได้มีสถานที่พักในช่วงต้นๆของการทำวิจัย และนายเพิ่มศักดิ์ วิวิธพร ที่ได้เป็นผู้ช่วยในการลงโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ศักดิ์ ภิรมย์ จากกรมอาชีวศึกษาที่ได้ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในงานของผู้วิจัยเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องที่สุด

คุณค่าและประโยชน์สิ่งใดจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่คุณพ่อและคุณแม่ผู้ที่ได้อุปการะเลี้ยงดูผู้วิจัยมาจนถึงที่สุด และเหนือสิ่งอื่นใดด้วยความเชื่อศรัทธา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความซาบซึ้งใจอย่างสูงสุดต่อองค์พระเยซูคริสต์เจ้าผู้เป็นเจ้าของชีวิตและได้ทรงประทานสิ่งจำเป็นทุกสิ่งให้กับผู้วิจัยด้วยความรักและความอดทนเสมอมาอย่างไม่ผันแปร

วินัย เลิศเกษมสันต์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ความสำคัญของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	4
	ตัวแปรที่ศึกษา	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
	เอกสารเกี่ยวกับสื่อการสอน	8
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอน	10
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	15
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	18
	เอกสารเกี่ยวกับโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์	24
	เอกสารเกี่ยวกับเรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่	28
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	32
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	44
	การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	45
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	46
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	53
	การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	53
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	60

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 60
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 62
อภิปรายผล 62
ข้อเสนอแนะ 65

บรรณานุกรม 67

ภาคผนวก 76
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย 77
ตัวอย่างหนังสืออนุเคราะห์ 79
ภาคผนวก ข คำชี้แจงในการตรวจเครื่องมือวิจัย 81
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ 84
ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ 95
ภาคผนวก ค แบบประเมินและผลการประเมินคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลอง ประกอบชุดการเรียนการสอน(แผนการสอน ใบความรู้และ ใบงาน)ของผู้เชี่ยวชาญ 97
คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....103
คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม..107
ภาคผนวก ง คู่มือนักเรียน 109
ภาคผนวก จ คู่มือครู 166

ประวัติย่อผู้วิจัย 202

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ตัวอย่างสมการฟิสิกส์พื้นฐานที่โปรแกรมปฏิสัมพันธ์นำมาใช้ในการคำนวณ	27
2	แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง	45
3	รายละเอียดกิจกรรมในขั้นตอนต่าง ๆของการใช้คอมพิวเตอร์สร้างการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นโดยอาศัยโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสถานการณ์จำลองทั่วไปเป็นเกณฑ์	47
4	วิเคราะห์พฤติกรรมเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ แต่ละข้อของแบบทดสอบในภาคผนวก ข ที่สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท จำนวนทั้งสิ้น 23 ข้อ	50
5	แบ่งแบบทดสอบทักษะออกเป็นประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ	51
6	แสดงการหาค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่	52
7	เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของกลุ่มที่สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน(กลุ่มทดลอง)กับการสอนตามปกติ(กลุ่มควบคุม)	58
8	เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	58
9	เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	59

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2	การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววิถีโค้งที่กำหนดค่าต่างๆเพื่อการคำนวณ	26
3	การแทนค่าของแรง $\vec{F}$ ด้วยขนาดของแรงประกอบ 2 แรง คือ F_x (ในแนวแกน x) และ F_y (ในแนวแกน y)	28
4	แรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุมวล m_1 และ วัตถุมวล m_2	31
5	วิธีการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI	39

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษาธรรมชาติของสสารและพลังงาน เป็นศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดหาเหตุผลและค้นคว้าเพื่ออธิบายลักษณะที่เป็นเหตุและผลทางกายภาพของวัตถุ เช่น สภาพการได้รับแรงหรือพลังงานของวัตถุ การหลอมเหลว สภาพยืดหยุ่น การเปลี่ยนสถานะของสาร ตลอดจนไปถึงการค้นหาความลี้ลับในจักรวาล และรวมถึงเป็นความรู้พื้นฐานให้กับวิทยาการด้านวิศวกรรมศาสตร์ เป็นที่มาของเทคโนโลยีและสารสนเทศ ที่ใช้ในการสร้างตัวอาคารและที่พักอาศัยรวมทั้งการติดต่อสื่อสาร ซึ่งวิทยาการเหล่านี้ได้สร้างสิ่งที่อำนวยความสะดวก และเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการดำเนินชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ ฟิสิกส์ประยุกต์ที่นำไปใช้ทางการแพทย์ ในการผ่าตัด เพื่อหาความผิดปกติของสมอง การเกิดเนื้องอก หรือเส้นประสาทผิดปกติ การผ่าตัดโดยการใช้รังสีแทนการใช้มีด และในอนาคต จะมีการใช้หุ่นไมโครชิฟเข้าไปทำการรักษาภายในร่างกายมนุษย์ในระดับเซลต่อเซล ซึ่งจะช่วยรักษาและต่อชีวิตของมนุษย์อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาชีวิตครอบครัวเพราะสมาชิกมีสุขภาพที่ดีก็จะสามารถเป็นแรงผลักดันระบบเศรษฐกิจของประเทศให้ก้าวหน้าขึ้นอีกระดับหนึ่ง แต่สิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นเป็นจริงไปไม่ได้หรือเกิดขึ้นได้ช้า ถ้าปราศจากการฝึกฝนทางด้านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ต้น โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมปลาย ซึ่งการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับดังกล่าวทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) เป็นผู้รับผิดชอบในการพัฒนาแบบเรียนและคู่มือครูสสวท.ได้กล่าวถึงจุดประสงค์เฉพาะของวิชาฟิสิกส์ว่าให้นักเรียนเกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และสามารถแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้โดยเน้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ สิ่งที่นักเรียนค้นพบอาจเป็นการค้นพบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นการค้นพบหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์(สุวัฒก์ นิยมค้า. 2531:502) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ ไปประยุกต์กับปัญหาต่างๆทั้งเชิงความคิดและปฏิบัติ(สสวท. 2537:ค) และการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยเพิ่มความสามารถและความเข้าใจในการแก้ปัญหาได้

ในสถานภาพปัจจุบันส่วนใหญ่การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์จะเป็นไปในลักษณะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยไม่ถูกต้องซึ่ง สมนึก บุญพาไสว(2534:19-21)ได้ให้ข้อคิดว่าการเรียนการสอนฟิสิกส์ส่วนใหญ่จะเน้นที่ผลแก้ปัญหาโจทย์และการคิดคำนวณ ทำให้นักเรียนต้องจำสูตรซึ่งเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มากๆ หรือครูมักมุ่งเน้นวิธีการคิดลัด และเทคนิคต่างๆเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ จนทำให้ผู้ที่เริ่มศึกษาวิชานี้มักจะคิดเพียงแต่จะหาวิธีการแก้ปัญหานั้นๆว่าจะแก้สมการหาคำตอบได้อย่างไร แท้จริงแล้วแม้ว่าการเรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีความเข้าใจกฎเกณฑ์ต่างๆ รวมทั้งในการแก้ปัญหาที่ยุ่งยากผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านมาประกอบการพิจารณาจึงอาจจำเป็นต้องมีเทคนิค

เพื่อช่วยในการจำซึ่งเป็นสิ่งดี อย่างไรก็ตามเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเพียงตัวประกอบภายนอก เพราะเมื่อการสอนมุ่งเน้นแต่เนื้อหาวิชาและเทคนิคการคิดโจทย์มากเกินไป อาจส่งผลให้ผู้เรียนขาดโอกาสที่จะเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหา และทำความเข้าใจในแนวความคิดทางฟิสิกส์ด้วยตนเอง และประกอบกับการเรียนวิทยาศาสตร์จะไปได้ดีนั้นจะต้องมีองค์ประกอบทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีไปด้วย แต่จากผลการสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการแก้ปัญหา พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ (กรมสามัญศึกษา. 2533:76-77)

จากรายงานสรุปถึงสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในช่วงหลักสูตร พ.ศ.2503-2538 โดยทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เรียบเรียงจากผลการวิจัยของหน่วยงานต่างๆ สรุปได้ว่า เนื้อหาในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีปริมาณมากเกินไป ทำให้ผู้สอนต้องรีบสอนเนื้อหาให้จบและมีผลทำให้นักเรียนไม่สนใจฝึกคิดและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากเท่าที่ควร (สสวท. 2538:4-5) ประกอบกับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเข้าช่วยซึ่งต้องใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ แต่การใช้คำถามไม่สามารถใช้กับนักเรียนได้อย่างทั่วถึงหมดทุกคนจากการถามคำถามของครูซึ่งถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการฝึกทักษะเนื่องจากเวลาเรียนมีจำกัดในแต่ละคาบและจำนวนนักเรียนในแต่ละห้องมีหลายสิบคนรวมทั้งจากผลการประเมินคุณภาพทางการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ของกรมวิชาการได้มีการพบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ในระดับปานกลาง (กรมวิชาการ. 2536:ภาคผนวก)ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ยินดี สวนะคุณานนท์. 2536:4) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ดีจึงควรมุ่งเน้นให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์ เพราะการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์มีผลต่อการรับรู้บทเรียนได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของชาร์มานน์(Scharmann.1989 : 715-726) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์ และได้พบว่านักเรียนที่เรียนเน้นทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนึ่งภาคเรียนจะทำให้พัฒนาการในการรับความรู้พื้นฐานทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างไรก็ตามจากรายงานสรุปสภาพการเรียนการสอนที่ สสวท. ได้จัดทำขึ้นยังมีรายงานเพิ่มเติมอีกว่านักเรียนส่วนใหญ่จะไม่สนใจซักถาม หรือชอบทำการทดลองหรือถ้าจะชอบทำการทดลองก็ชอบทำเฉพาะที่แปลกและน่าตื่นเต้น นอกจากนี้รายงานยังระบุอีกว่าครูส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในการใช้อุปกรณ์การสอน(สสวท. 2538 : 4-5) และจากการที่การทดลองบางเรื่องในวิชาฟิสิกส์ เช่น เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ ในการทดลองตอนที่ 3 ของการหาความสัมพันธ์ระหว่าง มวลและความเร่งของการเคลื่อนที่เมื่อกำหนดให้แรงคงตัวเป็นการทดลองที่ยาก เพราะการทดลองแต่ละครั้งเมื่อเพิ่มมวลของแท่งเหล็กมีโอกาสผิดพลาดมากที่จะต้องสรุปให้ได้จากการทดลองว่ามวลแปรผกผันกับความเร่ง นักเรียนอาจยังไม่พร้อมที่จะทำการทดลองเรื่องนี้ (สสวท. 2537:159)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยให้ความสนใจที่จะศึกษาหาแนวทางในการแก้ปัญหาคือ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองขึ้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นเครื่องมือประกอบการสอนในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจแนวความคิดทางฟิสิกส์ที่การทดลองบางเรื่องไม่สามารถทำได้ง่ายรวมทั้งช่วยให้กิจกรรมการเรียนขยายขอบเขตการ

เรียนรู้เพิ่มขึ้นกว่าเดิมที่ไม่สามารถกระทำได้ในการทดลองจริง เช่นการเพิ่มค่าหรือลดค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกรวมทั้งการแสดงถึงทิศทางและขนาดของแรงซึ่งตามปกติเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นแต่จะสังเกตเห็นได้เมื่อใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองเข้าช่วยแม้วัตถุไม่เกิดการเคลื่อนที่ เพื่อทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนและเห็นผลการเปลี่ยนแปลงของวัตถุได้ทันที ซึ่งตรงกับหลักการทางจิตวิทยาด้านเสริมแรงของสกินเนอร์ที่กล่าวว่า"การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อการปฏิบัตินั้นได้รับการเสริมแรง" นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังเป็นสื่อการสอนประเภทโสตทัศนูปกรณ์ ซึ่งสื่อการสอนประเภทนี้ จะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม หรือจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้โดยง่าย และยังทำให้บทเรียนน่าสนใจ ช่วยทุ่นเวลาในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนได้เร็วขึ้นและสามารถสร้างมโนมติได้ง่ายขึ้น (วิชัย ดิสสระ. 2533 : 149)

เมื่อเปรียบเทียบโสตทัศนูปกรณ์ประเภทต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ และวีดีโอแล้วจะพบว่า คอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติดีเด่นเหนือสื่อประเภทเดียวกันหลายประการ เพราะสามารถให้ภาพที่ชัดเจน และสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหว ช่วยให้ผู้เรียนจดจำพฤติกรรมการเรียนได้นาน และฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล (สมยุทธ์ แก้วเกาะจาก. 2539:8) และจากคำกล่าวที่ว่าภาพหนึ่งภาพสามารถแทนคำพูดได้เป็นพันคำ ดังนั้นถ้ามีภาพเป็นร้อยๆภาพควรแทนคำพูดได้มากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุผลนี้การใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองจึงมีข้อดีและข้อได้เปรียบเหนือสื่ออื่นๆ ส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยใช้สร้างสถานการณ์จำลองมีชื่อว่า ฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Physics) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ถูกนำไปใช้ในโครงการ TESSI (Technology Enhanced Secondary Science Instruction) ของประเทศแคนาดาซึ่งเป็นโครงการที่เน้นการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาโดยการใช้เครื่องมือมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอน โดยที่โปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ มีผลให้นักเรียนเกรด 12 ซึ่งจากเดิมมีประมาณร้อยละ 12 ของจำนวนประชากรนักเรียนในระดับชั้นดังกล่าว เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 28 ในการวางแผนเตรียมตัวเรียนในสาขาวิศวกรรมศาสตร์ (Woodrow. 1993?:1-4) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจใช้โปรแกรมดังกล่าวกับวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ เนื่องจากเป็นเรื่องพื้นฐานอันสำคัญต่อการอธิบายปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุในธรรมชาติและในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายสาเหตุการเคลื่อนที่และการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการศึกษาในวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับสูงต่อไป นอกจากนี้เรื่องที่เกี่ยวกับแรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ยังคงเป็นปัญหาอีกอันหนึ่งคือในขณะที่ วัตถุ 2 ชนิดใดๆมากระทำต่อกันเมื่อมีการกำหนดให้แสดงตำแหน่งและทิศทางของแรงที่เกิดขึ้น มักจะเป็นสิ่งที่สร้างปัญหาให้กับผู้เริ่มต้นเรียนวิชาฟิสิกส์ว่าจะเขียนทิศของแรงอย่างไรทั้งวัตถุที่อยู่อย่างอิสระและวัตถุที่ไปสัมผัสกับวัตถุอื่น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้เลือกที่จะหารูปแบบการแก้ปัญหาในลักษณะที่มีการตอบคำถามเหล่านี้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองมาร่วมประกอบกระบวนการสอนในชั้นเรียนของบทเรียนวิชาฟิสิกส์โดยทำการเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง "แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่"ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

เพื่อทำให้ทราบถึงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เรื่อง "แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่"ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ต่อการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติเพื่อเป็นพื้นฐานต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเป็นแนวทางการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องอื่นๆนอกเหนือไปจากเรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อให้ครูผู้สอนสามารถทำการสอนและอธิบายในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ง่ายขึ้น เช่น โมเมนตัม หลักการอนุรักษ์พลังงาน สนามไฟฟ้าสถิต เป็นต้น โดยผู้เรียนมีโอกาสเห็นภาพการเปลี่ยนแปลงของวัตถุอย่างต่อเนื่องเพื่อเสริมความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์มากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนกระทุ่มแบน"วิเศษสมุทคุณ" อำเภอ กระทุ่มแบน จังหวัด สมุทรสาคร ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ -คณิตศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ว.021 เรื่อง "แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่" จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 94 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยสุ่มเป็นห้องเรียนแล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 47 คน โดยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบชุดการเรียนการสอน ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยการสอนแบบปกติ เป็นเวลา 16 คาบ ทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่วิธีสอนแบ่งเป็น 2 แบบ คือ
    1. การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน
    2. การสอนแบบปกติ

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน

หมายถึง การสอนโดยให้นักเรียนใช้โปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ในคอมพิวเตอร์ประกอบควบคู่ไปกับใบงานและใบความรู้ ส่วนครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการสอนในคู่มือครู โดยจัดกระทำตามแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน หมายถึง การพูดแนะนำของครูผู้สอนโดยการร่วมกับนักเรียนในการศึกษาจากใบความรู้ซึ่งจะตรงกับบทเรียนในหน่วยนั้นๆเพื่อนำเข้าสู่สถานการณ์ที่จะศึกษาในใบงาน

2. ขั้นทำความเข้าใจ หมายถึง นักเรียนศึกษากับสถานการณ์หน้าจอคอมพิวเตอร์จากการเปิดแฟ้มข้อมูลตามเรื่องที่เรียนทีละบทโดยครูเป็นผู้กำหนดให้ตามแผนการสอน

3. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม หมายถึง นักเรียนคิดแก้ปัญหาค้นหาคำตอบโดยปฏิบัติไปตามใบงานโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ประกอบ โดยครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 2 คนต่อ 1 ใบงาน รวมทั้งครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความคิดเมื่อกระทำกิจกรรมแต่ละบทเรียนเสร็จสิ้นลงโดยที่

3.1 ครูและนักเรียนนำคำตอบที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและชี้ให้เห็นถึงข้อผิดพลาดถ้าผลคำตอบผิดไปจากที่ควรจะเป็นโดยอาศัยใบความรู้ประกอบ

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้ที่ได้มาใหม่ว่าจะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

การสอนแบบปกติ

หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองและการบันทึกข้อมูลที่เป็นไปตามรูปแบบ การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนช่วยกันซักถามขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมุติฐาน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันเตรียมวิธีการทดลองและข้อควรระวังในการทดลอง

ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายซักถามร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมุติฐานและสรุปเป็นความรู้ใหม่

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หมายถึง ความสามารถในการฝึกปฏิบัติทางความคิดอย่างมีระบบจนเกิดเป็นความชำนาญในการเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา โดยจะพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยทำการวัดทั้งหมด 7 ทักษะโดยทำการแยกออกเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน และทักษะขั้นบูรณาการ ดังนี้

ทักษะขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทางตาในการสังเกตเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัตถุหรือข้อมูลที่มีการกำหนดค่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

2. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การเรียงลำดับเหตุการณ์หรือการจัดแบ่งประเภทของวัตถุโดยใช้เกณฑ์ของตนเองหรือเกณฑ์ที่ถูกกำหนดไว้ในใบงาน

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำตัวเลขที่นับได้มาทำการคิดโดยการ บวก ลบ คูณ หารในการแก้สมการหาคำตอบ

4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดมาจัดทำรูปแบบใหม่หรือการคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้เกิดความเข้าใจกับข้อมูลเดิมมากขึ้น ในรูปของการสร้างกราฟจากตาราง สมการ และการเขียนบรรยายลงในใบงาน

5. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การสรุปเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยประสบการณ์และความรู้ที่สะสมจากกิจกรรมในใบงานที่นักเรียนทำมาตั้งแต่ต้นในบทเรียนนั้น

6. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยกฎหรือทฤษฎี หรือปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำๆที่มีอยู่ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

ทักษะขั้นบูรณาการ

7. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายจากกราฟหรือการตีความที่ต้องอาศัยการคำนวณเข้าช่วย และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดในชุดหนึ่งๆได้จากคำตอบที่นักเรียนตอบคำถามลงไปในใบงาน

ชุดการเรียนการสอน

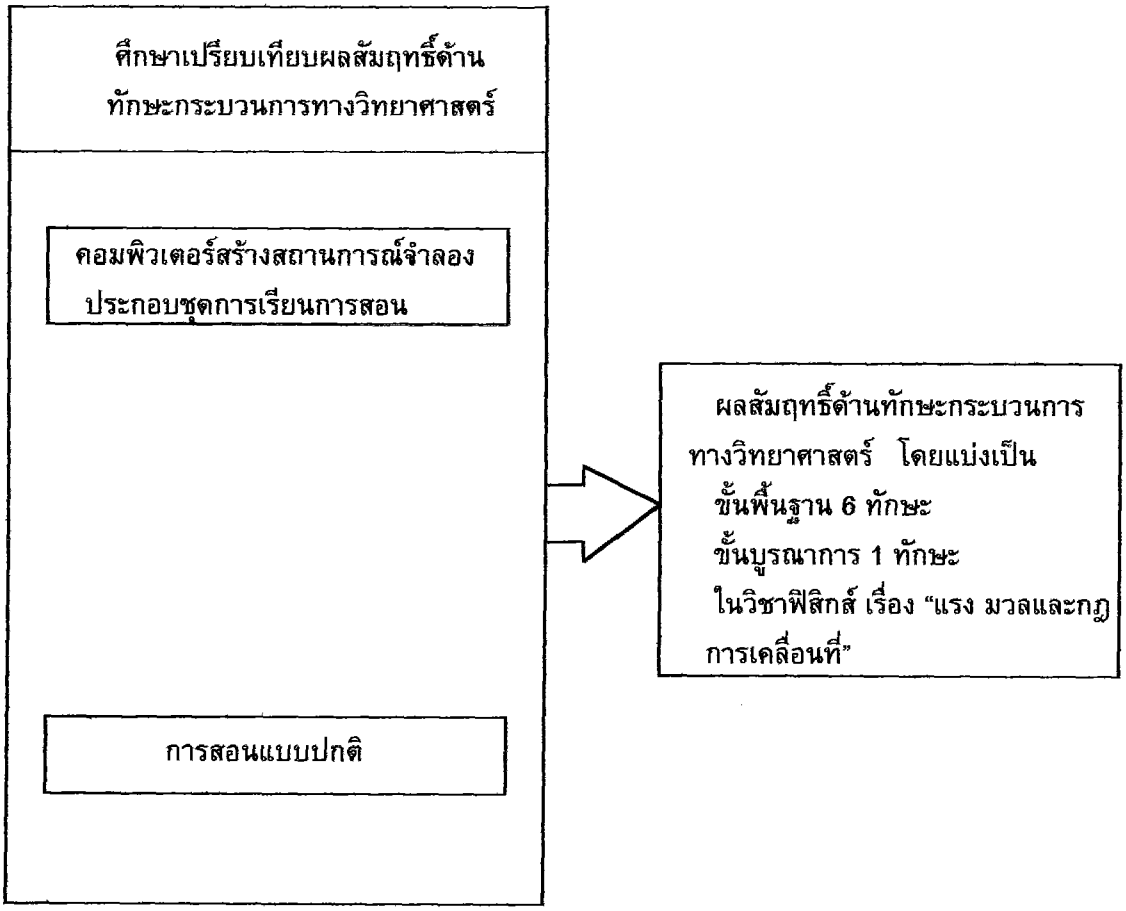
หมายถึง คู่มือครูและคู่มือนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมของแต่ละหน่วยบทเรียนในเรื่อง"แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่" แบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. คู่มือครู ประกอบด้วย คำแนะนำทั่วไปในการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลอง แผนการสอน คำอธิบายเฉพาะจุดที่อาจเกิดปัญหาในแต่ละหน่วยบทเรียน และแนวทางในการสร้างสถานการณ์จำลองในการสอนขึ้นเอง

2. คู่มือนักเรียน ประกอบด้วย คำแนะนำในการใช้ใบงานและใบความรู้ประกอบการทำกิจกรรมในแต่ละหน่วยบทเรียนซึ่งรายละเอียดในใบงานจะประกอบด้วยคำถามและที่สำหรับให้นักเรียนเติมคำตอบโดยใช้ร่วมกับโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

สำหรับกรอบแนวคิดในการวิจัย สามารถสรุปได้ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับสื่อการสอน
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอน
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Physics Program)
6. เอกสารเกี่ยวกับเรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่
7. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน

ผู้วิจัยได้แยกประเด็นเกี่ยวกับความหมายและประเภทของสื่อ รวมทั้งกล่าวถึงคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทหนึ่งในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสื่อดังนี้

1.1 ความหมายของสื่อการสอน

แฮสส์และแพคเกอร์ (Hass and Packer. 1964:1) ได้ให้ความหมายสื่อการสอนว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยครูในการถ่ายทอดสิ่งต่างๆ เช่น ทักษะ เจตคติ ความรู้ ความเข้าใจ และ ความซาบซึ้งไปยังผู้เรียนหรือเป็นเครื่องมือประกอบการสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 :137) ได้กล่าวถึง สื่อการสอนที่นำไปใช้ในการเรียนการสอนไว้ว่า หมายถึง การนำเอาสิ่งต่างๆมาใช้เป็นตัวกลางในการเรียนการสอน ช่วยให้สามารถดำเนินการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วาสนา ชาวหา (2533 : 8) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางหรือพาหนะนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างดี

จริยา เหนียนเฉลย (2535 : 4) กล่าวถึงความหมายของสื่อการสอนว่าคือการนำ วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการมาเป็นสะพานถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจและอื่นๆให้แก่ผู้เรียนตามความมุ่งหมายของการสอน

สุโชติ ดาวสุโข และ สาโรช แพ่งยัง (2535 : 11) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งใดๆก็ตามที่เป็นตัวกลางถ่ายทอดความรู้หรือช่วยในการเรียนรู้ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนเป็นผู้ใช้ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น จึงพอกล่าวสรุปได้ว่า สื่อการสอนเป็นตัวกลางที่ช่วยนำความรู้จากครูผู้สอนหรือแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียนซึ่งอยู่ในรูปแบบของวัสดุอุปกรณ์หรือวิธีการ เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้อย่างดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 ประเภทของสื่อการสอน

อำนาจ เจริญศิลป์ (2525:11) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้สื่อการสอนนั้นมีคุณค่าและมีบทบาทมาก แต่สื่อก็มีข้อจำกัด ถ้าหากสามารถใช้ร่วมกับวิธีการสอนอื่น เช่นใช้สื่อการสอนร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะโดยการซักถามหรือการทดลอง และอื่นๆ จะเป็นการสนองตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้ดียิ่งขึ้น

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526:141-142) ได้จัดแบ่งประเภทของสื่อการสอนออกเป็น 2 พวก ดังนี้

1.2.1 ประเภทสื่อการสอนที่แบ่งตามรูปร่างลักษณะ สามารถแบ่งออกมาได้อีก 4 แบบคือ

1.2.1.1 สื่อประเภทเครื่องมือ เช่น เครื่องฉาย เครื่องเสียง วิทยุและโทรทัศน์ รวมทั้งแผ่นป้าย

1.2 .1.2 สื่อประเภทวัสดุ เช่น แผนที่ แผนสถิติ รูปภาพ หุ่นจำลอง ของจริง

1.2.1.3 สื่อประเภทวิธีการ เช่น การสาธิต การทดลอง การแสดงละครนิทรรศการ การศึกษานอกสถานที่

1.2.1.4 สื่อประสม เช่น บทเรียนสำเร็จรูป ชุดการสอน

1.2.2 ประเภทสื่อการสอนที่แบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ สามารถแบ่งได้อีก 2 แบบคือ

1.2.2.1 สื่อทัศนะที่ต้องฉายและสื่อทางอิเลกทรอนิกส์ เช่น ภาพยนต์ เทปโทรทัศน์ ภาพนิ่งเช่น สไลด์ แผ่นโปร่งใส การฉายวัสดุทึบแสง และคอมพิวเตอร์

1.2.2.2 สื่อทัศนะที่ไม่ต้องฉาย เช่น หนังสือ สิ่งพิมพ์ รูปภาพ ของจริง การศึกษานอกสถานที่ ป้ายนิเทศและนิทรรศการ กระดานชอล์ก หุ่นจำลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจในการสร้างสื่อในรูปแบบของชุดการสอน ซึ่งถูกจัดอยู่ในประเภทของสื่อประสม

1.3 ประโยชน์ของสื่อการสอน

คินเดอร์(Kinder. 1959:13-18) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสื่อการสอนไว้ดังนี้

1. สื่อการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้อย่างถูกต้อง
2. ช่วยให้ผู้เรียนจำเรื่องราวต่างๆได้มากและจำได้นาน
3. เร้าให้ผู้ เรียนเกิดความสนใจ ยั่วยุให้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง

4. คุณลักษณะที่เป็นรูปธรรม และความเป็นจริงของสื่อการสอนใดก็ตามจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของสิ่งนั้นอย่างกว้างขวางและเป็นแนวทางให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งอื่นๆได้ดียิ่งขึ้น

5. สื่อการสอนช่วยประหยัดคำพูดของครูและนักเรียน

6. สามารถช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้าให้เรียนได้เร็วมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่ฉลาดก็จะเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น

7. สื่อการสอนช่วยส่งเสริมความคิดและการแก้ปัญหา

8. ถ้าใช้สื่อการสอนอย่างสม่ำเสมอแล้ว จะสามารถเปลี่ยนความคิดและเจตคติหรือช่วยให้มีเจตคติที่มั่นคงได้

2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอน

2.1 ความหมายของชุดการสอน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของ "ชุดการสอน" ไว้ดังนี้

เคปเฟอร์ (Kapfer. 1972 : 156) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดการสอนเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนจนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ สำหรับการรวบรวมเนื้อหามาสร้างเป็นชุดการสอนนั้นได้มาจากขอบข่ายของความรู้ และเนื้อหานั้นจะต้องตรงและชัดเจนในการสื่อความหมายให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียน

กู๊ด (Good. 1973 : 258) กล่าวว่า ชุดการสอนเป็นชุดของวัสดุอุปกรณ์และกระบวนการการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน ได้แก่ วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนและการประเมินผล

วาสนา ชาวหา (2522 : 32) กล่าวว่า ชุดการสอนเป็นการวางแผนการเรียนการสอนโดยใช้สื่อต่างๆร่วมกันหรือการใช้สื่อประสม เพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้อย่างกว้างขวางเพื่อเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยจัดไว้เป็นชุดๆ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 118) ให้ความหมายว่า ชุดการสอน คือสื่อประสมประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะสำหรับเรื่องที่นำมาสอน โดยการผลิตสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่องและวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 : 185) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อหลายๆอย่างมาสัมพันธ์กันโดยมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการเรียนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อเร้าความสนใจ ในขณะที่สื่ออีกอย่างหนึ่งใช้เพื่อการอธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหาหรือใช้ในการเสาะหาความรู้อันนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง สื่อการเรียนเหล่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "สื่อประสม" ที่ถูกนำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

จากความคิดเห็นของท่านผู้รู้เกี่ยวกับชุดการสอน พอสรุปได้ว่า ชุดการสอน หมายถึง การนำสื่อการสอนหลายชนิดซึ่งเรียกว่าสื่อประสมมาจัดเป็นชุดทางการเรียนการสอนแบบเป็นระบบ โดยใช้เพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่างเพื่อการเรียนการสอนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อช่วยครูและนักเรียนในการเพิ่มคุณภาพทางการศึกษาให้สูงขึ้น ปกติชุดการสอนประกอบด้วยคำชี้แจงสำหรับครูและนักเรียน และผู้เรียนจะต้องทราบถึงจุดมุ่งหมายของการศึกษาในเรื่องนั้นๆและเข้าใจกิจกรรมที่ต้องทำในระหว่างเรียน และการประเมินผลตนเอง

2.2 ประเภทของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 117-118) ได้กล่าวเกี่ยวกับชุดการสอนไว้ว่า ชุดการสอนเป็นสื่อประสมประเภทหนึ่ง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอน และสอนได้เพียงเรื่องเดียวรวมทั้งเป็นสื่อที่ได้จากระบบการผลิตที่สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ โดยชุดการสอนแบ่งกว้างๆได้ 4 ประเภทคือ

2.2.1. ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น

2.2.2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนที่ให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน

2.2.3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองซึ่งอาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อย

2.2.4. ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเอง ในชุดการสอนจะประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์

ดังนั้นชุดการสอนแต่ละประเภทมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ใช้

จากประเภทของชุดการสอนผู้วิจัยได้เลือกจัดทำชุดการสอนในลักษณะรายบุคคลเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาจากชุดการสอนนั้นๆด้วยตนเอง โดยใช้เวลาเรียนต่างกันตามระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

2.3 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการใช้ชุดการสอน

ยุพิน พิพิธกุล และ อรพรรณ ตันบรรจง (2535 : 181-183) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในขณะดำเนินการใช้ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลไว้ดังนี้

<u>บทบาทของผู้สอน</u>

2.3.1 สร้างชุดการเรียนการสอนรายบุคคลโดยทำการเลือกเนื้อหาให้เหมาะสม

2.3.2 ให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนเมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือขณะที่ใช้ชุดการเรียนการสอนเท่านั้น

2.3.3 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียนหลังจากใช้ชุดการเรียนการสอนแล้วเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนอีกครั้งหนึ่ง

2.3.4 ประเมินผลการใช้ชุดการสอนและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

บทบาทของผู้เรียน

2.3.5 ศึกษาคำชี้แจงก่อนที่จะลงมือทำชุดการเรียนการสอน

2.3.6 ปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับขั้นตอน

2.3.7 ปรึกษาผู้สอนเมื่อมีปัญหาในการใช้ชุดการเรียนการสอนหรือมีปัญหาใดๆในบทเรียนนั้น

จากเอกสารอ้างอิงในส่วนของประเภทของชุดการสอนพบว่าบางตำราใช้คำๆเดียวคือ "ชุดการสอน"แต่มีความหมายรวมถึงการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนด้วยในตัว แต่เพื่อความชัดเจน ปัจจุบันจึงมีผู้แต่งตำราหลายท่านใช้คำผสมระหว่างชุดการสอนและชุดการเรียนเป็นชุดการเรียนการสอนเพื่อเน้นถึงกิจกรรมที่ครูจัดให้นักเรียนได้มีโอกาสกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง ดังนั้นในการอ้างอิงเอกสารแม้ผู้วิจัยอ้างอิงโดยใช้คำว่า"ชุดการสอน"แต่มีความหมายเดียวกับคำว่า"ชุดการเรียนการสอน"ซึ่งคำนี้ปรากฏทั้งในชื่อเรื่องวิจัยและกล่าวในบทอื่นของงานผู้วิจัย

2.4 ส่วนประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอนประเภทใดก็ตามควรมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

2.4.1 แผนการสอนสำหรับครูผู้สอนหรือผู้ที่จะนำชุดการสอนไปใช้ โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนในการใช้ชุดการสอน สิ่งที่ครูต้องเตรียม ตลอดจนขั้นตอนของการเรียนการสอน

2.4.2 ใบงานสำหรับผู้เรียน ประกอบด้วยคำแนะนำในการเรียน คำสั่งกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ

2.4.3 ใบความรู้ในเนื้อหาและสื่อการสอนแบบประสม กิจกรรมการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของเนื้อหาในแต่ละตอน

2.4.4 ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมด้วยตนเอง

2.4.5 สามารถช่วยแก้ปัญหาคุณภาพการเรียนรู้ได้

2.4.6 ให้ความสะดวกแก่ครูผู้สอนและช่วยให้ครูมีความมั่นใจในการสอนของตนเอง

2.5 ขั้นตอนในการผลิตชุดการสอน

สุนันท์ ปัทมาคม (2523 : 3) ได้ทำการจัดระบบในการผลิตชุดการสอนไว้ดังนี้

2.5.1. ขั้นเตรียมการ จะต้องมีผู้รับผิดชอบหรือเจ้าของโครงการและหาบุคลากรที่จะช่วยให้การจัดทำชุดการสอนซึ่งประกอบด้วย

2.5.1.1 ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น

2.5.1.2 ผู้สอน

2.5.1.3 นักเทคโนโลยีทางการศึกษา

2.5.2 ขั้นดำเนินการ ดำเนินตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.5.2.1 เลือกเนื้อหา

2.5.2.2 กำหนดเวลา

2.5.2.3 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2.5.2.4 จัดลำดับเนื้อหา

2.5.2.5 วางแผนวิธีดำเนินการว่าจะใช้สื่ออะไร กิจกรรมอะไร ประเมินผลอย่างไร

2.5.2.6 ลงมือผลิตสื่อการสอน

2.5.2.7 นำไปทดลองใช้

2.5.2.8 นำมาปรับปรุงแก้ไขถ้ามีข้อบกพร่อง

2.5.2.9 สรุปผล

2.5.2.10 ผลิตชุดการสอนที่สมบูรณ์

2.6 ประโยชน์ของชุดการสอน

สุนันท์ ปัทมาคม (2529 : 4) กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนสรุปได้ดังนี้

2.6.1 เสริมกระบวนการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ เพราะชุดการสอนผลิตขึ้นจากกลุ่มบุคคลที่มีความรู้ความชำนาญหลายด้าน

2.6.2 ชุดการสอนจะลดภาระของครูให้น้อยลง โดยทำตามคำแนะนำตามลำดับขั้นในกิจกรรมการเรียนการสอน

2.6.3 มีวัตถุประสงค์บอกไว้ชัดเจน

2.6.4 มีกิจกรรมการเรียนการสอนพร้อมเอกสารในการเรียน

2.6.5 มีการประเมินผลการเรียน

กล่าวโดยสรุป ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นชุดการสอนแบบรายบุคคล เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มที่ซึ่งจะเป็นการฝึกฝนทักษะของผู้เรียนได้มากขึ้นกว่าการรับฟังจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว และช่วยให้ผู้สอนได้สังเกตช่วยเหลือนักเรียนของตนได้มากขึ้นกว่าการที่จะกังวลถึงการสอนเนื้อหาเพียงอย่างเดียว

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดการสอน

2.7.1 งานวิจัยต่างประเทศ

มีคส์ (Meeks.1972) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้ชุดการสอนกับวิธีสอนแบบปกติ" โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ จากการใช้ชุดการสอนสำหรับสอนนักเรียนศึกษาครู ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนโดยใช้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บรอว์ลี (Brawley. 1975) ได้สร้างชุดการสอนเพื่อใช้สอนเรื่องการบอกเวลาสำหรับเด็กเรียนช้า ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่เรียนจากชุดการสอนมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติโดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เคิร์กแพทริค (Kirkpatrick. 1979) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนโดยใช้สื่อประสมกับการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ในวิชาพีชคณิตพื้นฐานที่วิทยาลัยชุมชนโรนสเตท โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้สื่อประสม กลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยแบ่งกลุ่มละ 20 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนโดยใช้สื่อประสมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ส่วนค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนโดยใช้สื่อประสมกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

2.7.2 งานวิจัยภายในประเทศ

กุสุมา ชำนาญศรี (2531:บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง "อัตราส่วนและร้อยละ" โดยใช้แผ่นโปร่งใสกับสื่อประสม จำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดเห็นต่อวิชาคณิตศาสตร์ของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

สุดารัตน์ จินดาวงษ์ (2531 : 104) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จันทร์เพ็ญ หาญจิตเกษม (2532:บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนสื่อประสมกับการสอนตามปกติ ทำการทดลอง 14 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการทดลองพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533 : 96) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจามาศ จิตตยานันท์ (2533:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดารารัตน์ สุรพันธ์พิทักษ์ (2533:บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "พาราโบลา" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนราศึกษาลัย จังหวัดนราธิวาส โดยแบ่งกลุ่มทดลองที่สอนจากสื่อประสม และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ กลุ่มละ 45 คน ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนจากสื่อประสมมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบ

ปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการสอนโดยการใช้สื่อประสมดีกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อุทัย บุญมาดี (2529 : 26-61) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. โดยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยที่อ้างอิงมาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการสอนโดยใช้สื่อประสม จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น สามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ดีมากว่าการสอนแบบปกติ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

3.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

กู๊ด(Good. 1973:303)ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้ คือ เทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ที่จะกระตุ้นฝึกฝนให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น โดยผู้เรียนจะเผชิญกับสถานการณ์ใหม่ๆซึ่งจะเป็นสิ่งกระตุ้นการคิด การสังเกต ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้มากกว่าการที่ถูกผู้อื่นบอกทั้งหมด ผู้เรียนจะต้องฝึกการตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด และกลวิธีดังกล่าวได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซันด์ (Sund. 1973 : 37) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเน้นที่วิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้มากกว่าตัวของความรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาค้นคว้าที่นักเรียนได้ค้นหาด้วยตนเองเพื่อพบคำตอบโดยใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง เนื่องจากนักวิทยาศาตร์ได้ใช้วิธีในทำนองเดียวกัน

ผดุงยศ ดวงมาลา(2523 :125) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนให้เกิดความรู้ความจริงด้วยตนเอง ผู้สอนสร้างสถานการณ์กระตุ้นให้เกิดการวางแผน และได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้

สรุปได้ว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเน้นในการนำทักษะทางวิทยาศาสตร์มาใช้กับการหาความรู้ใหม่ๆมากกว่าการสอนเพียงเพื่อให้ได้ความรู้

3.2 ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526:104-112) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

3.2.1 ขั้นการสำรวจข้อมูล

เป็นการหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นมโนมติหรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรก จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สอง ได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งอื่น ส่วนการจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธี ดังนี้

3.2.1.1 ผู้สอนเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลอง

3.2.1.2 ผู้สอนเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้าและให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามที่ผู้สอนกำหนด

3.2.1.3 ผู้สอนทำการสาธิตให้ผู้ เรียนดูและนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่

3.2.1.4 การได้ข้อมูลจากแหล่งอื่น ผู้เรียนนำข้อมูลมาไต่ถามผู้สอน และผู้เรียนต้องตีความหมายด้วยตนเอง งานขั้นสำรวจจะครบเมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลเพียงพอที่จะนำมาตีความหมายและลงข้อสรุปต่อไป

3.2.2 ขั้นการสรุปเป็นความรู้ใหม่

ภายหลังจากการสำรวจ ผู้เรียนจะได้ข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลง ปริมาณและรายละเอียดอื่นๆ ข้อมูลที่ได้อาจยังไม่มี ความหมายมากนัก อาจต้องนำไปคำนวณหรือจัดกระทำข้อมูลเสียก่อน จึงจะมีความหมายเพียงพอที่จะตีความและลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้จะอยู่ ในรูปของมโนมติหรือหลักการ กิจกรรมขั้นนี้ส่วนใหญ่ทั้งผู้สอน และผู้เรียนจะร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้ มองหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามแล้วลงข้อสรุปเป็นหลักการ

3.2.3 ขั้นนำความรู้ไปใช้

ความรู้ที่ค้นพบจากการเรียนการสอนนั้น จะมั่นใจได้ว่าผู้เรียนเกิดการค้นพบก็ต่อเมื่อผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการเผชิญกับสถานการณ์ใหม่ๆ หรือความรู้นั้นสามารถนำไปใช้เป็นฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้หรือนำไปพยากรณ์ได้

3.3 บทบาทของผู้สอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) (2519:6-7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูหรือผู้ที่ทำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

3.3.1 ผู้สอนควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เกิดความมั่นใจต่อการสอนเนื้อหามากขึ้น ผู้สอนควรจะได้ทำการทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเรียนเพื่อดูผลหรือปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรมีการสำรวจอุปกรณ์ที่จะใช้ว่ามีความพร้อมหรือไม่ ตลอดจนการวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสามารถนำผู้เรียนไปสู่ข้อสรุปได้โดยใช้เวลาไม่นาน

3.3.2 ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ทั้งการฝึกคิด การทำการทดลอง และร่วมอภิปราย โดยนำเอาเทคนิคและการสอนต่างๆเข้ามาช่วย เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถามหรือสื่อต่างๆเพื่อให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3.3.3 ผู้สอนควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่าย พอเหมาะกับความสามารถของผู้เรียนเพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่มีความสามารถสูงได้ใช้ศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ และเป็นการช่วยฝึกฝนผู้เรียนที่อ่อนกว่าได้พัฒนาความสามารถของตนขึ้นมา

3.3.4 เมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและถามคำถาม ผู้สอนอย่าบอกคำตอบในทันที ควรให้คำแนะนำเพื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนหาคำตอบได้เอง และควรให้ความสำคัญต่อคำถามของผู้เรียนทุกคนแม้ว่าคำถามนั้นจะยังไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ ผู้สอนควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของผู้เรียนมาสู่เรื่องที่ทำการอภิปรายกันอยู่ สำหรับปัญหาที่ผู้เรียนหยิบยกมานั้นควรจะได้อภิปรายกันในภายหลัง

3.3.5 เนื่องจากการเรียนวิธีนี้มีการอภิปรายซักถามระหว่างผู้สอนและผู้เรียนตลอดเวลา อาจมีบางโอกาสที่ผู้สอนไม่สามารถตอบคำถามผู้เรียนได้จึงควรมีการชี้แจงต่อผู้เรียนว่าผู้สอนไม่ใช่ผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่างแต่จะมาร่วมกันค้นหาคำตอบ

3.3.6 คอยระมัดระวังให้ผู้เรียนไม่รีบสรุปแนวคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไปเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ผู้สอนควรมีการแนะนำให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองซ้ำอีก จนได้ผลการทดลองที่มีความมั่นใจแล้วจึงทำการสรุป

3.3.7 ผู้สอนควรนำเอาการสอนแบบอื่นๆมาใช้ร่วม เช่น การสาธิตหรือการใช้คำอธิบายเพิ่มเติม เพื่อเสริมให้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

3.4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

โอลาริโอนอย(Olarionoye. 1978:4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ ในวิชาฟิสิกส์ รูปแบบการสอนคือ การสอนตามปกติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มทดลองที่ 2 สอนแบบสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

วิลเลี่ยม(William. 1981:1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับการสอนแบบเดิมที่มีครูเป็นศูนย์กลาง ในวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา โดยมีกลุ่มทดลอง 41 คน ถูกสอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ส่วนกลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิม โดยมีระยะเวลาทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

3.4.2 งานวิจัยในประเทศ

เรืองรัตน์ ปัญญามี (2529:55) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนสืบเสาะหาความรู้ แบบซักถามกับการสอนตามปกติในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

วินัย เทียมเมือง (2529:86) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองสอนเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยสรุปได้ว่าการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อมีการเน้นการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแนวทางดังกล่าวมาใช้กับคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน

4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2532: 8) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่า คือ ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ

วรรณทิพา รอดแรงค้า และ จิต นวนแก้ว (2532: v) ให้ความหมายว่า เป็นทักษะทางสติปัญญา ที่นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาเพื่อใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆทำให้เกิดการพัฒนาการทางสติปัญญา

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537: 14) ให้ความหมายว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่มาจากความคิดที่มีระบบและมาจากการฝึกฝนเพื่อเป็นวิธีการในการหาความรู้และการแก้ปัญหา

4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advance of Science หรือ AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 กระบวนการ ซึ่งทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2526: 1-5)ได้นำมาจัดกระทำเป็นแนวทางการสอนให้กับครูไทย ดังนี้

4.2.1 การสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างในขณะเดียวกันหรือเพียงอย่างเดียวได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น กาย เพื่อใช้ในการสัมผัสเหตุการณ์หรือสัมผัสกับวัตถุนั้นโดยตรง กระทำการดังกล่าวเพื่อจะหาสิ่งที่เป็นรายละเอียดของสิ่งหรือเหตุการณ์นั้น โดยมีข้อเงื่อนไขว่าต้องไม่มีการใส่ความคิดเห็นของผู้ที่ทำการสังเกตลงไป

สิ่งที่ได้จากการสังเกตแบ่งกว้างๆได้ 3 ลักษณะ คือ

ก.ข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ

ข.ข้อมูลเชิงปริมาณ (เป็นการกะประมาณโดยการใช้ความรู้ ประสาทสัมผัสและประสบการณ์ที่จะช่วยชี้แนะในการสังเกต)

ค.ข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

4.2.1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุหรือรายละเอียดของเหตุการณ์โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

4.2.1.2 บรรยายถึงสมบัติเชิงปริมาณอย่างคร่าวๆโดยการกะประมาณ

4.2.1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

4.2.2 ทักษะด้านการวัด

ทักษะด้านการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง และมีหน่วยของการวัดกำกับมาด้วยเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

4.2.2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะวัด

4.2.2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

4.2.2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

4.2.2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก ฯลฯ ได้ถูกต้อง

4.2.2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขได้กับสิ่งที่ทำการวัด

4.2.3 ทักษะการจำแนกประเภท

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งพวกหรือเรียงลำดับของวัตถุหรือจัดเรียงเหตุการณ์โดยการใช้ความเหมือนหรือความแตกต่าง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

4.2.3.1 เรียงลำดับเหตุการณ์หรือแบ่งพวกสิ่งของต่างๆจากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดไว้ได้

4.2.3.2 เรียงลำดับเหตุการณ์หรือแบ่งพวกสิ่งของต่างๆโดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.2.2.3 สามารถบอกเกณฑ์ที่ผู้ อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4.2.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง บริเวณที่ว่างที่วัตถุนั้นยึดครองตามรูปร่างของวัตถุอาจเป็นรูปทรง 2 หรือ 3 มิติ และก่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

4.2.4.1 บ่งชี้ถึงรูปหรือวัตถุ ทั้ง 2 และ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2.4.2 วาดรูป 2 มิติจากภาพหรือวัตถุ รูป 3 มิติได้

4.2.4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.2.4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติและ 3 มิติได้ เช่น การ หมุนรูป 2 มิติแล้วบอกได้ว่า รูป 3 มิติเป็นแบบใด รวมถึงการดูภาพของเงาที่เกิดจากรูป 3มิติ ว่าจะเป็นรูป 2มิติแบบใด และถ้าตัดรูป 3 มิติออกจากกัน เป็น 2 ส่วนสามารถบอกได้ว่า รอยตัดแบบ 2 มิติของวัตถุชิ้นนั้นเป็นแบบใด

บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.2.4.5 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.2.4.6 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวา

4.2.4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับเวลาได้

4.2.4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆกับเวลาได้

4.2.5 ทักษะการคำนวณ

ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาทำการคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

4.2.5.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

4.2.5.2 ใช้ตัวเลขแทนจำนวนที่นับได้

4.2.5.3 ตัดสินได้ว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน

4.2.5.4 สามารถบอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4.2.5.5 หาค่าเฉลี่ยได้

4.2.5.6 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4.2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดทำในรูปแบบใหม่ๆ เช่น หาความถี่เรียงตาม

ลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้เกิดความเข้าใจกับข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ รูปวงจร กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย ฯลฯ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

4.2.6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

4.2.6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

4.2.6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลที่ตนเองเลือกได้

4.2.6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่ทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

4.2.6.5 บรรยายลักษณะของบางสิ่งด้วยข้อความที่กระทัดรัดเหมาะสมจนผู้อื่นเข้าใจได้

4.2.6.6 วาดแผนผังแสดงตำแหน่งสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

4.2.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มเติมรายละเอียดกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยลงความคิดเห็นส่วนตัวลงไปอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

สามารถอธิบายหรือสรุปเรื่องหนึ่งๆโดยการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการ สังเกต โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมมาช่วย

4.2.8 ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำๆ อาศัยหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ สามารถทำได้อีก 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตและนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

4.2.8.1 ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

4.2.8.2 ทำนายผลที่เกิดขึ้นของข้อมูลเชิงปริมาณทั้งภายในขอบเขตข้อมูลหรือภายนอกขอบเขตข้อมูลได้

4.2.9 ทักษะการตั้งสมมุติฐาน

ทักษะการตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักจะกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ โดยจะทราบได้ภายหลังจากการทำการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

4.2.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ(เอาคำที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองมากำหนดความหมาย) เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆให้สังเกตได้หรือทำการวัดได้

4.2.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สาเหตุที่ก่อให้เกิดผลที่เราสงสัยว่ามาจากมันหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ผลของอิทธิพลของตัวแปรต้นที่ส่งผลให้เกิดตัวแปรตามขึ้น

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งอื่นที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองโดยตรง จึงต้องทำการควบคุมให้เหมือนกันกับทั้งกลุ่มการทดลองและกลุ่มควบคุม ถ้าปล่อยไว้ผลการทดลองสามารถคลาดเคลื่อนได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้

4.2.12 ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติ การเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองซึ่งจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผน การทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริง โดยมีการกำหนดและควบคุมตัวแปรเพื่อนำไปสู่วิธีการทดลอง มีการเตรียมอุปกรณ์หรืออาจเป็นสารเคมีในขั้นตอนนี้

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสังเกต การวัด ฯลฯ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

4.2.12.1 มีการกำหนดวิธีทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่จะทำการควบคุม รวมถึงการระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลอง

4.2.12.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

4.2.12.3 บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

4.2.13 การตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป

การตีความหมายของข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายอาจใช้ด้านอื่นมาประกอบ เช่น การสังเกต การคำนวณ ฯลฯ

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้นแล้ว คือ

4.2.13.1 บรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่เช่นการตีความหมายจากกราฟหรือการตีความหมายที่ต้องใช้ทักษะการคำนวณ

4.2.13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้อง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะนี้ ถ้าแบ่งเป็น 2 ส่วนจะได้แก่ ทักษะขั้นพื้นฐาน เริ่มตั้งแต่ข้อที่ 1-8 และส่วนทักษะขั้นสูงจะเริ่มตั้งแต่ ข้อ 9-13

จากความหมายทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงทำการวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะขั้นพื้นฐานจำนวน 6 ทักษะ และ ทักษะขั้นบูรณาการจำนวน 1 ทักษะ ดังปรากฏในรายละเอียดของนิยามศัพท์เฉพาะหน้า 6

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.3.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ฮามิดาห์ (Hamiddah. 1983:19-22) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของมาเลเซียที่มีความสามารถสูง พบว่าผลสัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ชาร์แมนน์ (Scharmann. 1989:715-726) ทำการศึกษาอิทธิพลของการพัฒนาการทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลพบว่านักเรียนที่เรียนเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 1 ภาคเรียนจะทำให้พัฒนาการในการรับความรู้พื้นฐานทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

สตราวิทส์ (Strawits. 1989:659-664) ทำการศึกษาผลของการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยตนเองโดยใช้อุปกรณ์การเรียน ผลปรากฏว่าการทดสอบย่อยไม่ทำให้เกิดความแตกต่างต่อการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.3.2 งานวิจัยในประเทศ

แววตา ตันวัฒนกุล (2538:71-84) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองมีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย บางรัก กรุงเทพฯ จำนวน 60 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เขมิกาญจน์ ทองมา (2540:101-108) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยการผึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 15 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

มณีรัตน์ เกตุไสว (2540:87-96) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพฯ จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน กลุ่มควบคุม 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองโดยให้นักเรียนออกแบบการทดลองปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเช่น การทดลองสามารถเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

5. เอกสารเกี่ยวกับโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Physics Program)

5.1 โปรแกรม ฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ คืออะไร ?

ฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการสร้างสถานการณ์จำลองทางฟิสิกส์โดยการวาดรูปวัตถุต่าง ๆลงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยเม้าส์ เป็นโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นโดยบริษัทปฏิวัติความรู้ (Knowledge Revolution) ตั้งอยู่ในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา (Knowledge Revolution : 1998) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยผู้สอนและผู้เรียนวิชา

ฟิสิกส์ที่อยู่ภายใต้หลักกลศาสตร์พื้นฐานของนิวตัน โดยสามารถทำการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ เช่น ความเร็ว ความเร่ง โมเมนตัม และโมเมนตัมเชิงมุม ค่าพลังงานจลน์สามารถวัดได้ขณะดูผลจากสถานการณ์จำลองในหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยสามารถเห็นผลของการเปลี่ยนแปลงได้ทันที ประหยัดเวลาในการสอน และเร้าความสนใจของผู้เรียน ครูผู้สอนสามารถใช้ในการตอบปัญหาที่ครั้งหนึ่งเคยเป็นภาพนิ่งอยู่ในหนังสือเรียน โดยสามารถตั้งเงื่อนไขใหม่เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และอาจให้นักเรียนทำนายผลล่วงหน้าไว้ก่อนจากการสังเกต แล้วมองดูผลที่เกิดขึ้นจากหน้าจอคอมพิวเตอร์

5.2 การติดตั้งโปรแกรม

ก่อนการติดตั้งโปรแกรม ฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ลงบนอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลหรือที่เรียกว่าฮาร์ดดิสก์(Hard disk)ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องดังนี้

ระบบวินโดว์

เครื่องคอมพิวเตอร์ควรมีคุณสมบัติดังนี้

5.2.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือสมองของเครื่องคอมพิวเตอร์ควรเป็นรุ่นตั้งแต่ 486หรือสูงกว่า (486-based CPU or upper)

5.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บบันทึกโปรแกรมหรือข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ (แผ่นดิสก์)ต้องมีขนาด 3.5" (สำหรับการติดตั้งตัวโปรแกรม)

5.2.3 เนื้อที่ว่างบนอุปกรณ์ที่ใช้เก็บบันทึกข้อมูล(ฮาร์ดดิสก์) อย่างน้อยที่สุด 6 MB

5.2.4 หน่วยความจำที่สามารถนำมาอ่านหรือเขียน เรียกสั้นๆว่า แรม (RAM) ควรมีอย่างน้อย 4 MB ที่ไว้ใช้กับโปรแกรม (ภาพกราฟฟิกบางภาพที่เล่นสีมากอาจต้องการหน่วยความจำมากกว่า 4 MB)

การติดตั้งโปรแกรม

การติดตั้งโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ลงบนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ใช้แผ่นที่ผู้วิจัยเตรียมไว้โดยกระทำตามขั้นตอนดังนี้

ใส่แผ่นดิสก์ที่ช่องอ่านดิสก์หรือดิสก์ไดรฟ์(disk drive) แล้วทำการสร้างชื่อไฟล์ข้อมูล(directory) อาจตั้งชื่อว่า data.ip ให้กับข้อมูลที่อยู่ในแผ่นดิสก์ เพื่อให้ข้อมูลที่อยู่ในแผ่นดิสก์ไปติดตั้งอยู่ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งตามปกติจะอยู่ที่ไดรฟ์ซี C:\> แล้วทำการเปลี่ยนสถานะการทำงานจากไดรฟ์ซี ไปยังชื่อไฟล์ข้อมูลที่เพิ่งตั้งชื่อใหม่ แล้วพิมพ์คำว่า Unzip โดยระบุช่องอ่านดิสก์ที่มีแผ่นดิสก์อยู่ในช่องนั้น ดังตัวอย่าง

C:\ >md data.ip เสร็จแล้วกดแป้น Enter (สร้างชื่อไฟล์ข้อมูล ชื่อว่า data.ip)

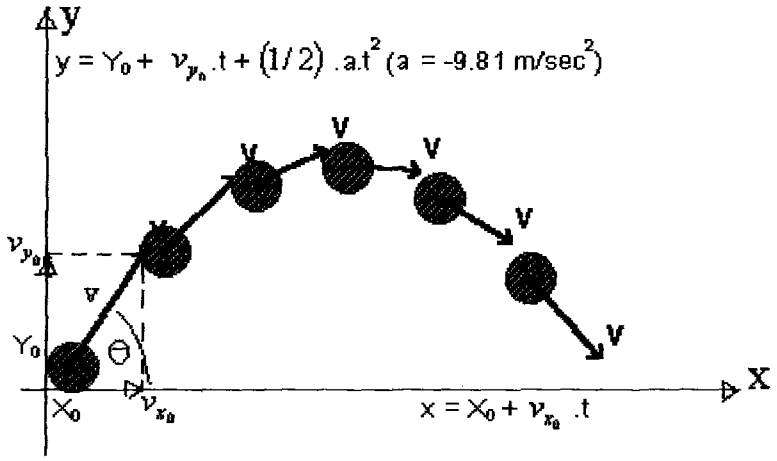
C:\ cd data.ip เสร็จแล้วกดแป้น Enter (เปลี่ยนสถานะจากไดรฟ์ซีไปยังที่ที่มีชื่อไฟล์ที่ถูกสร้างขึ้นมาแล้วก่อนหน้านี้ ในที่นี้คือ data.ip)

C:\ data.ip>A:unzip เสร็จแล้วกดแป้น Enter (ขณะนี้อยู่ที่ไดรฟ์ซีในส่วนของชื่อไฟล์ข้อมูลใหม่ที่ตั้งชื่อว่า data.ip และทำการระเบิดข้อมูลที่อัดอยู่ในแผ่นดิสก์ซึ่งอยู่ที่ช่องอ่านไดรฟ์เอ)

รายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานของโปรแกรม ผู้วิจัยได้ทำเป็นคู่มือการใช้โปรแกรมในภาคผนวก จ

5.2 หลักการทำงานของโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์

โปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์แก้ปัญหาโดยการใช้เทคนิควิธีทางตัวเลข (numerical techniques) ซึ่งเป็นวิธีที่เป็นระบบและทำให้สามารถสร้างแบบจำลองของปัญหาได้หลายรูปแบบ ตัวอย่างอันหนึ่งของการใช้วิธีดังกล่าว คือ ลูกบอลที่เคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง (projectile motion) ที่มีแต่เพียงแรงโน้มถ่วงของโลกเท่านั้นที่กระทำต่อลูกบอล ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววิถีโค้งที่กำหนดค่าต่าง ๆเพื่อการคำนวณ

X_0 แทน ระยะขจัดตั้งต้นในแนวแกน X , v_{x_0} แทน ความเร็วต้นในแนวแกน x,

Y_0 แทน ระยะขจัดตั้งต้นในแนวแกน Y , v_{y_0} แทน ความเร็วต้นในแนวแกน Y,

a แทน ความเร่ง

$x = X_0 + v_{x_0}.t$ (เป็นการหาค่าการขจัดที่เวลาใด ๆในแนวแกน x)

$y = Y_0 + v_{y_0}.t + (1/2).a.t^2$ (เป็นการหาค่าการขจัดที่เวลาใด ๆในแนวแกน y)

โดยการใช้สมการเหล่านี้ แก้ปัญหาการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้งโดยโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนสามารถหาตำแหน่งของลูกบอลที่ขณะเวลาใด ๆโดยการใส่ค่าเงื่อนไขเบื้องต้นที่ถูกต้องของตำแหน่งและความเร็ว เช่น x_0 , y_0, v_{x_0}, v_{y_0} เป็นต้น โปรแกรมจะทำการคำนวณจากค่าเริ่มต้นที่กำหนดไว้ครั้งแรกและจะนำค่าที่คำนวณได้ไปเก็บเป็นค่าเริ่มต้นในการเคลื่อนที่ช่วงต่อไปทันที โปรแกรมปฏิสัมพันธ์เชิงฟิสิกส์สามารถคำนวณกับสภาพที่ปัญหามีความซับซ้อนมากขึ้น เช่นปัญหาที่ต้องพิจารณาถึงความต่อเนื่องของเวลาในแต่ละจุดเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของแต่ละช่วงให้ชัดเจนขึ้น โดยไม่ต้องยุ่งยากในการแก้สมการในแต่ละช่วงเวลาเพื่อมาอธิบาย

การเคลื่อนที่ ยกตัวอย่างเช่น สมการของการเคลื่อนที่ของสปริงที่มีความหน่วงหรือสมการการเคลื่อนที่ของดาวบนท้องฟ้าที่ดึงดูดกันและกันโดยถูกกระทำภายใต้แรงโน้มถ่วง ซึ่งโดยทั่วไปไม่สามารถจะนำมาคำนวณด้วยสมการที่มีรูปแบบง่าย ๆ ได้

สมการต่าง ๆ ที่เป็นสมการทั่วไปของปัญหาทางฟิสิกส์พื้นฐานทั้งหมด ถ้าละเลยผลจากทฤษฎีสัมพัทธภาพ สมการมาตราฐานบางสมการที่ใช้ในการคำนวณโดยโปรแกรมปฏิสัมพันธ์เชิงฟิสิกส์สามารถแสดงได้ดังตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 ตัวอย่างสมการฟิสิกส์พื้นฐานที่โปรแกรมปฏิสัมพันธ์นำมาใช้ในการคำนวณ

$\vec{F} = m\vec{a}$	$\vec{\tau} = I\ \vec{\omega}$	$\vec{a} = dv/dt$	$\vec{v} = dx/dt$
$\vec{F}$ เป็น แรง m เป็น มวล $\vec{a}$ เป็น ความเร่ง	$\vec{\tau}$ เป็น ทอร์ก I เป็น โมเมนต์ความเฉื่อย $\vec{\omega}$ เป็น ความเร่งเชิงมุม	$\vec{a}$ เป็น ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง dv/dt เป็น ค่าอนุพันธ์ ของความเร็ว	$\vec{v}$ เป็น ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง dx/dt เป็นค่าอนุพันธ์ของตำแหน่ง

สำหรับตัวอย่างปัญหาการอินทิเกรต(Integration) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่โปรแกรมปฏิสัมพันธ์เชิงฟิสิกส์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางจลน์ศาสตร์เพื่อหาคำตอบ ชื่อว่า การอินทิเกรตแบบ ออยเลอร์ (Euler) ซึ่งเป็นรูปแบบการคำนวณในการอินทิเกรตเชิงตัวเลขที่ง่ายที่สุด

ตัวอย่างการคำนวณ เช่นถ้าค่าความเร่ง $\vec{a} = dv/dt$ ดังนั้น $\vec{v}$ เป็นค่าอินทิกรัลของ $\vec{a}.dt$ สิ่งที่โปรแกรมปฏิสัมพันธ์เชิงฟิสิกส์ กระทำคือ หาค่าความเร่งขณะนั้นของวัตถุและใช้ค่าความเร่งนี้หาค่าความเร็วใหม่หลังจากนั้นที่เวลาเปลี่ยนไปในเศษส่วนย่อยของวินาทีซึ่งวิธีการในการอินทิเกรตจะคล้ายคลึงกับการทำนายผลล่วงหน้า

วิธีการในการหาตำแหน่งใหม่สามารถกระทำได้โดยการคำนวณในลักษณะเดียวกัน วิธีการคำนวณถูกกระทำในลักษณะดังนี้

กำหนด t แทน เวลา , $\vec{a}$ แทน ความเร่ง , $\vec{v}_0$ แทน ความเร็วที่ $t = 0$, $\vec{v}_t$ แทน ความเร็วขณะเวลาใดๆ , $\vec{x}_0$ แทน ตำแหน่งที่ $t = 0$, $\vec{x}_t$ แทน ตำแหน่งที่เวลาใดๆ

1. ขณะที่ $t = 0$ คำนวณค่า $\vec{a}$

2. ใช้ค่า $\vec{a}$ เพื่อคำนวณหาค่า $\vec{v}_t$ (คือ $\vec{v}$ ที่ $t = 1$)

$$\vec{v}_t = \vec{v}_0 + \vec{a}.dt$$

3. ใช้ $\vec{v}$ เพื่อคำนวณหาค่า $\vec{x}_t$ (คือ x ที่ $t = 1$)

$$\vec{x}_t = \vec{x}_0 + \vec{v}.dt$$

วิธีการทั้งหมดนี้เรียกว่าการอินทิเกรตเชิงตัวเลข ยังมีวิธีการอื่นอีกหลายวิธีที่โปรแกรมปฏิสัมพันธ์เชิงฟิสิกส์ใช้สำหรับการหาค่าความเร่งและการใช้วิธีการนั้นๆเพื่อหาความเร็วใหม่และตำแหน่งใหม่ในช่วงเวลาถัดไป

6. เอกสารเกี่ยวกับ แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่

แรงเป็นสาเหตุของการเกิดความเร่งของวัตถุ โดยทั่วไปวัตถุเกิดความเร่งได้เสมอ ถ้ามีแรงมากระทำให้ความเร็วของวัตถุนั้นไม่คงที่

6.1 มวลและแรง

เมื่อทำให้วัตถุที่หยุดนิ่งเคลื่อนที่ไป หรือต้องการให้วัตถุที่เคลื่อนที่อยู่เคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลงหรือเปลี่ยนทิศทาง จะต้องใช้แรงไปกระทำกับวัตถุนั้น

แรง(Force; $\vec{F}$) ในทางฟิสิกส์หมายถึงสิ่งที่เปลี่ยนหรือพยายามเปลี่ยนสถาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงสามารถถูกแทนได้ด้วยปริมาณเวกเตอร์ เนื่องจากเมื่อใดที่มีการออกแรงผลักหรือลากวัตถุ วัตถุจะถูกผลักหรือถูกลากไปในทางใดทางหนึ่ง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์

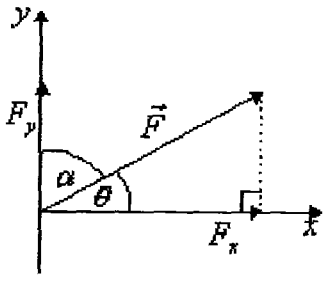
เมื่อวัตถุเกิดการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ค่าความเร็วจะเปลี่ยนแปลงไป และการเปลี่ยนความเร็วส่งผลให้เกิดความเร่ง แรงจึงเป็นสาเหตุของการเกิดความเร่งของวัตถุ

วัตถุแต่ละก้อนอาจเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้ยากหรือง่ายต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณประจำตัวอย่างหนึ่งของวัตถุคือ มวล โดยที่ มวล(mass; m)หมายถึงปริมาณเนื้อสารของวัตถุ ค่ามวลถูกวัดได้จากความสามารถของวัตถุในการต้านแรงที่มากระทำ ถ้าวัตถุสามารถต้านแรงได้มาก แสดงว่าวัตถุนั้นมีมวลมาก ถ้าวัตถุต้านแรงที่มากระทำได้น้อย วัตถุนั้นจะมีมวลน้อย

มวลเป็นปริมาณสเกลลาร์และไม่ขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุ มวลต่างจากน้ำหนักเพราะน้ำหนัก(weight) เป็นแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ

6.2 การแตกแรงและแรงลัพธ์

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ สามารถถูกแทนได้ด้วยแรงย่อยสองแรงที่ตั้งฉากกันในแนวแกนนอนและแนวแกนดิ่ง ดังรูป



ภาพประกอบ 3 การแทนค่าของแรง $\vec{F}$ ด้วยขนาดของแรงประกอบ 2 แรง คือ F_x (ในแนวแกน x) และ F_y (ในแนวแกน y)

การคำนวณหาค่าแรงในรูปแบบต่าง ๆและทิศทางการวางตัวของแรงกระทำได้ดังนี้

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$F_x = F\cos\theta = F\sin\alpha$$

$$F_y = F\sin\theta = F\cos\alpha$$

$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$$

วัตถุก้อนหนึ่งอาจถูกแรงหลายแรงมากระทำในเวลาเดียวกัน แรงหลายแรงทั้งหมดสามารถถูกแทนด้วยแรงแรงเดียว เรียกว่า แรงลัพธ์หรือแรงสุทธิ ดังนั้น แรงลัพธ์ (resultant force ; $\sum\vec{F}$) หมายถึง ผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุก้อนหนึ่ง

การหาแรงลัพธ์ของหลายแรงที่มีทิศทางการวางตัวต่างกัน โดยทั่วไปใช้การแทนแรงต่าง ๆออกเป็นแรงประกอบเข้าสู่แกน x ซึ่งปกติจะเป็นแกนในแนวราบ และแกน y ซึ่งปกติจะเป็นแกนในแนวดิ่ง (มักสนใจ $\sum F_x$ และ $\sum F_y$ แยกกัน)แล้วรวมแรงทีละแนว ซึ่งจะได้

$$\sum\vec{F} = \sum\vec{F}_x + \sum\vec{F}_y$$

$$\left|\sum\vec{F}\right| = \sum F = \sqrt{\left|\sum\vec{F}_x\right| + \left|\sum\vec{F}_y\right|} = \sqrt{\left(\sum F_x\right)^2 + \left(\sum F_y\right)^2}$$

6.3 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

สาเหตุที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในรูปแบบที่แตกต่างกันนั้น อธิบายได้โดยกฎการเคลื่อนของนิวตัน สรุปไว้มี 3 ข้อ ดังนี้

กฎข้อที่หนึ่ง กล่าวว่า วัตถุทั้งหลายจะคงอยู่ในสภาพหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ตลอดไป จนกว่าจะมีแรงมากระทำให้สถาพการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป

หรือกล่าวได้อีกแบบหนึ่ง คือ หากไม่มีแรงมากระทำกับวัตถุ ความเร็วของมันจะไม่เปลี่ยนแปลง และถ้าหากตอนแรกวัตถุนั้นอยู่นิ่ง มันจะยังคงหยุดนิ่งต่อไป แต่ถ้าหากวัตถุนั้นกำลังเคลื่อนที่อยู่ มันจะยังเป็นเช่นนั้นด้วยค่าความเร็วคงที่ ความเร็วคงที่ หมายถึง ไม่เกิดการเปลี่ยนทั้งทิศทางและขนาดของความเร็ว เมื่อวัตถุนั้นหยุดนิ่ง ค่าความเร็วของมันมีค่าเป็นศูนย์

กฎการเคลื่อนที่ของที่ 1 ของนิวตัน มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า *"กฎความเฉื่อย"*(law of innertia) หมายถึงวัตถุพยายามรักษาสภาพเดิมของการเคลื่อนที่ไว้

กฎข้อที่สอง กล่าวว่า วัตถุจะมีความเร่งได้ก็ต่อเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุมีแรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์ โดยความเร่งที่เกิดขึ้นจะต้องมีทิศเดียวกับแรงลัพธ์เสมอ

กฎข้อนี้เป็นการให้ความหมายเกี่ยวกับแรง และได้มาจากการทดลอง เนื่องจากแรงจะแปรผันตรงกับค่าความเร่ง จากการทดลองพบว่า $\sum\vec{F}$ แปรผันตรงกับ $\vec{a}$ และ $\vec{a}$ แปรผันตรงกับ $\frac{1}{m}$ ดังนั้นโดยทั่วไปกฎข้อที่ 2 ของนิวตันจึงถูกเขียนอยู่ในรูป $\sum\vec{F} = m\vec{a}$

$\sum \vec{F}$ แทน แรงลัพธ์

เครื่องหมาย $\sum$ อ่านว่า ซิกม่า หมายถึง การรวมกัน สามารถใช้คำว่าแรงสุทธิ แทน $\sum \vec{F}$ ก็ได้ เพราะแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ซึ่งมีทิศทางที่ชัดเจน และจะต้องถูกรวมแบบเวกเตอร์

m แทน มวลของวัตถุ

$\vec{a}$ แทน ความเร่ง

กฎข้อที่ 2 ของนิวตันถือได้ว่าเป็นความคิดหลักของกฎการเคลื่อนที่ ตามกฎนี้ค่าความเร่งของวัตถุจะถูกบ่งบอกโดย 2 ปริมาณ คือ ค่าแรงลัพธ์และค่ามวลของวัตถุนั้น แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุก่อให้เกิดความเร่ง ซึ่งเป็นไปตามสมการ $\vec{F} = m\vec{a}$

จากสมการนี้จะพบว่าหน่วยของแรง มาจากผลคูณของ มวลเอ็ม m และความเร่งเอ $\vec{a}$ ดังนั้นหน่วยของแรงคือ กิโลกรัม คูณ เมตรต่อวินาทียกกำลังสอง ($kg.m/s^2$) ซึ่งถูกเรียกชื่อใหม่ว่า นิวตัน หรือเขียนว่า N กฎข้อนี้แรงที่จะนำมาใช้คิดคำนวณจะเป็นแรงจากภายนอกทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุ ไม่ใช่เป็นเพียงแรงใดแรงหนึ่งในหลายๆแรง

กฎข้อที่สาม กล่าวว่า ทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุก้อนหนึ่ง (แรงกิริยา ; action) จะเกิดแรงที่วัตถุกระทำโต้ตอบขนาดเท่ากับแรงที่มากระทำ(แรงปฏิกิริยา ; reaction)แต่อยู่ในทิศทางตรงกันข้ามกับแรงที่มากระทำ

กล่าวโดยสรุป ถ้าวัตถุ A ออกแรงกระทำต่อวัตถุ B วัตถุ B จะออกแรงกระทำต่อ A ด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากันแต่กระทำในทิศตรงกันข้าม

ถ้ากำหนดให้ $\vec{F}_{AB}$ เป็นแรงที่วัตถุ A กระทำต่อวัตถุ B และ $\vec{F}_{BA}$ เป็นแรงที่วัตถุ B กระทำต่อวัตถุ A จะได้ความสัมพันธ์ดังสมการ $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$

แรงคู่นี้เกิดขึ้นพร้อมกันในแนวเส้นตรงเดียวกัน แต่กระทำกับวัตถุต่างก้อนกัน จึงนำมาหักล้างกันเป็นศูนย์ไม่ได้ เรียกแรงคู่นี้ว่า แรงคู่กิริยา --ปฏิกิริยา

6.4 แรงปฏิกิริยาที่ตั้งฉากและแรงดึงเชือก

ในกรณีที่ผิวของวัตถุทั้งสองมาสัมผัสกัน วัตถุก้อนหนึ่งที่ออกแรงกระทำกับวัตถุอีกก้อน วัตถุก้อนที่ถูกกระทำจะออกแรงโต้ตอบซึ่งเป็นแรงปฏิกิริยาตั้งฉาก(normal force: $\vec{N}$) โดยแรงนี้จะมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ การเขียนแรง $\vec{N}$ จะเขียนเฉพาะแรงที่กระทำต่อวัตถุที่เราสนใจเท่านั้น ถ้าผิวสัมผัสไม่มีการออกแรงกดหรือดัน แรง $\vec{N}$ จะมีค่าเป็นศูนย์

ในกรณีของเส้นเชือกหรือลวดบางๆ เมื่อเกิดแรงดึงที่ปลายทั้งสองด้านของเชือก เชือกจะตึง ทำให้เกิดแรงดึงภายในเส้นเชือก (tension force : $\vec{T}$) ถ้าปลายเชือกติดกับวัตถุใด เชือกจะออกแรงดึงวัตถุนั้นเสมอ แรงดึงเชือกจะมีทิศพุ่งออกจากวัตถุที่เราสนใจ เชือกถูกถือเป็นสิ่งที่อ่อนไหว ดังนั้นแนวทางที่มันวางตัวจะมีทิศทางเดียวกับทิศของแรงฉุด ถ้าเชือกวางตัวเอียงอยู่อย่างไร แรงฉุดที่ปลายเชือกต้องถูกเขียนให้มีทิศเดียวกับเส้นเชือก

กรณีทั่วๆไปจะไม่คิดมวลและน้ำหนักของเชือก ทำให้ความตึงในเส้นเชือกมีค่าเท่ากันตลอดทั้งเส้นและมีแรงดึงของเชือกในส่วนที่ติดกับวัตถุเท่านั้นที่จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ การเบนตัวของปลายเชือกเฉพาะปลายอีกด้านหนึ่งจะไม่มีผลต่อแรงบนวัตถุ

6.5 น้ำหนัก

น้ำหนักคือแรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกกับวัตถุใดๆที่อยู่บนโลก เช่น โลกกับก้อนหิน โลกกับต้นไม้ สามารถเรียกแรงดึงดูดระหว่างมวลอีกชื่อหนึ่งว่าแรงโน้มถ่วง สามารถเขียนแทนด้วยสมการ $F = \frac{GmM}{r^2}$

เมื่อ F แทน แรงดึงดูดซึ่งกันและกันของวัตถุ

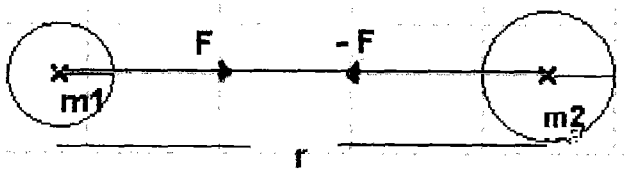
G แทน ค่าคงที่สากลมีค่าเท่ากับ (6.670).(10 $^{-11}$) N.m^2/ Kg^2

m แทน มวลของวัตถุที่อยู่ใกล้ๆกับผิวโลก

M แทน มวลของโลก

r^2 แทน ระยะห่างยกกำลังสองที่วัดจากจุดศูนย์กลางมวลระหว่างโลกกับวัตถุใดๆที่อยู่ใกล้กับผิวโลก

สมการ $F = \frac{GmM}{r^2}$ สามารถนำไปประยุกต์ในกรณีอื่นๆระหว่างมวลของวัตถุ 2 ก้อนใดๆโดยไม่จำเป็นที่มวลก้อนหนึ่งต้องเป็นโลก เขียนสมการใหม่ได้เป็น $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ โดยที่ m_1 และ m_2 เป็นมวลของวัตถุคนละก้อนที่ดึงดูดกัน



ภาพประกอบ 4 แรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุมวล m_1 และ วัตถุมวล m_2

เมื่อให้วัตถุตกอย่างอิสระใกล้กับผิวโลก จะมีความเร่งค่าหนึ่งที่เรียกว่า ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational acceleration : $\vec{g}$) ดังนั้น จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน $\vec{F} = m\vec{a}$ เมื่อ $\vec{a} = \vec{g}$ จะได้ความสัมพันธ์ $\vec{F} = m\vec{g}$

น้ำหนักหรือแรงโน้มถ่วงเขียนสมการได้ในรูป $\vec{W} = m\vec{g}$ โดยที่ $g = \frac{GM}{r^2}$

$\vec{W}$ คือ น้ำหนัก ,M คือมวลของโลก , $\vec{g}$ เป็นความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, r^2 คือระยะห่างยกกำลังสองที่วัดจากจุดศูนย์กลางมวลระหว่างโลกกับวัตถุใดๆที่อยู่ใกล้กับผิวโลก

วัตถุที่อยู่บนโลกจะถูกโลกดึงดูดด้วยแรงค่าหนึ่งเสมอ แรงนี้เรียกว่า น้ำหนักของวัตถุ(บนโลก) โดยที่น้ำหนัก $\vec{W} = m\vec{g}$ มีทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลางของโลกเสมอ และน้ำหนักขึ้นกับ

ค่า $\vec{g}$ หมายความถึง ถ้าวัตถุอยู่ในปริเวณที่ค่า $\vec{g}$ ต่างกัน น้ำหนักของวัตถุก้อนนั้นจะไม่เท่าเดิมแม้ว่ามีมวลเท่าเดิม น้ำหนัก $m\vec{g}$ เป็นน้ำหนักที่แท้จริงของวัตถุ ถ้าหากชั่งวัตถุด้วยตาชั่ง ค่าน้ำหนักที่อ่านได้เป็นน้ำหนักปรากฏคืออาจจะไม่เท่ากับน้ำหนักที่แท้จริงจะขึ้นกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุขณะชั่ง ดังนั้นถ้าต้องการได้ค่าน้ำหนักปรากฏเท่ากับน้ำหนักแท้จริงของวัตถุจึงควรให้วัตถุอยู่นิ่งขณะชั่ง

7. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยของผู้วิจัยในเรื่องการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน ถึงแม้ ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงแต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ใช้คอมพิวเตอร์ในการประกอบการเรียนการสอนในลักษณะการสร้างสถานการณ์จำลองซึ่งเกี่ยวข้องกับส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยจึงขอกล่าวอ้างถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้พอสังเขป

7.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผดุง อารยะวิญญู (2527 : 41) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึงการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอนแต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสื่อถ่ายทอดวิชาแทนครู

วีระ ไทยพานิช (2527 : 10) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีการเรียนซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวเป็นการเรียนโดยตรงและเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์(Interactive) ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์

ยืน ภู่วรวรรณ (2531 :121) กล่าวว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดและการวัดผล โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนที่บันทึกเก็บไว้ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

สำหรับการเรียกชื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เป็นภาษาอังกฤษ จักรภพ ศรีงาม (2539:10) และ ได้กล่าวว่า มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นภาษาอังกฤษ หลายชื่อในความหมายที่คล้ายกัน เช่น

Computer Assisted Instruction (CAI) Computer Aided Instruction (CAI)

Computer Assisted Learning (CAL) Computer Aided Learning (CAL)

Computer Based Learning (CBL) Computer Based Training (CBT)

Computer Based Training and Learning (CBTL)

แต่มักนิยมใช้คำ Computer Assisted Instruction หรือ CAI ส่วนในภาษาไทยใช้คำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ยืน ภู่วรวรรณ. 2531 : 121)

จากความหมายของนักวิชาการ สรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน หรือใช้เป็นสื่อในการสอนของครู โดยเน้นในด้านการเรียนการสอนรายบุคคลเป็นสำคัญ บทเรียนจะสร้างขึ้นตามวิธีการของระบบ ที่มีการวางแผนการสอนไว้ล่วงหน้าตามหลักการของการสร้างบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม

7.2 ลักษณะบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บูรณะ สมชัย (2538 : 26-27) กล่าวถึงลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะเป็นโมเดล (Model) 2 แบบ คือ

1. แบบเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วยตามลำดับจะข้ามหน่วยไม่ได้

2. แบบไม่เชิงเส้น (Branching Programming) เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ตามความต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆที่จัดไว้ตามระดับความสามารถของตนเอง

7.3 ประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จักรภพ ศรีงาม (2539:32-37) ได้แบ่งประเภทต่างๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังนี้

7.3.1 ประเภทที่สอนเนื้อหา (Tutorial)

จะมีลักษณะที่คล้ายกับบทเรียนสำเร็จรูป โดยที่จะจัดเนื้อหาที่เป็นระบบระเบียบเรียงต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนจะศึกษาตามลำดับขั้นตอนที่โปรแกรมตั้งเอาไว้ มีการแทรกคำถามเพื่อที่จะตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน แล้วจะแสดงผลย้อนกลับ (Feedback) ตลอดจนมีการเสริมแรง (Reinforcement) และยังสามารถที่จะให้นักเรียนย้อนกลับไปบทเรียนเดิม หรือจะข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับนักเรียน และผลการเรียนไปด้วย

การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้เหมาะสมที่จะใช้สอนความคิดรวบยอดในด้านต่างๆเพราะเป็นการสอนที่สอดคล้องกับลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนและนักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตามความสามารถและระดับสติปัญญาของตนเอง

โครงสร้างของบทเรียนแบบสอนเนื้อหาประกอบไปด้วย 8 ส่วนย่อย ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)
2. การเสนอเนื้อหา (Presentation and Information)
3. การถาม - การตอบ (Question and Response)
4. การตรวจคำตอบ (Judging Response)
5. แจ้งผลคำตอบย้อนกลับให้ทราบ (Providing Feedback about Response)
6. เสริมความรู้เพิ่มเติม (Remediation)

7. ลำดับการเรียนบทเรียน (Sequencing Lesson Segment)
8. จบบทเรียน (Closing Lesson)

7.3.2 ฝึกทักษะ (Drill and Practice)

ส่วนใหญ่จะใช้เสริมสร้างหลังจากที่ครูได้สอนบทเรียนนั้นไปบางอย่างแล้ว และให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์ เพื่อวัดความเข้าใจ ทบทวนหรือเพิ่มความชำนาญ ลักษณะของแบบฝึกหัดที่นิยมกันมากที่สุด คือ แบบจับคู่ แบบถูกผิด และแบบเลือกตอบ เป็นบทเรียนที่ใช้ให้ผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัด หลังจากได้เรียนเนื้อหานั้น ๆ หรือมีการฝึกทำซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดทักษะ อาจเป็นทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทางด้านภาษา เช่น การอ่าน และการสะกดตัวอักษร เป็นต้น

จุดสำคัญของการฝึกทักษะก็เพื่อเสริมการสอนของครู และช่วยให้นักเรียนหาทักษะเพิ่มเติมจากการที่ฝึกซ้ำๆ แต่แม้จะมีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน สิ่งนี้ไม่ได้หมายความถึงการเป็นตัวแทนของครูทั้งหมด ครูยังคงจำเป็นเสมอและไม่มีการสอนแบบใดที่มาแทนครูได้

โครงสร้างของบทเรียนแบบฝึกทักษะประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 6 ส่วน ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)
2. การเลือกข้อคำถาม (Select Item)
3. การถาม - การตอบ (Question and Response)
4. การตรวจคำตอบ (Judging Response)
5. การแจ้งผลคำตอบ (Feedback)
6. จบบทเรียน (Closing Lesson)

7.3.3 สถานการณ์จำลอง (Simulations)

เป็นการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เป็นความจริง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งนั้น และได้รับปฏิกิริยาย้อนกลับเหมือนกับในสถานการณ์จริง ๆ เนื่องจากในบางบทเรียนจะไม่สามารถทดลองให้นักเรียนให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนย้ายลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสง และการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ ปรากฏการณ์ทางเคมี หรือชีววิทยาที่ต้องใช้เวลา นาน ๆ หลายวันจึงจะปรากฏผล หรือแม้กระทั่งการดูการเปลี่ยนแปลงผลอย่างต่อเนื่องและย้อนผลดูกลับไปมาเพื่อตรวจสอบรายละเอียดบางอย่างซึ่งการเรียนแบบธรรมดาทำไม่ได้

การใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย เช่น การสอนเรื่องเลนส์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการแสดงเส้นแรงและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ เราสามารถสร้างจำลองเป็นรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น การจำลองแบบบางเรื่องสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการปฏิบัติการได้มาก และการจำลองแบบช่วยย่นระยะเวลาและลดอันตรายได้

โครงสร้างของบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 6 ส่วน ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)
2. เสนอสถานการณ์สู่จอภาพแสดงผล (Present Scenario)
3. ปฏิกิริยากระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนอง (Required Action)
4. ผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาตอบสนอง (Student Acts)
5. ระบบที่ปรับเปลี่ยนตามปฏิกิริยาที่แสดงออกของนักเรียน (System Updates)
6. จบบทเรียน (Closing Lesson)

จากโครงสร้างของบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ผู้วิจัยได้สร้างชุดการเรียนการสอนเพื่อใช้ประกอบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองในรูปแบบที่สอดคล้องกับโครงสร้างดังกล่าว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสร้างสถานการณ์จำลองใช้ได้ดีในการศึกษาเหตุการณ์ที่ต้องเสี่ยงอันตราย ค่าใช้จ่ายสูง มีเวลาน้อย หรือในการพิสูจน์สมมติฐาน ที่ซับซ้อน แต่บทเรียนแบบนี้ก็สร้างได้ยากมาก การจำลองสถานการณ์มี 3 ลักษณะ คือ

1. การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสถานการณ์บิน การขับรถ
2. การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modiling Simulation) เช่น การจำลองระบบจราจรวันเวย์ว่าจะมีปัญหาใด ก่อนลงมือทำบนถนนจริง
3. การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience Encounter) เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ลองทำงานบางอย่างหรือตัดสินใจบางเรื่อง การทำจริงๆนั้นยังไม่เกิดขึ้น แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่าประสบการณ์ของตนเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์นั้น

ทั้ง 3 รูปแบบของสถานการณ์จำลอง ผู้วิจัยเลือกการจำลองสภาพแบบประสบการณ์ ซึ่งใกล้เคียงกับลักษณะการทดลองที่ทำได้ในห้องเรียน

7.3.4 เกมการศึกษา (Instructional Games)

เป็นการสอนเนื้อหาวิชาในรูปแบบของเกม เช่น เกมต่อคำ เกมการคิดแก้ปัญหา และอื่น ๆ โดยมีกติกาของการแข่งขันและมีผลของการแพ้หรือชนะเมื่อจบเกมนั้นแล้ว นักเรียนจะได้รับความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อม ๆ กันด้วย เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอภาพกราฟิกที่มี สีสวยงาม และสามารถทำเสียงประกอบได้ จึงสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

โครงสร้างของบทเรียนแบบฝึกปฏิบัติประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 7 ส่วน ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)

2. เสนอบทเรียนสู่จอภาพแสดงผล (Present Scenario)
3. ปฏิกิริยากระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนอง (Required Action)
4. ผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาตอบสนอง (Student Acts)
5. ปฏิกิริยาของคู่แข่งขัน (Opponent Reacts)
6. ระบบที่ปรับเปลี่ยนตามปฏิกิริยาที่แสดงออกของนักเรียน (System Updates)
7. จบบทเรียน (Closing Lesson)

7.3.5 การทดสอบ (Testing)

เป็นการทดสอบนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนเนื้อหานั้น หรือฝึกปฏิบัติไปแล้วด้วยคอมพิวเตอร์โครงสร้างข้อสอบไว้ล่วงหน้าในแผ่นโปรแกรม เมื่อถึงเวลาสอบก็แจกแผ่นโปรแกรมที่บรรจุข้อสอบให้นักเรียนคนละแผ่น แล้วทำข้อสอบโดยป้อนคำตอบลงไปที่แป้นพิมพ์ เมื่อทำเสร็จในแต่ละข้อเครื่องจะตรวจและแจ้งผลให้ทราบทันที เมื่อทำครบทุกข้อแล้ว เครื่องจะประเมินผลของนักเรียนคนนั้นว่าผ่านหรือไม่ผ่านทันทีเช่นกัน

โครงสร้างของบทเรียนแบบทดสอบประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 6 ส่วน ดังนี้

1. บทนำ (Introduction)
2. การเลือกข้อสอบ (Select Item)
3. การถาม - การตอบ (Question and Response)
4. การตัดสินคำตอบ (Judging Response)
5. การแจ้งผลคำตอบ ถ้าเป็นแบบฝึกทำข้อสอบ (Feedback if Practice Test)
6. จบบทเรียน (Closing Lesson)

7.3.6 การสาธิต (Demonstration)

ส่วนใหญ่เป็นการแสดงขั้นตอนหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เช่น การโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะจักรวาล การเคลื่อนที่ของรังสีแคโทดในสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า การเคลื่อนตัวของคลื่นเสียง เป็นต้น ซึ่งการสาธิตด้วยคอมพิวเตอร์จะสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เพราะสามารถแสดงเส้นกราฟที่สวยงาม ตลอดทั้งสีและเสียงอีกด้วย การสาธิตดังกล่าวจึงทำให้น่าสนใจ เพราะมีสีสันสวยงาม เด็กอาจจะทดลองด้วยตนเองได้ แต่การสาธิตที่ดีไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเขียนโปรแกรมมากมาย แต่ควรจะเป็นการสาธิตที่ทำให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพก็เป็นการเพียงพอ

7.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมยุทธิ์ แก้วเกาะจาก (2539 : 8) ได้แจกแจงถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายประการ ดังนี้

7.4.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามเอกัตภาพ

7.4.2 มีการป้อนกลับ (Feed Back) ทันที มีสีสัน ภาพและเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย

7.4.3 ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงก่อน จึงผ่านบทเรียนนั้นไป

7.4.4 ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหา หรือบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียน

7.4.5 นักเรียนเรียนได้ดีกว่า และเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียน

7.4.6 สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ

7.4.7 ผู้เรียนได้เรียนแบบกระฉับกระเฉง (Active Learning)

7.4.8 ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาตลอดเวลา

7.4.9 ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเองได้

7.4.10 ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนก่อน

7.4.11 ยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน บ้าน หรือที่ทำงาน

7.4.12 ช่วยให้ผู้เรียนจดจำพฤติกรรมการเรียนได้นาน

7.4.13 เป็นการสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม

7.4.14 มีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ

7.4.15 ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายาก

7.4.16 ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

7.5 ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลอง

สถานการณ์จำลองในทางการศึกษามีประโยชน์ทางด้านการเรียนการสอนและด้านการทดสอบทักษะ ซึ่งนักการศึกษาได้สรุปเป็นประเด็นสำคัญไว้ดังนี้

7.5.1 สถานการณ์จำลองในด้านการเรียนการสอน

โรมิดซอว์สกี้ (Romidzowski.1974) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากสถานการณ์จำลองไว้ดังนี้

7.5.1.1 สามารถทำให้ผู้เรียน เกิดประสบการณ์ทางการศึกษาใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ภายในขอบเขตของงานที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้

7.5.1.2 สามารถทำให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ จากสถานการณ์จำลองไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตจริงได้

7.5.1.3 ทำให้การเรียนการฝึกที่ยุ่งยาก สลับซับซ้อนง่ายต่อการเข้าใจและสร้างประสบการณ์คล้ายประสบการณ์จริง

7.5.1.4 สามารถลดค่าใช้จ่ายในทางเศรษฐกิจได้ เช่นอุปกรณ์การฝึกจริงมีราคาแพงและชำรุดเสียหายได้ง่าย หรือสื่อของจริงต้องเดินทางไปศึกษาไกล ๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก เช่น การเรียนภูมิศาสตร์ แก้ได้โดยการเรียนในห้องจำลองเกี่ยวกับภูมิศาสตร์แทน

7.5.1.5 ให้ความปลอดภัยแก่ผู้เรียน ในกรณีที่งานจริงมีอันตรายหรืองานยุ่งยากซับซ้อน เช่นการฝึกหัดขับเครื่องบิน การซ้อมรบ เป็นต้น

7.5.1.6 ให้ผู้เรียนรู้ได้นอกเหนือจากการเรียนทางด้านเทคนิคอย่างเดียว เช่น สามารถเรียนรู้ทางเชาว์ปัญญา และทางด้านอารมณ์ได้อีก เป็นต้น

7.5.1.7 สามารถทำให้ผู้ฝึกสถานการณ์จำลองเกิดแรงจูงใจในการเรียนได้

7.5.1.8 สถานการณ์จำลองสามารถใช้ในหลักสูตรการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีภายใต้เงื่อนไขการสร้างอย่างมีสมมุติฐาน การแก้ปัญหาและการสังเกตการประเมินผลและแก้ไขข้อบกพร่องและการสร้างการจำลองให้ได้ผลตามต้องการ

7.5.2 สถานการณ์จำลองในด้านการทดสอบทักษะ

เนื่องจากการใช้อุปกรณ์จริงระหว่างการทดสอบทักษะประสบกับปัญหายุ่งยาก บางครั้งสามารถใช้สถานการณ์จำลองแทนสถานการณ์จริง โดยการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อใช้ในการทดสอบทักษะเฉพาะอย่าง ถึงแม้ว่าสถานการณ์จำลองจะไม่ทำให้เกิดงานได้เหมือนของจริง แต่ไม่เป็นปัญหาในการทดสอบทักษะ เนื่องจากสถานการณ์จำลองจะถูกสร้างอย่างรัดกุม โดยคำนึงถึงลักษณะการจำลองทักษะเป็นอย่างดี ซึ่งมีข้อคิดเห็นที่สำคัญดังนี้

7.5.2.1 สถานการณ์จำลองสามารถที่จะแยกการวัดการทดสอบเฉพาะส่วนย่อยของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานได้โดยตรง

7.5.2.2 สถานการณ์จำลองเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าสถานการณ์จริงและยังสามารถสร้างการณ์จำลองไว้เหมือน ๆกันหลายชุดเพื่อสะดวกในการทดสอบทักษะของผู้เรียนพร้อมกันได้หลาย ๆ คน ในแต่ละครั้งของการทดสอบทักษะ

7.5.2.3 สถานการณ์จำลองนอกจากลดปัญหาการยุ่งยากลงแล้วยังช่วยให้ผู้ทดสอบมีความปลอดภัยอย่างแน่นอน

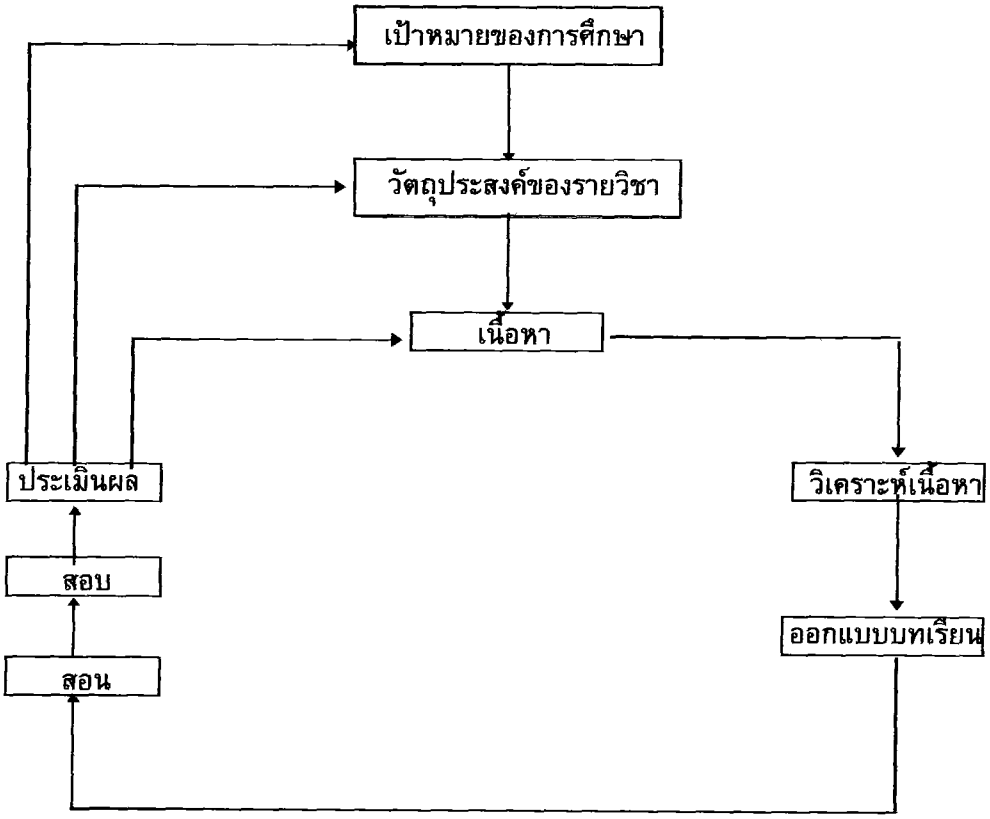
7.5.2.4 สถานการณ์จำลองบางอย่างอาจควบคุมได้โดยการต่อวงจรไฟฟ้าเพิ่มเติมและควบคุมการขับเคลื่อนด้วยสวิทช์ ซึ่งอุปกรณ์จริงไม่สามารถทำได้

บอยด์และชิมเบิร์ก (Boy and Shimberg. 1971) กล่าวถึงประโยชน์ของสถานการณ์จำลองไว้ว่าการจำลองสถานการณ์นั้น สามารถใช้ในการทดสอบในภาคปฏิบัติได้อย่างยอดเยี่ยม โดยเฉพาะสถานการณ์ที่อุปกรณ์จริงไม่สามารถจะกระทำได้เลย เช่นการจำลองสถานการณ์การฝึกหัดขับเครื่องบินหรือฝึกหัดนักบินอวกาศ ซึ่งสามารถจะใช้ฝึกและทดสอบเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับชีวิตและทรัพย์สินได้เป็นอย่างดี บางครั้งการจำลองสถานการณ์อาจใช้ใน

การเรียน หรือการทดสอบตามปกติได้ เช่นการตรวจสอบวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน การใช้เครื่องมือวัด ฯลฯ เป็นต้น ถึงแม้ว่าการจำลองสถานการณ์จะสร้างขึ้นเพื่อที่จะใช้เพียงบางส่วนของสถานการณ์จริงแต่สถานการณ์จำลองกลับมีข้อดีคือสามารถใช้งานง่าย รวดเร็ว ประหยัด และแทนของจริงบางอย่างที่ใช้ในการเรียนและการทดสอบไม่ได้

7.6 วิธีผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิธีการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือประกอบการสอน จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะทำ โดยกำหนดเป้าหมายของการศึกษาวัตถุประสงค์ของรายวิชา และขอบเขตของเนื้อหา ภายหลังจึงทำการวิเคราะห์เนื้อหาออกแบบบทเรียนโดยจัดให้มีระบบการสอน การสอบและการประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่วางไว้ ดังภาพประกอบ 4 (ทักษิณา สวนานนท์.2529:65-66)



ภาพประกอบ 5 วิธีการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI

7.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นับตั้งแต่คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาท และเป็นที่ยอมรับกันในวงการศึกษา ในรูปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักการศึกษา นักวิชาการ ตลอดจนนักเทคโนโลยีทางการศึกษาต่างให้ความสนใจต่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างกว้างขวางโดยมุ่งศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มเติมประสิทธิภาพ วิธีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ซึ่งงานวิจัยต่างๆมีทั้งงานวิจัยงานวิจัยในต่างประเทศและในประเทศ ได้แก่

7.7.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ฟริดแมน (Friedman. 1974 : 799-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ของภาษาเบสิคมาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่นิวยอร์ค บทเรียนนี้สร้างขึ้นโดยยึดตามวัตถุประสงค์ด้านเนื้อหา และตามวัตถุประสงค์ที่เป็นความต้องการของผู้เรียน ซึ่งเริ่มต้นเรียนสร้างขึ้นมา 5 หน่วย บทเรียนที่สร้างขึ้นนี้นำไปทดลองสอนกับนักเรียน พบว่าระยะแรก ๆ ผู้เรียนไม่ค่อยเข้าใจในบทเรียน แต่ในตอนท้าย นักเรียนมีความเข้าใจดีขึ้นมา นอกจากนี้บทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ยังช่วยประหยัดเวลาเรียนไปได้อีก 3-4 สัปดาห์ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคุณค่าของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน

เดนซ์ (Dence. 1980 : 50-54) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1967 - 1978 พบว่า วิชาที่เหมาะสมและใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ วิทยาศาสตร์ บทเรียนที่เป็นแบบฝึกทักษะปฏิบัติและบทเรียนแบบสาขาจะให้ผลที่ดีกว่าแบบอื่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการให้ข้อมูลย้อนกลับมากกว่าบทเรียนแบบโปรแกรมอื่น ๆ ทั้งยังให้ความเป็นเอกัตบุคคลได้มาก ผู้เรียนจะเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง และยังให้ผลดีเท่ากับการสอนแบบเดิม แต่จะให้ผลดียิ่งขึ้นถ้าใช้ร่วมกัน ทั้งยังประหยัดเวลาได้ถึงร้อยละ 40

แซมสัน (Samson. 1982 : 5079-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความมีประโยชน์และความเหมาะสมของแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ในการนำไปปรับปรุงทักษะที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางวิชาพันธุศาสตร์ โดยทำวิจัยด้วยการแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการวิจัยพบว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทั้งสองกลุ่ม แบบจำลองมีประสิทธิภาพเท่ากับการทดลองด้วยสิ่งมีชีวิต และประสิทธิภาพของการใช้แบบจำลองไม่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการทดลองด้วยสิ่งมีชีวิต แต่แบบจำลองสามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากในกรณีไม่สามารถมีการทดลองปฏิบัติการด้วยสิ่งมีชีวิต

แฟรงค์ (Franke. 1988 : 3066-A) ได้ประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 การศึกษาครั้งแรกพบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้คะแนนเฉลี่ยในการทดสอบสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเล็กน้อย ส่วนการศึกษาครั้งที่สองพบว่า กลุ่มทดลองไม่ได้พัฒนาไปมากกว่ากลุ่มควบคุม ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ความตั้งใจของนักเรียนที่จะใช้คอมพิวเตอร์ สภาพแวด

ล้อมรอบ ๆ ตัวและวิธีการนำเสนอของบทเรียน เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถจะส่งผลต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เคททิงเจอร์ (Kettinger. 1991) ได้ทำการศึกษาถึงความเหมาะสมในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในห้องเรียน ซึ่งพบว่าสามารถนำไปใช้ได้หลายกรณี เช่นใช้ในการนำเสนอข้อมูล ใช้ในการประกอบกับบทปฏิบัติการ ใช้กับการจำลองสถานการณ์ในวิชา เคมี ฟิสิกส์ และผลพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น มีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

เลียรี่ (Leary. 1995) ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลองทางการทดลองและเกมในการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสันดาปและการเผาไหม้ ผลปรากฏว่าผู้เรียนสามารถเห็นภาพจำลองเหตุการณ์เหมือนของจริงในภาวะต่าง ๆ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย เรียนรู้ได้เร็วและปลอดภัยต่อการเรียนปฏิบัติการที่ไม่ต้องจุดไฟจริง ๆหรือทำให้เกิดการสันดาปจริง

ยัลซินัลฟ์ (Yalcinalp. 1995) ได้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมี เรื่องโมล ซึ่งเป็นเรื่องที่มักเข้าใจคลาดเคลื่อนเสมอในหมู่นักเรียน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความเข้าในเรื่องโมลดีขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่ากลุ่มที่เรียนแบบการสอนปกติ รวมทั้งใช้เวลาในการเรียนน้อยลง

สรุปงานวิจัยข้างต้น พบว่า วิชาที่เหมาะสมและสามารถนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยสอน คือ วิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นการที่นักเรียนสามารถเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการเรียนแบบปกติ ประหยัดเวลามากขึ้นและมีแนวโน้มที่จะเรียนเข้าใจได้มากกว่าการเรียนแบบปกติ รวมถึงความปลอดภัยต่อการเรียนรู้ที่ต้องปฏิบัติการทดลองที่อาจเสี่ยงต่ออันตราย

7.7.2 งานวิจัยในประเทศ

7.7.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของบทเรียน (Content)

กรุณา สืบอุดม (2536:บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนในการจำวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติสามแบบ โดยเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน ผลที่ได้ปรากฏว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติแบบเรื่องย่อ แบบโครงเรื่องและแบบคำถามเชิงอัตนัย มีผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่ใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติ และสิ่งช่วยจัดมโนมติทั้ง 3 แบบมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติแบบเรื่องย่อและแบบคำถามเชิงอัตนัย มีผลการเรียนและความคงทนในการจำสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่ใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติ ส่วนแบบโครงเรื่องผลไม่แตกต่างกับการไม่ใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติ และยังพบต่อไปอีกว่าการจัดมโนมติแบบเรื่อง

ย่อและแบบคำถามเชิงอัตนัยนั้น มีผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำสูงกว่าการจัดมโนมติแบบโครงเรื่อง

เกียรติ จิระมานะพันธ์ (2536 : บทคัดย่อ) ได้จำลองแบบทางคอมพิวเตอร์ของเครื่องจักรไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยการสร้างโปรแกรมที่ใช้งานบนไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองเครื่องจักรไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟสสมมาตร โดยการนำเอาสมการอนุพันธ์ที่ใช้การแปลงไปอยู่บนกรอบอ้างอิงแบบอิสระ ซึ่งอธิบายพฤติกรรมทางพลวัตรของสภาวะการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องจักรไฟฟ้า เพื่อนำมาช่วยในการวิเคราะห์ ข้อดีของวิธีการนี้คือ การทำงานของโปรแกรมทำได้รวดเร็วกว่า และมีความแม่นยำที่ใกล้เคียงกับวิธี Runge-Kutta โปรแกรมนี้เขียนด้วยภาษาปาสคาล และใช้งานกับคอมพิวเตอร์ที่มี CPU แบบ 80486

พิศนุ ตันติถาวร (2536 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองผลตอบสนองเชิงเวลา โดยเป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับให้ผู้ที่เริ่มเรียนวิชาวิศวกรรมควบคุม และผู้ที่ออกแบบระบบควบคุม หาผลตอบสนองเชิงเวลา โปรแกรมที่ถูกพัฒนานี้เรียกว่าโปรแกรม CSSP การใช้โปรแกรมนี้ในแบบต่าง ๆ ได้แสดงให้เห็นถึงความคล่องตัวและความแม่นยำ ข้อดีของโปรแกรม CSSP (Computer Sensor Simulated Program) คือใช้งานง่ายสำหรับผู้ที่เริ่มเรียน และใช้เวลาในการเตรียมข้อมูลที่น้อยกว่ามีคำอธิบายในการกำหนดตัวแปรของอุปกรณ์

จิรวัฒน์ ใจอ่อนน้อม (2539 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยการสร้างและทดลองหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรดิจิตอลโดยทำการทดลองหาประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าเกณฑ์ผ่านของหลักสูตร และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าเกณฑ์กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ปราโมทย์ วีรานุกูล (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะวิชาชีพการเชื่อมไฟฟ้าระหว่างการฝึกทักษะแบบปกติกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในวิชาปฏิบัติการฝึกฝีมือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างยนต์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนนทบุรี ปีการศึกษา 2539 จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุมฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้าแบบปกติกับกลุ่มทดลองฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีคะแนนสูงกว่าการฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้าแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7.7.2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการเสริมแรง (Reinforcement)

ธวัช หมอยาดี (2532:บทคัดย่อ) ศึกษาถึงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มี และไม่มี เสียงประกอบ โดยใช้เนื้อหาวิชาภาษาอังกฤษ เรื่องคำนำหน้านาม กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน พบว่า เมื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการ

เรียน 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์ ปรากฏว่าความคงทนในการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเสียงประกอบ มีความคงทนในการเรียน สูงกว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีเสียงสัญญานประกอบ

สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีการเสริมแรงจะช่วยส่งผลให้นักเรียนมีความจำต่อบทเรียนนั้นได้นานซึ่งวัดในความหมายของความคงทนในการเรียน

7.7.2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับข้อมูลป้อนกลับ (Feedback)

นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์ (2536:บทคัดย่อ) ทำการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่อธิบายคำตอบ

วาทิต มีสนุ่น (2533:บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 แบบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ผลปรากฏว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้คำชี้แนะ สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ

สุรสีห์ มณีวรรณ (2535:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่เป็นรูปการ์ตูน ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวช่วยสอน ที่มีรูปแบบการให้ผลป้อนกลับต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบผลป้อนกลับที่เป็นการ์ตูนทางบวก ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบป้อนกลับที่เป็น แบบการ์ตูนทางลบ

7.7.2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับตัวอักษร (Letter)

นิรันดร์ สาโรวาท (2532:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาถึง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตัวอักษรในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับความถนัดทางภาษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจในการอ่าน ภาษาอังกฤษและเวลาที่ใช้ในการอ่าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่างในการทดลองจำนวน 80 คน ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ตัวอักษรขนาด 80 ตัวอักษรต่อบรรทัด จะใช้เวลาในการอ่านน้อยกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้ตัวอักษรขนาด 40 ตัวอักษรต่อบรรทัด

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีหลายรูปแบบ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบของคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน ซึ่งไม่ได้เป็นรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรง แต่ได้คำนึงถึงคุณสมบัติที่มีความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งภาพเคลื่อนไหว การเร้าความสนใจ การให้คำตอบในทันที อันเป็นลักษณะเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาประกอบในการทำงานวิจัยชิ้นนี้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากร การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง และกำหนดแบบแผนการวิจัย
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนกระทุ่มแบน"วิเศษสมุทคุณ" อำเภอ กระทุ่มแบน จังหวัด สมุทรสาคร ที่เรียนแผนการเรียนสายวิทยาศาสตร์ -คณิตศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ว.021 เรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่ จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 94 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยสุ่มเป็นห้องเรียนแล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 47 คน โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบปกติ

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้อยู่ในรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง ในรูปแบบการทดลองตามแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design)

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T_1	X	T_2
RC	T_1	~X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างประชากร

C	แทน	กลุ่มควบคุม
E	แทน	กลุ่มทดลอง
T_1	แทน	การสอบก่อนการทดลอง
T_2	แทน	การสอบหลังการทดลอง
X	แทน	การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลอง
~x	แทน	การสอนตามปกติ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.1 ขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลอง ใช้โปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์เป็นโครงสร้างหลักของการสร้างบทเรียน

1.2 ขั้นตอนการสร้างแผนการสอน

1.3 ขั้นตอนการสร้างใบความรู้

1.4 ขั้นตอนการสร้างใบงาน

1.5 หาคุณภาพของเครื่องมือทั้ง1.1-1.4

รายละเอียดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้แสดงไว้ในคู่มือครู และคู่มือนักเรียน ภาคผนวก ง

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1 ชุด จำนวน 40 ข้อ และวิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบ รายละเอียดแบบทดสอบถูกแสดงไว้ที่ภาคผนวก ข

1.1 ขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลอง

การสร้างคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลอง มีขั้นตอนดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรและเลือกเนื้อหาที่จะสร้างบทเรียน

1.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและแยกเป็นหน่วยย่อย

1.1.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนย่อย

1.1.4 ออกแบบบทเรียนโดยแทรกวิธีการการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตลอดบทเรียน

1.1.5 เขียนบท(Script) บทเรียนตามที่ออกแบบภายใต้รูปแบบของโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ ดังรายละเอียดหน้า 24

1.1.6 เขียนบทเรียนโดยอาศัยโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองดังตาราง 2

ตาราง 3 รายละเอียดกิจกรรมในขั้นตอนต่างๆของการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับขั้นตอนโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสถานการณ์จำลองทั่วไป

โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสถานการณ์จำลองทั่วไป	การใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น
1. การนำเข้าสู่บทเรียน	1. ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาใบความรู้
2. เสนอสถานการณ์จำลองสู่จอภาพแสดงผล	2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองจากการเปิดแฟ้มข้อมูล
3. ปฏิกิริยากระตุ้นให้นักเรียนตอบสนอง	3. นักเรียนเผชิญกับคำถามในใบงาน
4. ผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาตอบสนอง	4. นักเรียนตอบคำถามโดยการเขียนคำตอบลงในใบงาน
5. ระบบที่ปรับเปลี่ยนตามปฏิกิริยาที่แสดงออกของนักเรียน	5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบและสรุปเป็นความรู้ใหม่
6. จบบทเรียน	6. จบบทเรียน

1.2 ขั้นตอนการสร้างแผนการสอน

1.2.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา ของวิชาฟิสิกส์ ในระดับมัธยมปลาย

1.2.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาเพื่อทำชุดการสอนจากคู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว.021 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

1.2.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนและความคิดรวบยอด

1.2.4 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหา

1.2.5 สร้างแผนการสอนจำนวน 16 คาบ โดยแผนการสอนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน ได้ทำการดัดแปลงจากรูปแบบแผนการสอนของ ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. สุนีย์ เหมะประสิทธิ์จากเอกสารประกอบการฝึกอบรมครูการเสริมสร้างศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2540 : 5-7) ประกอบด้วย

1.2.5.1 สาระสำคัญ : ข้อความเกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนมติและหลักการที่ต้องทราบ

1.2.5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : พฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการแสวงหาความรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เช่น การสังเกต การจำแนกประเภท การลงความคิดเห็นข้อมูล เป็นต้น

1.2.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ : ข้อความที่เป็นวัตถุประสงค์ของการสอนที่มุ่งหวังให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้

1.2.5.4 สื่อการเรียนการสอน : สื่อที่ครูหรือนักเรียนเป็นผู้ใช้ ประกอบด้วยใบงาน หนังสือ ใบความรู้ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

1.2.5.5 กิจกรรมการเรียนการสอน: ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นทำความเข้าใจ และขั้นปฏิบัติกิจกรรม โดยสอดแทรกวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตลอดกิจกรรมการเรียนการสอนลงในใบงาน

1.2.5.6 การวัดและประเมินผล : วัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามจากใบงาน การสังเกต เพื่อวัดและประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้

1.2.5.7 ข้อเสนอแนะ : เป็นส่วนที่ให้คำแนะนำแก่ผู้สอนในการจัดเตรียมสื่อ และกิจกรรมที่อาจจำเป็นต้องเตรียมหรือทำการศึกษาล่วงหน้าก่อนทำการสอนจริง

1.2.5.8 ทำแผนการสอนสำหรับวิธีสอนตามปกติโดยยึดตามแบบคู่มือครูของ สสวท. วิชาฟิสิกส์ ว.021 บทที่ 7 เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสอนเช่นเดียวกับแผนการสอนตามบทเรียน คอมพิวเตอร์ประกอบการชุดการเรียนการสอน จะแตกต่างกันเฉพาะรายละเอียดในการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งรายละเอียดของแผนการสอนทั้งการใช้คอมพิวเตอร์และการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยได้จัดใส่ไว้ในคู่มือครู ภาคผนวก ง

1.3 ขั้นตอนในการสร้างใบความรู้

1.3.1 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาจากคู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว.021 เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่

1.3.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนและความคิดรวบยอด

1.3.3 เขียนรายละเอียดในใบความรู้ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาของแต่ละบทเรียนย่อย ดังแสดงไว้ในคู่มือนักเรียน ภาคผนวก ง

1.4 ขั้นตอนในการสร้างใบงาน

1.4.1 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาจากคู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว.021 เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่

1.4.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนและสาระสำคัญ

1.3.1 รายละเอียดในใบงานประกอบด้วย คำสั่งตามขั้นตอนในการใช้คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรมควบคู่ไปกับใบงาน คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องสำคัญที่แทรกอยู่บางจุดในใบงาน และคำถามเพื่อให้นักเรียนเติมคำตอบลงในใบงาน ดังแสดงไว้ในคู่มือนักเรียน ภาคผนวก ง

1.5 วิธีการหาคุณภาพของคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน

การหาคุณภาพของบทเรียนจะประเมินหาคุณภาพทุกองค์ประกอบของบทเรียนตั้งแต่ 1.1-1.4 ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาฟิสิกส์จำนวน 3 ท่านทำการประเมินระดับความคิดเห็น ต่อการตรวจพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ขั้นตอนการสอน และการจัดกิจกรรม ได้แก่ ศาตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ยกส้าน ผู้ช่วยศาตราจารย์ นิรมล ปีตะนิละผลิน อาจารย์ แสงชัย นิยมศักดิ์ รายละเอียดเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ แสดงไว้ในภาคผนวก ก

2. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

2.1 ด้านคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองบนหน้าจอ ให้ปรับขนาดของภาพที่อยู่บนหน้าจอให้ครบถ้วนไม่ให้ตกลงตามการอ้างอิงถึงในใบงาน เช่น บทเรียนบทที่ 6 เรื่อง น้ำหนักในใบงานสั่งให้ทำการวัดเวลาของการตกของวัตถุจากหน้าจอ แต่จากหน้าจอกลับไม่ปรากฏตารางเวลาให้วัด

2.2 แผนการสอน ให้ทำการปรับแก้ปริมาณทักษะที่จะทำการวัด โดยกลุ่มควบคุมมีทักษะใด กลุ่มทดลองควรมีทักษะดังกล่าวด้วย ยกเว้นบางทักษะเช่น ทักษะการทดลองที่สถานการณ์จำลองไม่สามารถพัฒนาทักษะในด้านนี้ เนื่องจากไม่ได้เป็นการทดลองจริง

2.3 ใบความรู้ ปรับแก้ตัวอักษรและรูปภาพให้คมชัดและปรับภาษาให้ง่ายต่อนักเรียนในด้านความเข้าใจและชวนติดตาม

3. นำไปทดลองหาคุณภาพของชุดการเรียนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และยังไม่เคยเรียนเรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่มาก่อน จำนวน 3 คน โดยคัดเลือกเด็กเก่ง ปานกลาง และเด็กอ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆและตรวจสอบความเป็นไปได้ต่อการใช้

4. นำไปใช้จริงกับนักเรียนในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหลักการเขียนข้อสอบ

2.2 สร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 7 ทักษะ ดังแสดงในตาราง 4 และแบ่งประเภททักษะออกเป็นขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ดังแสดงในตาราง 5 ทั้งหมด 23 ข้อ ภายหลังจากผ่านการหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยการหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายแล้ว

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือกรวม 40 ข้อ ใช้สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดเดียวกัน

2.4 หาคุณภาพของแบบทดสอบโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับระดับพฤติกรรม IOC (index of congruence) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน คือ ศาตราจารย์ ดร. สุทัศน์ ยกส้าน อาจารย์ สิริ สิรินิลกุล อาจารย์ แสงชัย นิยมศักดิ์ เพื่อทำการตรวจพิจารณาถึงความถูกต้องตามเนื้อหาและความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาฟิสิกส์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะทำการวัด

ตาราง 4 วิเคราะห์พฤติกรรมเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ แต่ละข้อของแบบทดสอบในภาคผนวก ข ที่สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์แต่ละประเภท จำนวนทั้งสิ้น 23 ข้อ

เนื้อหา	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์						
	การสังเกต	การจำแนกประเภท	การคำนวณ	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	การพยากรณ์	การตีความ - หมายข้อมูลและลงข้อสรุป
1. แรง		6	7				
2. กฎการเคลื่อนที่ - ข้อที่ 1 ของนิวตัน		3			2		
3. มวล	10						19
4. กฎการเคลื่อนที่ - ข้อที่ 2 ของนิวตัน		1,18		14,16		12,13	5,8,17,20,22
5. กฎแรงดึงดูด - ระหว่างมวล							15
6. น้ำหนัก		4					11
7. กฎการเคลื่อนที่ - ข้อที่ 3 ของนิวตัน		9	21				23

หมายเหตุ: ตัวเลขที่แยกกระจายอยู่ภายในตารางคือข้อทดสอบแต่ละข้อ ที่สอดคล้องกันระหว่างเนื้อหาในบทเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท เช่น หมายเลข 9 หมายถึงข้อทดสอบข้อที่ 9 เป็นข้อที่วัดทักษะการจำแนกประเภท และ อยู่ในเนื้อหาเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน เป็นต้น

ตาราง 5 แบ่งแบบทดสอบทักษะออกเป็นประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ

ทักษะขั้นพื้นฐาน	ข้อ	รวม(ข้อ)
การสังเกต	10	1
การจำแนกประเภท	3,4,6	3
การคำนวณ	1,7,18,23	4
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	14,16	2
การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	2,9	2
การพยากรณ์	12,13	2
ทักษะขั้นบูรณาการ	**ข้อ**	**รวม(ข้อ)**
การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	5,8,11,15,17,19,20,21,22	9

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาฟิสิกส์จำนวน 4 ท่าน ตรวจพิจารณา ได้แก่ ศาตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ยกส้าน ผู้ช่วยศาตราจารย์ นิรมล ปีตะนิละผลิน อาจารย์ สิริ สิรินิลกุล อาจารย์ แสงชัย นิยมศักดิ์ เพื่อพิจารณาลักษณะการใช้คำถาม ความถูกต้องของเนื้อหาและประเภทของทักษะที่จะวัดเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนย่อยดังนี้

1.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับระดับพฤติกรรม IOC ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

1.1.1 ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

1.1.2 ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่

1.1.3 ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

1.2 คำนวณหาค่า IOC เป็นรายข้อ พิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาไว้ โดยนำค่า IOC แต่ละข้อมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดค่าเป็น 0.5 ดังนี้

1.2.1 ถ้าค่า IOC ที่คำนวณได้ เท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นสามารถวัดระดับพฤติกรรมนั้นจริง จึงทำการคัดเลือกข้อสอบนั้นไว้

1.2.2 ถ้าค่า IOC ที่คำนวณได้ น้อยกว่า 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นไม่สามารถวัดระดับพฤติกรรมนั้นจริง จึงตัดทิ้งไปหรือทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้ถูกต้องตามเนื้อหาวิชาฟิสิกส์และให้สอดคล้องกันระหว่างเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

2. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 76 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่มาแล้ว ข้อที่นักเรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดได้ 0 คะแนน

3. นำคะแนนจากการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาหาค่า ความยากง่าย p (difficulty index) และค่าอำนาจจำแนก r (reliability index) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อย่างง่าย

4. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้จำนวน 23 ข้อ จากทั้งหมด 40 ข้อ ดังแสดงในตาราง 5

5. นำข้อสอบทั้งหมดที่คัดไว้จากข้อ 4 นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 76 คน กลุ่มใหม่ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.592

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	.51	.20	13	.34	.20
2	.75	.50	14	.59	.45
3	.68	.40	15	.53	.30
4	.35	.35	16	.57	.30
5	.36	.35	17	.40	.50
6	.26	.25	18	.64	.50
7	.28	.30	19	.44	.40
8	.30	.20	20	.34	.25
9	.23	.25	21	.28	.30
10	.52	.60	22	.57	.55

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
11	.30	.40	23	.47	.30
12	.68	.45			

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.592

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลองไว้ดังนี้

1.ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย

2.ดำเนินการติดต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.สุ่มนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบชุดการเรียนการสอนและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ

4.ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน

5.ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยทำการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ใช้ระยะเวลากลุ่มละ16 คาบ คาบละ 50 นาที ทำการสอนในระยะ 4สัปดาห์ๆ 4 คาบ ด้วยวิธีการสอนที่ต่างกันดังนี้

5.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน

5.2 กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ

6.เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยข้อสอบชุดเดิม

7.นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐานต่อไป

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1.เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test independent sample ในรูปของ Difference Score

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test independent sample ในรูปของ Difference Score

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยการใช้ t-test dependent sample

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมโดยการใช้ t-test dependent sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยคำนวณจากสูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าคะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความยากง่าย (difficulty index : p) และ ค่าอำนาจจำแนก (discriminant index : r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ ทำการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6-32) การคำนวณต่างๆใช้สูตรดังนี้

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบแต่ละข้อโดยคำนวณจากสูตร

$$r = \frac{R_H - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ทำถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ทำถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนรวมกัน

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) (Cronbach. 1951)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{s_t^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในแต่ละข้อ เท่ากับ $1-p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

ตรวจสอบสมมุติฐานข้อที่ 1 และ 2 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบที (t- test Independent sample ในรูป Difference Score) (Scott. 1962:262)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} \quad ; df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง $S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\left\{\frac{S_{D_1}^2}{n_1} + \frac{S_{D_2}^2}{n_2}\right\}}$

$$S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าคะแนนที่แจกแจงแบบที

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลัง

การทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม

$S_{MD_1 - MD_2}$ แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานรวมของคะแนนผลต่างระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

S_D^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนผลต่างระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนกับหลังเรียน และเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังเรียน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent Sample

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{dx}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนและคะแนนก่อนเรียน
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน
t	แทน	ค่าคะแนนที่แจกแจงแบบที
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นที่สามารถยอมรับได้ทางสถิติ
*	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์และการแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยเสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง "แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่"โดยผู้วิจัยได้นำความต่างของคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงในภาคผนวก ค และนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score ดังแสดงในตาราง 7- 8

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง "แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่" ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงในภาคผนวก ค และนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 7 เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของกลุ่มที่สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน(กลุ่มทดลอง)กับการสอนตามปกติ(กลุ่มควบคุม)

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{dx}$	s	t	p
กลุ่มทดลอง	47	3.5745	2.375		
				.08	.934
กลุ่มควบคุม	47	3.5319	2.595		

จากตาราง 7 จะเห็นว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ในส่วนของการคิดแยกเฉพาะทักษะขั้นพื้นฐาน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตาราง 8 เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{dx}$	s	t	p
กลุ่มทดลอง	47	1.3404	1.619		
				2.48*	.015
กลุ่มควบคุม	47	.4681	1.792		

จากตาราง 8 จะเห็นว่า ผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ในส่วนของการคิดแยกเฉพาะทักษะขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตาราง 9 เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{dx}$	s	t	p
กลุ่มทดลอง	47	4.9149	3.035		
				1.36	.176
กลุ่มควบคุม	47	4.0000	3.452		

จากตาราง 9 จะเห็นว่า ผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เมื่อคิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมของทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วย ความมุ่งหมายของการวิจัย สมมุติฐาน และวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า มีรายละเอียดดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ

สมมุติฐานการวิจัย

1.ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน

2.ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1.กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนกระทุ่มแบน"วิเศษสมุทคุณ" อำเภอ กระทุ่มแบน จังหวัด สมุทรสาคร ที่เรียนแผนการเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 94 คน ทำการสุ่มห้องเรียนอย่างง่ายแบ่งเป็นกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 47 คน โดยทำการทดสอบก่อนเรียนทั้ง 2 กลุ่ม และหลังจากเสร็จสิ้นการสอนทั้ง 2 กลุ่ม ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหลังเรียน โดยที่กลุ่มทดลองเรียนด้วยคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน ส่วนกลุ่มควบคุมจัดการเรียนการสอนแบบปกติโดยใช้หนังสือแบบเรียน สสวท.

2.เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

2.1 บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งประกอบด้วยบทเรียน 7 หน่วย แยกออกเป็น

2.1.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน(เฉพาะกลุ่มทดลอง) ตัวโปรแกรมทำงานบนระบบวินโดว์ 95 ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่รุ่น 486 ขึ้นไป ใช้จอสี ช่องขับแผ่นแม่เหล็กบันทึกข้อมูล (ดิสก์ไดรฟ์) ขนาด 3.5" พร้อมเม้าส์และตัวโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ 1 แผ่น

2.1.2 ใบความรู้ (เฉพาะกลุ่มทดลอง) ประกอบด้วยเนื้อหาบทเรียนของแต่ละหน่วยย่อยครบ 7 หน่วย

2.1.3 ใบงาน (เฉพาะกลุ่มทดลอง) ประกอบด้วย

2.1.3.1 คำสั่งในการใช้คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรม

2.1.3.2 สาระสำคัญ

2.1.3.3 คำถามประกอบกิจกรรม

2.1.4 หนังสือแบบเรียน สสวท. ว.021 บทที่ 7 เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่

2.1.5 แผนการสอนจำนวน 16 คาบ (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) โดยแผนการสอนทั้งโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนและแผนการสอนตามปกติ ประกอบด้วย

2.1.5.1 สาระสำคัญ

2.1.5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1.5.4 กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1.5.5 การวัดและประเมินผล

2.1.5.6 ข้อเสนอแนะ

2.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตรแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 23 ข้อ ใช้ทดสอบก่อนและหลังเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

เมื่อทำการทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียนแล้ว ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งแบบรวมและแบบแยกระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะด้านทักษะขั้นพื้นฐาน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านทักษะขั้นบูรณาการ หมายความว่า ผลของการสอนทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันเฉพาะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แต่ให้ผลแตกต่างกันด้านทักษะขั้นบูรณาการ

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่าการสอนทั้ง 2 วิธีให้ผลไม่แตกต่างกันเมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวม

อภิปรายผล

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยตรง ผู้วิจัยจึงทำการอ้างอิงจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงไม่ว่าจะเป็นด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือที่เกี่ยวข้องระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับสื่อการสอนต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมาอภิปรายเพื่อสนับสนุนผลวิจัยของผู้วิจัยเป็นข้อๆตามสมมุติฐานดังนี้

1. จากผลการวิจัย ในการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง “แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่” ถ้าพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ให้ผลไม่แตกต่างกันเฉพาะทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียน(Pre-test)ของกลุ่มควบคุมนั้นมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มทดลองอยู่ก่อนจึงเสมือนมีทุนเดิมในความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการขาดทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ของนักเรียนจำนวนประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มทดลองอาจส่งผลให้นักเรียนพะวงกับการหาคำตอบเพื่อตอบคำถามลงในใบงานจึงมีผลกระทบต่อการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับหนึ่ง ประกอบกับบางเวลาที่กลุ่มทดลองต้องปฏิบัติกิจกรรมในการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองในช่วงเวลาที่เช้ากว่าปกติก่อนเข้าเรียนในคาบเรียนแรกจึงอาจส่งผลให้กลุ่มทดลองเหนื่อยล้าไปบ้าง นอกจากนี้อาจเกิดจากความไม่มั่นใจต่อการตอบคำถามลงในใบงาน จึงมีกลุ่มทดลองบางกลุ่มพยายามแอบดูคำตอบในใบงานของเพื่อนกลุ่มอื่น และเกิดความกลัวที่จะได้รับคะแนนน้อยเมื่อคำตอบไม่เหมือนของเพื่อนกลุ่มอื่น

จึงพยายามแก้ไขให้เหมือนโดยไม่คำนึงว่าแท้จริงคำตอบของเพื่อนก็อาจผิดพลาดได้ จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ดังนั้นเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเก็บข้อมูลและทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียน (Posttest) จึงทำให้ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของอุทัย บุญมาดี (2529:60) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. โดยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากรายงานวิจัยต่างประเทศจากการวิจัยของ แซมสัน(Samson.1982:5079-A) ที่ศึกษาถึงประโยชน์และความเหมาะสมของแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปปรับปรุงทักษะทางวิชาพันธุศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่แบบจำลองมีประสิทธิภาพเท่ากับสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ แฟรงค์(Franke.1988:3066-A) ที่ทำการศึกษาประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 พบว่ากลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนเฉลี่ยในการทดสอบสูงกว่ากลุ่มควบคุมเพียงเล็กน้อย

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของกลุ่มทดลองจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่กลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์จากการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานใกล้เคียงกันกับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตาราง 7 ทั้งๆที่ผลคะแนนก่อนเรียนในการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์ของกลุ่มทดลองมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า อย่างน้อยที่สุดการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน สามารถเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งต่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติได้

สำหรับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผลจากการวิจัยปรากฏว่าพบความแตกต่างที่ระดับ .05 ดังแสดงในตาราง 8 ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีการสอนตามปกติ ซึ่งผลการวิจัยนี้เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ในส่วนของทักษะขั้นบูรณาการ อาจเป็นเพราะการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนสามารถทำการควบคุมภาพจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ของปริมาณทางฟิสิกส์ เช่น การเปลี่ยนขนาดของแรงและมวลของวัตถุ สามารถมองดูผลการเปลี่ยนแปลงที่กำนดไว้ก่อนหน้านี้ โดยแสดงผลย้อนกลับซ้ำได้ทั้งต่อเนื่องหรือทีละช่วงๆหลายๆครั้งทำให้ติดตามการเปลี่ยนแปลงและเห็นผลของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณทางฟิสิกส์ได้อย่างชัดเจน ดังเช่นในหน่วยบทเรียนที่ 1,3 และ 6 นอกจากนี้การแสดงรายละเอียดทางด้านขนาดและทิศทางของแรงขณะที่วัตถุแต่ละฝ่ายมาสัมผัสกันในบทเรียนที่ 7 หรือ การที่วัตถุต่างๆตกอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกในบทเรียนที่ 6 หรือการสังเกตดูการเปลี่ยนแปลงปริมาณบางตัว เช่น มวล โดยโยงไปสู่ความสัมพันธ์กับความเร่งเมื่อให้ขนาดของแรงคงที่ ในบทเรียนที่ 4 และผลแสดงจากกราฟในสภาพที่วัตถุเคลื่อนตัวโดยไร้แรงจากภายนอกมากระทำ ในบทเรียนที่ 2 หรือ วัตถุตกอย่างอิสระในบทเรียนที่ 6 ตัวอย่างที่หยิบยกมาอ้าง

อิงนี้ ชี้ให้เห็นว่าคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนสามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้และเข้าใจในบทเรียน สอดคล้องกับคำกล่าวของ โรมิสซอว์สกี้(Romidzowski. 1974) ที่กล่าวถึงประโยชน์ทางด้านการนำคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองมาใช้ในด้านการเรียนการสอน ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดภายในขอบเขตของงานที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้และสามารถใช้ในหลักสูตรการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีภายใต้เงื่อนไขการสร้างอย่างมีสมมุติฐาน การสังเกตประเมินผลและการแก้ปัญหา นอกจากนี้จากคำกล่าวของ บอยด์และชิมเบิร์ก(Boy and Shimberg. 1971) ได้กล่าวถึงประโยชน์ในการนำเอาสถานการณ์จำลองมาใช้ในห้องเรียนหรือนำมาใช้กับการทดสอบปกติ ซึ่งสามารถแทนของจริงบางอย่างที่ใช้ในการเรียนและการทดสอบไม่ได้ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนสามารถงส่งผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทางด้านการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลของงานวิจัยนี้มีผลสอดคล้องกับงานวิจัยทางการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะวิชาชีพการเชื่อมไฟฟ้าของ ปราโมทย์ วีรานุกูล(2539:บทคัดย่อ) ซึ่งเป็นการฝึกทักษะแบบปกติกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในวิชาปฏิบัติการฝึกฝีมือ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้คอมพิวเตอร์สถานการณจำลองมีคะแนนสูงกว่าการฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้าแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. จากผลการวิจัยเพื่อตอบสมมติฐานข้อที่ 2 ที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมทั้งทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการ ปรากฏว่าในการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ ให้ผลไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05 ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากการพิจารณาในตาราง 8 ค่า p จากตารางเท่ากับ .015 ตัวเลขนี้เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ในส่วนของทักษะขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 7 ตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ในส่วนของทักษะขั้นพื้นฐาน ค่า p เท่ากับ .934 ซึ่งมีค่าสูงกว่า .05 ไปค่อนข้างมาก ดังนั้นเมื่อนำผลของทักษะทั้ง 2 ส่วนมาคิดค่ารวมกันทั้งทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการแล้ว จึงส่งผลให้ภาพรวมของการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองกับการสอนตามปกติไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05 ดังแสดงในตาราง 9 นั่นแสดงว่า วิธีการสอนทั้ง 2 วิธีนี้เมื่อมองรวมๆจะพบว่าทั้งการเรียนโดยใช้กับไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ให้ผลไม่แตกต่างกันคือไม่ว่าสอนโดยวิธีใดจะให้ผลเหมือนกัน แต่ถ้ามองในลักษณะแยกผลของการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแล้ว การใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมให้เกิดผลดีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในส่วนของการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้

ข้อเสนอแนะ

1. ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ สามารถใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนเป็นสื่อทบทวนเพื่อเสริมความเข้าใจต่อการทดลองปกติในชั้นเรียน เพื่อให้ได้รายละเอียดบางอย่างที่การทดลองปกติทำได้ค่อนข้างยากและความจำกัดของเวลาในการทดลอง เช่น บทเรียนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ในส่วนของการหาความสัมพันธ์ระหว่าง มวลและความเร่งของการเคลื่อนที่เมื่อกำหนดให้แรงคงที่เป็นการทดลองที่ยาก เพราะการทดลองแต่ละครั้งเมื่อเพิ่มมวลของรถทดลองโดยใช้แท่งเหล็ก ทุกครั้งที่เปลี่ยนมวลของรถทดลองนักเรียนจะต้องจัดรางไม้เพื่อรถทดลองสามารถวิ่งบนรางไม้ด้วยความเร็วคงที่ แต่การทดลองในลักษณะดังกล่าวมีโอกาสผิดพลาดและสิ้นเปลืองเวลามาก จึงเป็นการยากที่จะสรุปผลการทดลองให้ได้ว่ามวลแปรผกผันกับความเร่ง เมื่อแรงคงที่ แต่คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองช่วยได้ (บทเรียนที่ 4 ภาคผนวก ง) หรือปัญหาการทดลองเกี่ยวกับกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน เรื่องความเฉื่อย เป็นเหตุการณ์ที่วัตถุลอยอยู่บนรางท่อลม (Airtrack) เนื่องจากมีแรงลมดันจากท่อลมขึ้นมาให้วัตถุลอยได้โดยไม่แตะราง วัตถุจะเคลื่อนไปได้ด้วยแรงผลักเพียงเบา ๆและจะเคลื่อนไปในลักษณะนั้นต่อไปเรื่อย ๆจนกว่าจะมีแรงค่าหนึ่งซึ่งเป็นแรงภายนอก เช่น แรงจากมือมากระทำให้หยุดหรือเปลี่ยนทิศทาง แต่ในการทดลองจริงรางท่อลมอาจเกิดการอุดตันในบางจุดทำให้วัตถุหยุดการเคลื่อนที่ไปเฉย ๆ ทำให้ผลการทดลองไม่สอดคล้องกับทฤษฎี ครูผู้สอนไม่สามารถทำการสรุปให้ตรงกับกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน แต่คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองช่วยแก้ประเด็นปัญหานี้ได้(บทเรียนที่ 2 ภาคผนวก ง) นอกจากนี้ครูผู้สอนสามารถใช้เฉพาะตัวโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองเพื่อประกอบการอธิบายในชั้นเรียนปกติโดยอาจไม่ใช้ชุดการเรียนการสอนประกอบในกรณีที่เวลาการเรียนการสอนมีน้อยหรือไม่สามารถจัดเตรียมห้องคอมพิวเตอร์ให้กับนักเรียนทุกคนได้ ทุกเรื่องในสถานการณ์จำลองครูผู้สอนสามารถนำไปอธิบายประกอบการสอน เช่นครูผู้สอนอาจใช้เฉพาะการสร้างสถานการณ์จำลองในบทเรียนที่ 5 เรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล เกี่ยวกับการที่วัตถุแต่ละฝ่ายมาสัมผัสกันและต้องการเน้นให้นักเรียนเห็นภาพของการเปลี่ยนทิศทางและขนาดของแรงโดยไม่สนใจดูถึงกรณีอื่น

2.ครูผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนในเรื่อง มวล แรงและกฎการเคลื่อนที่ในบางบทเรียนย่อยเพื่อเน้นประเด็นของเนื้อหาที่เข้าใจได้ยากในการจินตนาการเนื่องจากความเป็นนามธรรมของทิศทางและขนาดของแรง และแรงที่เกิดขึ้นจากการที่วัตถุมาสัมผัสกัน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่นในเนื้อหาบทเรียนย่อยที่ 7 เรื่องกฎข้อที่ 3 ของนิวตันรวมทั้งในเรื่องของการมองความสัมพันธ์ในการเพิ่มขนาดมวลของวัตถุกับการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น (บทเรียนที่ 3 ภาคผนวก ง)

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1.ควรมีการวิจัยศึกษาการเปรียบเทียบผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีการสอน 3 แบบคือการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน

กับการใช้เพียงคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบการบรรยายและการสอนตามปกติว่าจะให้ผลอย่างไร

2.ควรทำการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนในโรงเรียนเขตชานเมืองอื่นๆในจังหวัดเดียวกัน เช่น อำเภอเมือง หรือใช้ในเขตกรุงเทพมหานคร

3.หน่วยบทเรียนที่ 5 เรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล สามารถทำให้น่าสนใจและตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น ถ้าเพิ่มวัตถุอีกก้อนหนึ่งเข้าไปเป็น 3 ก้อน

4.บางบทเรียนเช่นหน่วยที่ 4 และ 6 มีตัวอักษรอธิบายในเนื้อหาค่อนข้างมาก ถ้าสามารถเปลี่ยนจากตัวอักษรเหล่านั้นเป็นการสร้างสถานการณ์จำลองเพิ่มเติมอีกหลายสถานการณ์และนำไปสู่จุดสรุปเดียวกันได้ อาจทำให้นักเรียนสนใจเรียนรู้มากขึ้นซึ่งจะมีผลทั้งต่อความเข้าใจและการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรงทั้งทักษะด้านพื้นฐานและด้านบูรณาการ

5. ควรเพิ่มการวัดทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการตั้งสมมุติฐาน ซึ่งสามารถทำได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลอง เนื่องจากนักเรียนสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าจากความเข้าใจที่นักเรียนมีก่อนทำการตรวจสอบคำตอบจากโปรแกรม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. กรมสามัญศึกษา. (2533). *การประเมินคุณภาพการศึกษา โรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2531*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

กระทรวงศึกษาธิการ. กรมวิชาการ (2536). *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

กรุณา สิบอุดม. (2536). *การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สิ่งช่วยขจัดมโนมติสามแบบ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

กุสุมา ชำนาญศรี. (2531). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนร้อยละโดยใช้แผ่นโปร่งใสกับสื่อประสม*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

เกียรติ จิระมานะพันธ์. (2536). *การจำลองแบบทางคอมพิวเตอร์ของเครื่องจักรไฟฟ้าเหนี่ยวนำ*. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. (ไฟฟ้าอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

เขมิกาญจน์ ทองมา. (2540). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการผึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

จิระวัฒน์ ใจอ่อนน้อม. (2539). *การสร้างและทดลองหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรดิจิตอล*. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. (ไฟฟ้าอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

จริยา เหนียนเฉลย. (2535). *เทคโนโลยีการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.

จักรภพ ศรีงาม. (2539). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ชุดการสอนอสมการและอสมการซ้อเรื่อง*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

จันทร์เพ็ญ หาญจิตเกษตร. (2532). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนสื่อประสม*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

เฉลียว มณีเลิศ. (2541?). *ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย 1 กลศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยรังสิต.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). *แนวคิดในการผลิตชุดการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2526). *เทคโนโลยีทางการศึกษา:หลักการและแนวปฏิบัติ* . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ดารารัตน์ สุรพันธ์พิทักษ์. (2533). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "พาราโบลา" โดยใช้สื่อประสมกับการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนราสิกขาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์* . วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ทักษิณา สวนานนท์. (2529). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : องค์การค้าคุรุสภา.

ธวัช หมอยาดี. (2532). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีและไม่มีเสียงประกอบ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ภาษาอังกฤษ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์. (2536). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

นิรันดร์ สาโรวาท. (2532). *ปฏิสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตัวอักษรในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับความถนัดทางภาษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจในการอ่าน ภาษาอังกฤษและเวลาที่ใช้ในการอ่านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การสอนภาษาอังกฤษ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

บูรณะ สมชัย. (2538). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เม็ดทรายพริ้นติ้ง.

เบญจมาศ จิตตยานันท์. (2533). *ผลของชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ปราโมทย์ วีรานุกูล. (2539). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะวิชาชีพการเชื่อมไฟฟ้าระหว่างการฝึกทักษะแบบปกติกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์*. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. (ไฟฟ้าอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

ผดุงยศ ดวงมาลา. (2528). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิศนุ ตันติถาวร. (2536). *การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองผลตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุม*. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. (ไฟฟ้าอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ :ไทยวัฒนาพานิช.

มณีรัตน์ เกตุไสว. (2540). *ผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ยินดี สวนะคุณานนท์. (2536, มกราคม-มีนาคม). "วิทยาศาสตร์อยู่ที่ไหน," *วารสาร สสวท*. 81(21) : 4.

ยืน ภู่วรวรรณ. (2531). *การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน,รายงานการสัมมนาบทบาทของเทคโนโลยีขั้นสูงต่อการพัฒนาการศึกษาไทยในอนาคต*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุพิน พิพิธกุล และ อรพรรณ ตันบรรจง. (2530). *เทคโนโลยีการผลิตสื่อการสอนคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เรืองรัตน์ ปัญญามี. (2529). *การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบซักถามกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ สสวท.ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และ จิต นวนแก้ว. (2532). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว).

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2532). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์สำหรับครู*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว).

วาสนา ชาวหา. (2522). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.

วาทิต มีสนุ่น. (2533). *การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 แบบ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วินัย เทียมเมือง (2529). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ธเนศวรการพิมพ์.

วิชัย ดิสสระ. (2533). *การพัฒนาหลักสูตรและการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เอ็กซ์เพรสมีเดีย.

วีระ ไทยพานิช. (2527). "บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," ใน *รวมบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 9-19. กรุงเทพฯ : กรมการศึกษานอกโรงเรียน.

แววตา ตันวัฒนกุล. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองมีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สมนึก บุญพาไสว. (2534, มกราคม-มีนาคม). "การแก้ปัญหากับมโนมติในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์," *วารสาร สสวท*. 19(73) : 19-21.

สุดารัตน์ จินดาวงษ์. (2531). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนกับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สุนทรี หิมารัตน์. (2533). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). *กรอบความคิดในการพัฒนาแผนการสอน*. (เอกสารประกอบการฝึกอบรมครู). กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2526). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

-------. (2537). *คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว 021*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

-------. (2538, 16 11?). "สรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของหลักสูตร พ.ศ. 2503-2538," *วารสาร สสวท.* 6(10) : 4-5.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2526). *การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์*. (เอกสารประกอบคำสอน) พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สมยุทธิ์ แก้วเกาะจาก. (2539). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาสรีรวิทยา เรื่องระบบการขับถ่ายปัสสาวะ สำหรับนักศึกษาพยาบาล*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สุนันท์ ปัทมาคม. (2523). *ชุดการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

-------. (2529). *การผลิตชุดการสอนระดับมัธยมศึกษา*. (เอกสารประกอบคำสอน) พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรสีห์ มณีวรรณ. (2535). *ปฏิสัมพันธ์ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่เป็นรูปการ์ตูนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สุโชติ ดาวสุโข และ สาโรจน์ แพ่งยัง. (2535). *คู่มือสื่อการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ ,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวัฒก์ นิยมค้า. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.

อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คราฟแมนเพรส.

อุทัย บุญมาดี. (2529). *การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองและตามคู่มือครู สสวท.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

อำนาจ เจริญศิลป์. (2525). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หน่วย "พลังงาน"ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบทดลองกับการสอนแบบผสมผสาน.* ปริญญานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

Cronbach, L.J. (1970). *Essentials of Psychological Testing.* New York : Harper and Row Publisher.

Brawley, O.D. (1975, January). " A Study to evaluation the effects of using multimedia Instructional modules to lead time-telling to Retarded Learner," *Dissertation Abstracts International.* 34 : 630-A.

Dence, Marie. (1980, May). "Toward Defining the Role of CAI," *Educational Technology.* 20(5) : 50-54.

Fan, Chung- Teh. (1952). *Item Analysis Table.* New Jersy : Education Testing Service.

Franke, R.J. (1988, June). "An Evaluation of a Computer-Assisted Instruction Program in Seventh Grade Mathematics," *Dissertation Abstracts International.* 48(12) : 3066-A.

Friedman, Lucille T. (1974, August). "Programmed Lesson in RPG computor Programming for New York City High School Seniors," *Dissertation Abstracts International.* 35(2) : 799-A.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education.* New York : McGraw-Hill.

Hamidah, Ahmad. (1983, July). "A Study of Process Skill Achievement among a Sample of High Ability Malaysian High School Graduates," *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia.* 6 : 19-22.

Hass, Kenneth B. and Hary, Packer Q. (1964). *Preparation and use of Audio Visual Aids.* New Delhi : Prentice Hall of India(private) Ltd.

Kapfer, Philip and Kapfer, Miriam. (1972). *Introduction to Learning Packages in American Education.* New Jersey : Englewood Cliffs.

Kettinger, W.J. (1991, August). "Computer Classrooms in Higher Education An Innovation in Teaching," *Educational Technology.* 31(8) : 36-43.

Kinder, James Screnge. (1959). *Audio-Visual Materials and Techniques.* New York : American Book Company.

Kirkpatrick, M.A. (1979, May). "A Comparison of A Multi-media Approach and Programmed Approach in Teaching A Basic Algebra Course at Roane State Community," *Dissertation Abstracts International.* 39 : 6506-A.

Knowledge Revolution. (1998). *Recomendation to Knowledge Revolution.* (CD-ROM). California : Available E-mail: Infor@krev.com.

Leary, J.J. (1995). *Computer Simulated Laboratory experiments and Computer Games: A Designer's Analysis, Proceedihg of The Sixth IFIP World Conference on Computer in Education.* Great Britain: Hartnolls Ltd.

Leonard, William J. (1996, December). "Am. J. Phys.," *Using qualitative problem-solving strategies to highlight the role of conceptual knowledge in solving problems.* 64(8) : 1496.

Meeks, E.B. (1972, September). "Learning Packages Versus Conventional Methods of Instruction," *Dissertation Abstracts International.* 32 : 491-A.

Olarinoye, Raphel Dele. (1979, February). "A Cooperative Study of The Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physics Course in a Negerian Secondary School," *Dissertation Abstracts International.* 8(39) : 4848-A.

Romiszowski, A.J. (1974). *The Selection and Use of Instructional Media.* London : Kogen Page Limited.

Samson, Erwin Dawin David. (1982, June). "The Development, Implementation, and Evalution of a Computerized Laboratory Simulation Package for Introductory College Genetics," *Dissertation Abstracts International.* 42 : Page.

Scharmann, Lawrence C. (1989, November). "Developmental Influences of Science Process Skill Instruction," *Journal of Research in Science Teaching.* 26 : 715-726.

Scott, William A. and Michael, Wertheimer . (1962). *Introduction to Psychological Research.* New York : John Wiley and Son.

Skinner, B.F. (1953). *Science and Human Behavior.* New York : Macmillan.

Strawitz, Barbara M. (1989, November). "The effects of testing on Science Process Skill Achievement," *Journal of Research in Science Teaching.* 26 : 659-664.

Sund, Robert B. and Leslie, W.Trowbridge. (1973). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School.* New York : Charles E. Merril Pulishing Company.

Williams, James Milford. (1981, October). "A Comparison Study of the Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in eleventh Grade United States History," *Dissertation Abstracts International.* 42(4) : 1605-A.

Woodrow,Janice. (1993?). *TESSI Research Project Supports New Teaching Model For Sciences.* (Compack Disk). Vancouver : Knowledge Revolution.

Yalcinalp, S., Geban , O. and Ozgan, L. (1995, November). "Effectiveness of Using Computer Assisted Suplementary Instruction for Teaching The Mole Concept," *Journal of Research in Science Teaching.* 32(10) : 1083-1095

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการทำปริญญานิพนธ์

1. ศาสตราจารย์.ดร.สุทัศน์ ยกส้าน อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ผู้ช่วยศาตราจารย์.นิรมล ปีตะนิละผลิน อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. อาจารย์ สิริ สิรินิลกุล อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. อาจารย์ แสงชัย นิยมศักดิ์ อาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร 5644

ที่ ทม 1007/ 1039 **วันที่** 19 กุมภาพันธ์ 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)

เนื่องด้วย นายวินัย เลิศเกษมสันต์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง "แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ ดร.มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์แสงชัย นิยมศักดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายวินัย เลิศเกษมสันต์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5644

ที่ ทม 1007/1040 วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายวินัย เลิศเกษมสันต์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง "แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ ดร.มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ยกส้าน, ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรมล ปิตะนีละผลิน และ อาจารย์สิริ สิรินิลกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายวินัย เลิศเกษมสันต์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1007/1314

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

26 กุมภาพันธ์ 2542

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกระทุ่มแบนวิเศษสมุทคุณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

เนื่องด้วย นายวินัย เลิศเกษมสันต์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง "แรงมวล และฌฌการเคลื่อนที่" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ ดร.มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนสายวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มตัวอย่างทดลองเครื่องมือวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนโดยทำการเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ ในระหว่างเดือนมีนาคม 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายวินัย เลิศเกษมสันต์ ได้ใช้สถานที่และเก็บข้อมูลดังกล่าวในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิสาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร./โทรสาร. 258-4119

ภาคผนวก ข

คำชี้แจงในการตรวจเครื่องมือวิจัย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่

ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจงในการตรวจเครื่องมือวิจัย (แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ขอความกรุณาผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดทักษะฉบับนี้ (เป็นฉบับร่าง) ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด 7 ทักษะ จากทักษะทั้งหมด 13 ทักษะ(มีรายละเอียดของแต่ละทักษะแนบมาให้ท่านผู้เชี่ยวชาญพิจารณา)โดยแบบทดสอบนี้สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ของแต่ละทักษะ และมีความถูกต้องตามเนื้อหาหรือไม่ ทั้งนี้ทักษะแต่ละข้อจะอิงกับ เนื้อหา ทางฟิสิกส์เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ แบบทดสอบดังกล่าวนี้ครอบคลุมหัวข้อย่อยตามหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ 7 หน่วย คือ

หน่วยการเรียนที่ 1 เรื่องแรง
หน่วยการเรียนที่ 2 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน
หน่วยการเรียนที่ 3 เรื่องมวล
หน่วยการเรียนที่ 4 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน
หน่วยการเรียนที่ 5 เรื่อง น้ำหนัก
หน่วยการเรียนที่ 6 เรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
หน่วยการเรียนที่ 7 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

เมื่อพิจารณาข้อความแบบทดสอบแต่ละข้อแล้วโปรดระบุว่าแบบทดสอบข้อดังกล่าวเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยเครื่องหมาย✓ (ช่องใดช่องหนึ่ง) ตามความหมายดังนี้

-1	0	1

ให้คะแนน -1 เมื่อท่านผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามนั้น<u>ไม่</u>เป็นตัวแทนของทักษะที่ต้องการวัด

ให้คะแนน 0 เมื่อท่านผู้เชี่ยวชาญ<u>ไม่แน่ใจ</u>ว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนของทักษะที่ต้องการวัด

ให้คะแนน 1 เมื่อท่านผู้เชี่ยวชาญ<u>แน่ใจ</u>ว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนของทักษะที่ต้องการวัด

<u>ถ้าท่านผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นเพิ่มเติมว่าข้อใดใช้ภาษาหรือตัวเลือกไม่เหมาะสมหรือผิดเนื้อหา รวมทั้งคำเฉลยที่แนบมาปรากฏว่าเฉลยผิด</u> ขอท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาเขียนชี้แจงไว้ในข้อนั้นๆลงในแบบทดสอบนี้

ข้อมูลดังกล่าวจะได้นำไปประกอบการวิเคราะห์เพื่อจัดกระทำให้ถูกต้องต่อไป

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

วินัย เลิศเกษมสันต์

นักศึกษาปริญญาโท เอกวิทยาศาสตร์ศึกษา(ฟิสิกส์) รหัส 391995429 มศว. ประสานมิตร

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำว่า km / h หมายถึง กิโลเมตรต่อชั่วโมง

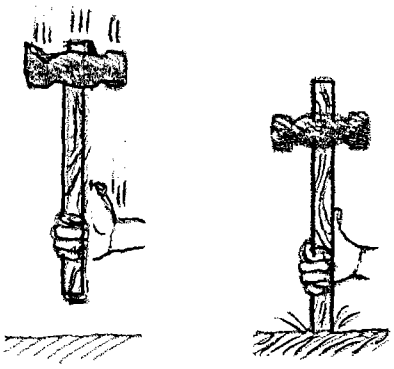
คำว่า kg หมายถึง กิโลกรัม

จากรูป

1. อาจารย์ จิต นวนแก้ว ผลักรถที่น้ำมันหมดไปบนถนนอันร้อนระอุเพื่อไปยังร้านอาหาร เพราะนัดแฟนไว้โดยให้มีอัตราเร็ว 20 km / h ในระยะเวลา 5 วินาที ถ้ารถคันนี้มีมวล 300 kg รถได้รับแรงสุทธิเท่าใด

   ก. 333 นิวตัน
   ข. 198 นิวตัน
   ค. 168 นิวตัน
   ง. 1000 นิวตัน
   จ. 1200 นิวตัน

2. ในการใส่หัวค้อนเข้ากับด้ามไม้ มักใช้วิธีกระแทกด้ามค้อนกับพื้น ดังรูป ซึ่งจะช่วยให้ใส่หัวค้อนได้แน่นดียิ่งขึ้น เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



   ก. เพราะเมื่อด้ามค้อนถูกกระแทกกับพื้น ด้ามค้อนจะหยุดทันทีแต่หัวค้อนยังมีความเฉื่อยจึงเคลื่อนที่เข้าไปในด้ามค้อนได้อีก

ข. เพราะตอนกระแทกพื้นหัวค้อนและด้ามค้อนติดไปด้วยกัน ทำให้ด้ามค้อนหยุดก่อนหัวค้อนหยุดทีหลังเนื่องจากน้ำหนักของมันและติดแน่นกับด้ามค้อนตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ค. เพราะตอนกระแทกพื้น มีแรงจากพื้นกระทำโต้ตอบกับด้ามค้อน ทำให้หัวค้อนอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเนื่องจากหัวค้อนเคลื่อนที่ลงตามแรงที่มากระทำตามกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

ง. เพราะด้ามไม้ออกแรงต้านในทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของหัวค้อน ทำให้การตกลงของหัวค้อนฝืดยิ่งขึ้นจนสามารถติดแน่นกับด้ามค้อน

จ. เพราะหัวค้อนกับด้ามค้อนมีมวลไม่เท่ากัน จึงควรใช้วิธีดังกล่าว

3. นักเรียนคิดว่าข้อใด<u>ไม่</u>เข้าพวก

ก. การเกิดอุบัติเหตรถยนต์ที่แล่นแหกโค้ง

ข. การลอยตัวในสระน้ำ โดยไม่ต้องว่าย

ค. การปั่นจักรยานนานๆแล้วเมื่อยขา ผู้ปั่นจึงทรงตัวให้จักรยานวิ่งไปเอง

ง. พนักงานขับรถประจำทางออกรถอย่างกระทันหันทำให้ผู้โดยสารเซไปข้างหน้า

จ. เหตุการณ์ทุกข้อจัดอยู่ในพวกเดียวกัน

4. **ข้อใดต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง**

ก. ทั้งมวลและน้ำหนักมีค่าคงตัวเสมอไม่ว่าจะอยู่ที่ใด

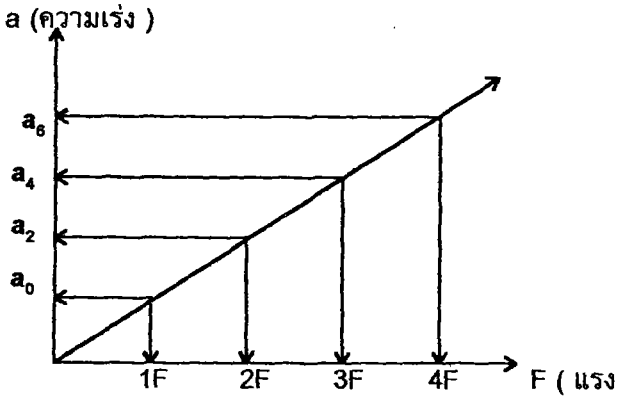
ข. มวลของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งที่อยู่ แต่น้ำหนักมีค่าคงที่เสมอ

ค. ทั้งมวลและน้ำหนักเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งที่อยู่

ง. น้ำหนักของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งที่อยู่ แต่มวลมีค่าคงที่เสมอ

จ. น้ำหนักของวัตถุสามารถเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงได้ตามตำแหน่งที่อยู่

5. ถ้าหากกราฟระหว่างแรงและความเร่งเป็นดังรูป **ข้อมูลที่ได้ควรจะเป็นแบบใด** เมื่อระยะห่างระหว่างค่าความเร่งแต่ละช่วงเป็นครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างแรงในแต่ละช่วง



ก. แรงที่เพิ่มขึ้นจาก 1F ไปเป็น 3F จะแปรผันตรงกับ ความเร่ง จาก a_0 ถึง a_4

ข. ถ้าแรงจาก 4F ลดลงเรื่อยๆ ค่าความเร่งจะลดลงจนถึง a_0 แต่จะไม่ลดลงจนเป็นศูนย์

ค. ค่าแรงตรงที่ 2F และ 3F จะเท่ากับ ค่าความเร่งที่ a_2 และ a_4

ง. ถ้าแรงจาก 1Fมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2F,3F,4F ตามลำดับ ความเร่งจะมีค่าเพิ่มเป็นครึ่งหนึ่งของแรงจาก 1F ถึง 4F

จ.ถ้าแรงเพิ่มคงที่ ค่าความเร่งจะเพิ่มคงที่ เฉพาะที่ค่า a_0

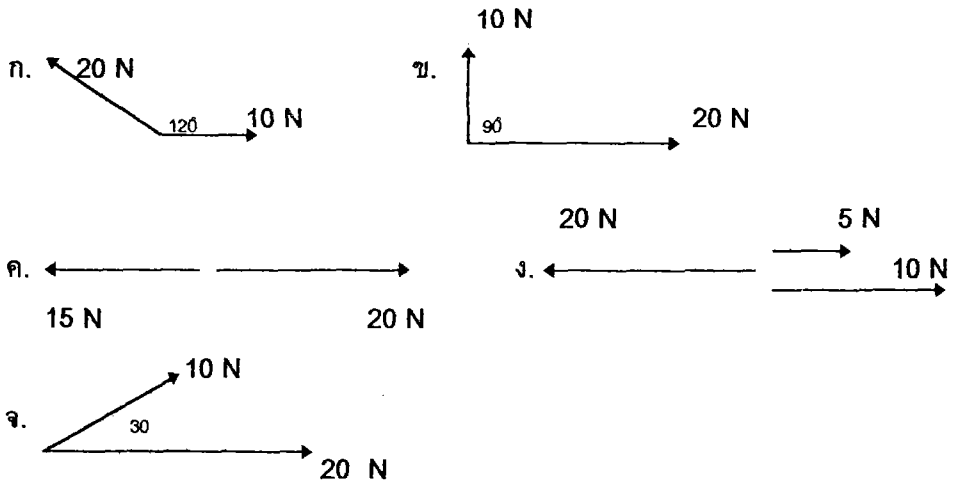
6. ปริมาณทางฟิสิกส์ เช่น

1.เวลา	5.ความเร็ว
2.แรงดึงดูดของโลก	6.มวล
3.ความเร่ง	7.ปริมาตร
4.น้ำหนัก	8.ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

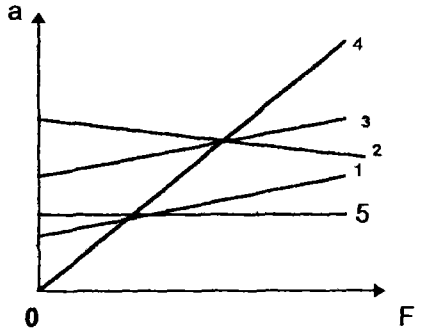
ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ข้อใดเป็นปริมาณสเกลาร์

ก. 2,3,5,6,7	เป็นเวกเตอร์	แต่	1,4,8	เป็นสเกลาร์
ข. 1,2,3,5,8	เป็นเวกเตอร์	แต่	4,6,7	เป็นสเกลาร์
ค. 2,3,4,5,8	เป็นเวกเตอร์	แต่	1,6	เป็นสเกลาร์
ง. 7,8	เป็นเวกเตอร์	แต่	1,2,3,4,5,6	เป็นสเกลาร์
จ. 1,2,3,5,6,8	เป็นเวกเตอร์	แต่	4,7	เป็นสเกลาร์

7. ภาพใดมีค่าของแรงลัพธ์มากที่สุด



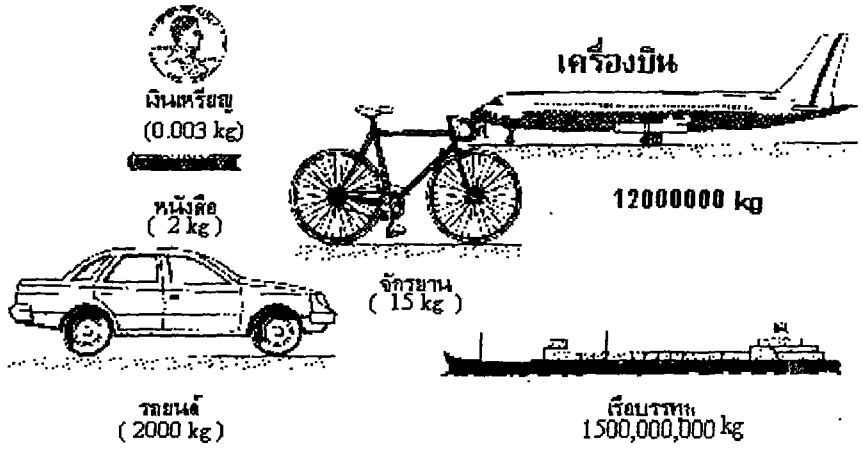
8. ใช้แรง F ดึงวัตถุที่มีขนาดต่างๆกัน 5 ชิ้น ซึ่งอยู่บนพื้นราบระดับที่ไม่มีความเสียดทาน กราฟเส้นใดแสดงว่า วัตถุมีมวลมากที่สุด โดยแรง F อยู่ในแนวแกนราบ และ ความเร่ง a อยู่ในแกนดิ่ง



ก. กราฟเส้นที่ 1
ข. กราฟเส้นที่ 2
ค. กราฟเส้นที่ 3
ง. กราฟเส้นที่ 4
จ. กราฟเส้นที่ 5

9. เมื่อวัวตัวหนึ่งลากเกวียนไปข้างหน้าพร้อมกับมัน แรงที่ทำให้วัวเคลื่อนที่ไปข้างหน้าคือ
ก. แรงปฏิกิริยาที่พื้นดินกระทำกับเท้าวัว
ข. แรงกิริยาจากเท้าวัวขณะที่เกวียนดึงวัว
ค. แรงที่เท้าของวัวกระทำต่อพื้นดิน
ง. แรงปฏิกิริยาที่เท้าวัวกระทำกับพื้นดิน
จ. แรงจากปฏิกิริยากล้ามเนื้อขาของวัวกระทำในการดึงเกวียน

10. จากภาพ วัตถุ 5ประเภทวัตถุใดมีมวลน้อยเป็นอันดับ 3 เมื่อวัตถุทั้งหมดอยู่ในอวกาศ



ก. เรือบรรทุก

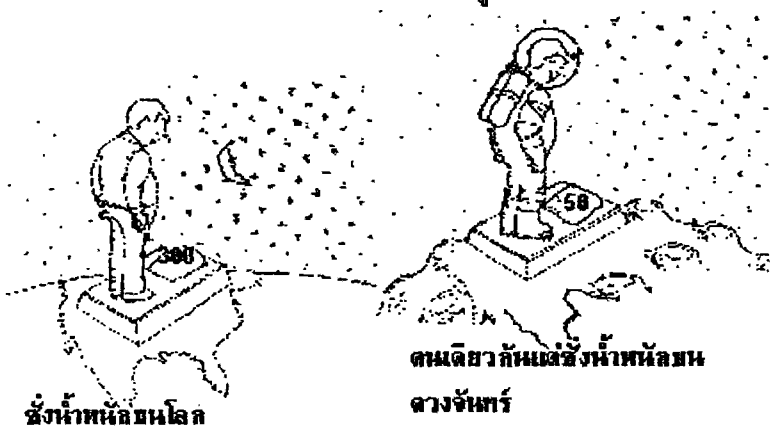
ข. จักรยาน

ค. เหรียญ

ง . หนังสือ

จ. รถยนต์

11. จากภาพที่นักเรียนเห็น นักเรียนคิดว่าข้อใดถูกต้อง โดยเลือกตัวเลขไปตอบในตัวเลือก



1. เครื่องชั่งน้ำหนักบนดวงจันทร์แสดงค่าตัวเลขลดลง เนื่องจากมีแรงดึงดูดมาดึงตาชั่งที่น้อยกว่าบนโลก

2.ชุดเสื้อผ้าเบากว่าชุดอวกาศที่สวมใส่ และค่าน้ำหนักของคนบนตาชั่งเมื่อชั่งบนโลกมากกว่า

3.ชุดอวกาศที่สวมใส่หนักกว่าชุดเสื้อผ้า และน้ำหนักของคนบนตาชั่งมีน้อยกว่าเมื่อชั่งบนดวงจันทร์

4.น้ำหนักของคนจะต้องสูญเสียไปในอวกาศนอกโลกเสมอ จึงทำให้น้ำหนักที่ชั่งได้บนดาวดวงอื่นลดลง

ก. ถูกทุกข้อตามที่กล่าวมา

ข. ถูกเฉพาะข้อ 1 และ ข้อ 3

ค. ถูกทุกข้อ ยกเว้นข้อ 4

ง. ถูกเฉพาะข้อ 2 และ 4

จ. ถูกเฉพาะข้อ 2 และ 3

จากตารางที่กำหนดให้ ให้นักเรียนใช้ตอบคำถามข้อ 12—13

มวล (กิโลกรัม)	ความเร่ง (เมตร / วินาที ^{2})
4	0.25
3	0.33
2	0.50

12. ถ้าหากใช้มวลขนาด 2.5 ค่าความเร่งจะได้ประมาณเท่าใด

ก. 0.33

ข. 0.40

ค. 0.48

ง. 0.43

จ. 0.32

13. ถ้าต้องใช้ค่าความเร่ง 0.2 จะต้องใช้มวลประมาณกี่กิโลกรัม

ก. 3.5

ข. 4

ค. 4.35

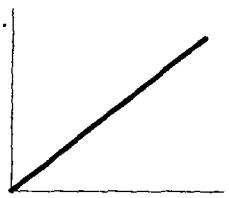
ง. 4.5

จ. 5

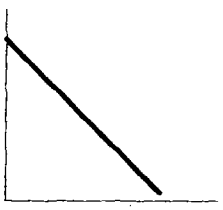
14. จากสมการที่กำหนดให้ $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

นักเรียนจะเขียนกราฟได้ในลักษณะใด ถ้าหาก ค่าของ m คงที่ กำหนดให้ $\vec{F}$ อยู่ในแกนราบ และค่า $\vec{a}$ อยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวราบ

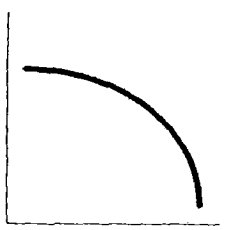
ก.



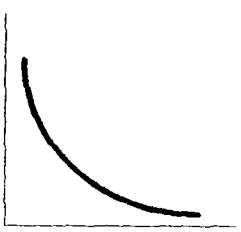
ข.



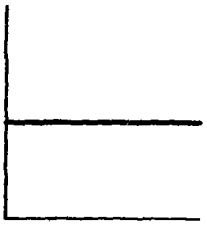
ค



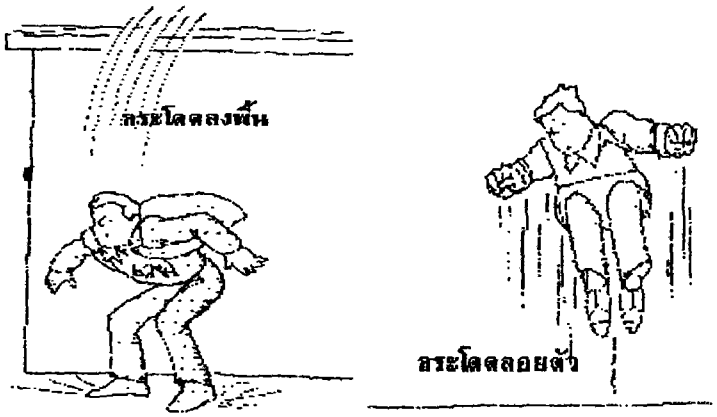
ง.



จ.



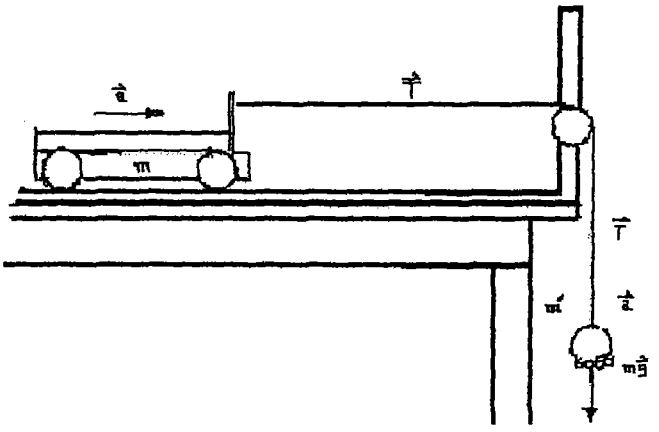
15. จากภาพที่นักเรียนเห็น นักเรียนคิดว่าทั้งสองภาพนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร ที่ชัดเจนที่สุด โดยให้นักเรียนพิจารณาภาพทางซ้ายเริ่มตั้งแต่ขณะกระโดดลงพื้นจนเท้ากระแทกกับพื้น ส่วนภาพทางขวาให้พิจารณาตั้งแต่ขณะลอยตัวอยู่กลางอากาศจนกระทั่งเท้ากระทบพื้น



1. เกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดระหว่างมวล
2. เกี่ยวข้องกับกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน
3. เกี่ยวข้องกับกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน
4. เกี่ยวข้องกับกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

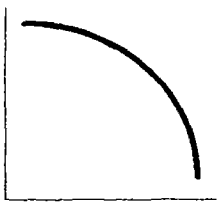
ก. ข้อที่ 3 เท่านั้น
ข. ข้อที่ 4 เท่านั้น
ค. ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 4
ง. ข้อที่ 2 เท่านั้น
จ. ข้อที่ 2 และ ข้อที่ 3

จากภาพของรถทดลองถูกถ่วงด้วยน้อตเหล็กจนความเร็วเปลี่ยนไป ดังภาพ ใช้ตอบคำถามข้อที่ 16—17

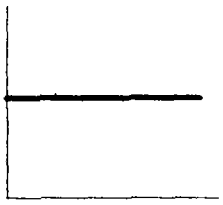


16. กราฟระหว่างแรงที่ดึงรถกับความเร่งจะเป็นรูปใด

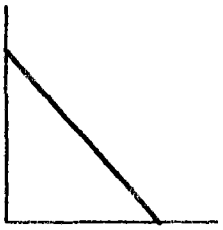
ก.



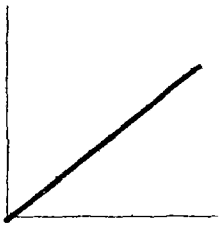
ข.



จ.



ค



ง.

17. จากภาพในข้อที่ 16 นักเรียนคิดว่าแรงที่ดึงให้รถทดลองเคลื่อนที่ได้ควรเป็นแรงจากอะไร

ก. แรงตึงเชือกที่ดึงรถทดลอง

ข. แรงจากน้อตเหล็ก

ค. แรงจากล้อของรถทดลอง

ง. แรงจากความเร่งของรถทดลอง

จ. แรงที่มาจากความเร็วที่เปลี่ยนไปของรถทดลอง

18. ลูกบอลมวล 0.25 กิโลกรัม ตกจากที่สูงจนมีอัตราเร็ว 50 เมตรต่อวินาที แรงที่กระทำให้ลูกบอลหยุดภายในเวลา 5 วินาที มีขนาดกี่นิวตัน

ก. 0.5

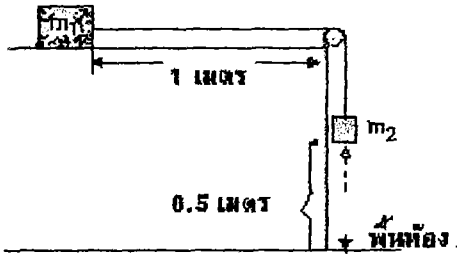
ข. 1.0

ค. 2.0

ง. 2.5

จ. 10

19. จากรูปมวล m_1 และ มวล m_2 ถูกยึดด้วยเส้นเชือกผ่านรอก วางอยู่บนโต๊ะที่ไม่มีแรงเสียดทาน ถ้าตอนเริ่มต้นใช้มือจับมวล m_2 ไว้ หลังจากนั้นจึงปล่อยมือเพื่อให้ m_2 เคลื่อนที่แล้ว นักเรียนคิดว่าข้อใดผิด ?



ก. ขณะที่มวล m_2 เคลื่อนที่ได้ 12 เซนติเมตร มวล m_1 ขยับตาม

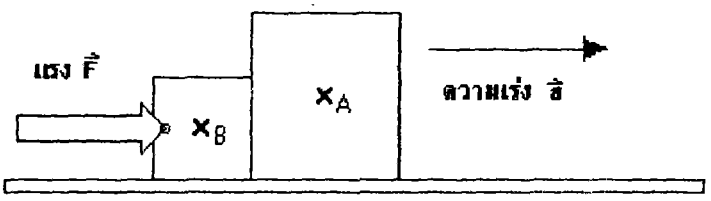
ข. ขณะที่มวล m_1 เคลื่อนที่ได้ 52 เซนติเมตร มวล m_2 ขยับตาม

ค. ขณะที่มวล m_2 หยุด มวล m_1 ยังคงวิ่งต่อหากแต่จะวิ่งด้วยความเร็วคงที่

ง. ขณะที่ มวล m_2 ยังไม่ถึงพื้น มวล m_1 ยิ่งวิ่งยิ่งเร็ว

จ. มวล m_1 จะเคลื่อนที่แบบมีความเร่งในช่วง 50 เซนติเมตรแรกเท่านั้น

20. มวล A และมวล B วางอยู่บนพื้นราบเกลี้ยง ถ้ามีแรง $\vec{F}$ กระทำกับมวล A ในแนวขนานกับพื้นทำให้มวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร่ง $\vec{a}$ ดังรูป ข้อความใดต่อไปนี้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว



ภาพประกอบคำถามข้อที่ 20

ก. แรงที่กระทำให้ A มีความเร่ง a มีขนาดเท่ากับแรง F

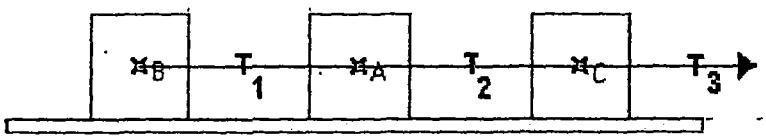
ข. A และ B ถูกกระทำให้เคลื่อนที่ด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากัน

ค. แรงที่ A กระทำต่อ B มีขนาดเท่ากับแรงที่ B กระทำต่อ A

ง. แรงที่ A กระทำต่อ B มากกว่าแรงที่ B กระทำต่อ A

จ. แรงที่ A กระทำต่อ B น้อยกว่าแรงที่ B กระทำต่อ A

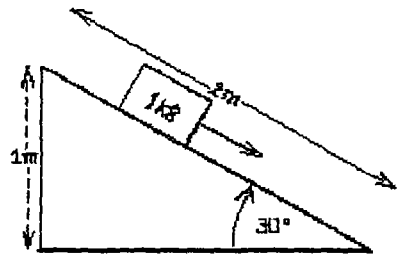
21. ให้นักเรียนดูรูปประกอบ



จากรูป วัตถุ 3 ก้อน A,B,และ C มวลเท่ากันผูกติดกับเชือกเบา วางบนพื้นที่ไม่มีความฝืด ถ้าขนาดของแรง F ดึงวัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวา ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก $T_1T_2T_3$ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ก. $T_1 \rangle T_2 \rangle T_3$
ข. $T_1 \langle T_2 \langle T_3$
ค. $T_1 \langle T_2 \rangle T_3$
ง. $T_1 = T_2 = T_3$
จ. $T_1 = T_2 \langle T_3$

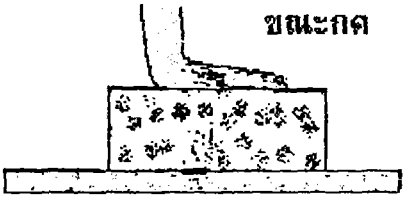
22. ดังรูป วัตถมวล 1 กิโลกรัม เริ่มต้นถูกจับให้อยู่นิ่ง เมื่อถูกปล่อยให้เคลื่อนที่อยู่บนรางไม้เอียงทำมุม 30 องศากับพื้น กำหนดค่า ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกเป็น 10 เมตรต่อวินาที ^{2} และการเคลื่อนที่บนพื้นรางไม้มีค่าความเร่งคงที่



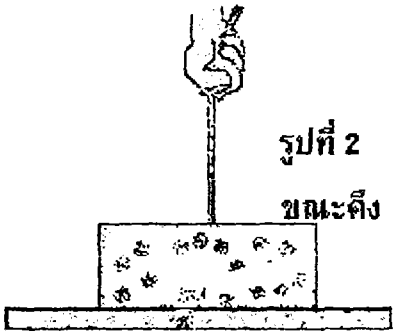
ถ้านักเรียนปรับมุมของพื้นเอียงผลจะเป็นอย่างไรในแต่ละกรณีจากการนิ่งบนรางไม้เอียง

ก. ถ้าปรับให้เอียงเกิน 30 แต่ไม่ถึง 90 องศา วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงบนรางไม้เอียง
ข. ถ้าปรับให้เอียงเกิน 30 แต่ไม่ถึง 90 องศา วัตถุจะเคลื่อนที่เร็วน้อยกว่า **ข้อ ก.**
ค. ถ้าปรับให้เอียง 90 องศา วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงบนรางไม้เอียง
ง. ถ้าปรับให้เอียง 180 องศา วัตถุจะเคลื่อนที่เร็วขึ้นบนรางไม้เอียง
จ. ถ้าปรับให้เอียง 0 องศา วัตถุจะไม่เคลื่อนที่

23. ค่าแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำกับกล่องและมือมีค่าประมาณเท่าใดทั้งรูปที่ 1 และรูปที่ 2 เมื่อกล่องมีมวล 1.5 kg และมือที่ออกแรงไม่ว่ากดหรือดึงมีขนาด 11 N



รูปที่ 1



ก. รูปที่ 1 มีค่าแรง F = 26 N รูปที่ 2 มีค่าแรง F = 4 N
ข. รูปที่ 1 มีค่าแรง F = 11 N รูปที่ 2 มีค่าแรง F = 4 N
ค. รูปที่ 1 มีค่าแรง F = 15 N รูปที่ 2 มีค่าแรง F = 11 N
ง. รูปที่ 1 มีค่าแรง F = 26 N รูปที่ 2 มีค่าแรง F = 15 N
จ. รูปที่ 1 มีค่าแรง F = 11 N รูปที่ 2 มีค่าแรง F = 15 N

ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
1	1	1	1	1.00*
2	1	-1	1	0.33*
3	1	0	1	0.66*
4	1	1	-1	0.33
5	1	1	1	1.00*
6	1	1	1	1.00
7	1	1	0	0.66*
8	1	1	1	1.00*
9	1	-1	1	0.33*
10	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00
13	1	-1	1	0.33*
14	1	1	-1	0.33*
15	1	0	0	0.33*
16	1	1	0	0.66
17	1	0	-1	0.00
18	1	1	1	1.00
19	1	-1	0	0.00
20	1	1	1	1.00*
21	1	1	1	1.00*
22	1	1	1	1.00*
23	1	1	0	0.66
24	1	1	1	1.00
25	0	-1	1	0.00*
26	1	1	0	0.66*
27	0	1	1	0.66*
28	1	1	-1	0.33*
29	1	1	1	1.00*
30	1	-1	1	0.33

ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ(ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
31	0	1	-1	0.00
32	1	1	1	1.00
33	1	1	1	1.00*
34	1	1	1	1.00*
35	1	1	1	1.00*
36	1	1	-1	0.33
37	1	1	1	1.00
38	1	1	-1	0.33*
39	1	1	-1	0.33
40	1	1	1	1.00*

หมายเหตุ : ข้อที่มีเครื่องหมาย * เป็นข้อที่ถูกนำไปใช้จริงทั้งหมด 23 ข้อโดยผ่านการแก้ไขข้อบกพร่องในเรื่องภาษา การสื่อความด้วยกราฟ และความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำการวัด

ภาคผนวก ค

แบบประเมินและผลการประเมินคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน(แผนการสอน ใบความรู้และใบงาน) ของผู้เชี่ยวชาญ

คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
ใบประเมินความเหมาะสม สมบูรณ์ ของแผนการสอน ใบความรู้และใบงาน ประกอบการเรียน

คำชี้แจง

ขอความกรุณาจากท่านผู้เชี่ยวชาญในการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างแสดงค่าระดับความคิดเห็น ที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านว่าข้อมูลใน แผนการสอน ใบความรู้ และใบงาน ประกอบการเรียน ในแต่ละหน่วย มีความเหมาะสมสอดคล้องกับเกณฑ์เพียงใดในแต่ละข้อ โดยพิจารณาตามหมายเลขดังนี้

5 = ข้อมูลมีความสอดคล้องกับเกณฑ์มากที่สุด
4 = ข้อมูลมีความสอดคล้องกับเกณฑ์มาก
3 = ข้อมูลมีความสอดคล้องกับเกณฑ์ปานกลาง
2 = ข้อมูลมีความสอดคล้องกับเกณฑ์น้อย
1 = ข้อมูลมีความสอดคล้องกับเกณฑ์น้อยที่สุด

.....

ตรวจสอบเรียบร้อบแล้ว

(ลงชื่อ) .....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความเหมาะสม สมบูรณ์
ของข้อมูลภายในแผนการสอน ใบความรู้ และใบงาน
เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

เกณฑ์ในการพิจารณาข้อมูลของท่านผู้เชี่ยวชาญ	ระดับความคิดเห็น				
1. แผนการสอน	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
1.1 *สาระสำคัญ*ถูกต้องและเพียงพอในการเน้นถึงจุดสำคัญของเนื้อหาในแต่ละหน่วย					
1.2 *จุดประสงค์การเรียนของแต่ละหน่วยบทเรียน*สามารถวัดและประเมินผลได้ตามกิจกรรมในใบงานของหน่วยนั้นๆ					
1.3 สามารถ*วัดผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*ของกลุ่มทดลองได้จริงจากแผนการสอนโดยดูจาก*ใบงานประกอบการเรียน*					
2. ใบความรู้					
2.1 *ครอบคลุม*ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของเนื้อหาในแต่ละหน่วยบทเรียนได้มากที่สุด					
2.2 เนื้อหา*สอดคล้องกับกิจกรรมในใบงานประกอบการเรียน*					
3.ใบงานประกอบการเรียน					
3.1 *คำสั่งและตัวภาษาในการดำเนินงาน*แต่ละขั้นตอนมีความชัดเจนและรัดกุม					
3.2 ขั้นตอนมีความต่อเนื่องเป็นลำดับ					
3.3 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามได้โดยตรง					
3.4 *คำถาม*ของกิจกรรมในใบงาน*เอื้อต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*					

เกณฑ์ในการพิจารณาข้อมูลของท่านผู้เชี่ยวชาญ	ระดับความคิดเห็น				
4.บทเรียนคอมพิวเตอร์	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
4.1 แสดงขอบเขตสถานการณ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องชัดเจน					
4.2 สามารถเร้าความสนใจของผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจ					
4.3 สามารถเสริมความเข้าใจในหน่วยบทเรียนนั้นๆได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 13 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน ทั้งแผนการสอน ใบความรู้ และใบงาน เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

เกณฑ์ในการพิจารณาข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน	ระดับความคิดเห็น					คะแนนเต็ม 15	คะแนนเฉลี่ย
	5	4	3	2	1		
1.แผนการสอน							
1.1 สาระสำคัญถูกต้องและเพียงพอในการเน้นถึงจุดสำคัญของเนื้อหาในแต่ละหน่วย		++	+			11	0.73
1.2 จุดประสงค์การเรียนของแต่ละหน่วยบทเรียนสามารถวัดและประเมินผลได้ตามกิจกรรมในใบงานของหน่วยนั้นๆ		+	++			10	0.66
1.3 สามารถวัดผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองได้จริงจากแผนการสอนโดยดูจากใบงานประกอบการเรียน		++	+			11	0.73
2.ใบความรู้							
2.1 ครอบคลุมความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของเนื้อหาในแต่ละหน่วยของบทเรียนได้มากที่สุด		++	+			11	0.73
2.2 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมในใบงานประกอบการเรียน	+	+	+			12	0.80
3.ใบงานประกอบการเรียน							
3.1 คำสั่งและตัวภาษาในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนมีความชัดเจนและรัดกุม		+	++			10	0.66
3.2 ขั้นตอนมีความต่อเนื่องเป็นลำดับ	+		++			11	0.73
3.3 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามได้โดยตรง	+		++			11	0.73
3.4 คำถามของกิจกรรมในใบงานเอื้อต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		++	+			11	0.73

ตาราง 13 (ต่อ)

เกณฑ์ในการพิจารณาข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน	ระดับความคิดเห็น 5	4	3	2	1	คะแนนเต็ม 15	คะแนนเฉลี่ย
4.บทเรียนคอมพิวเตอร์							
4.1 แสดงขอบเขตสถานการณ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องชัดเจน		+	++			10	0.66
4.2 สามารถเร้าความสนใจของผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจ	+	+	+			12	0.80
4.3 สามารถเสริมความเข้าใจในหน่วยบทเรียนนั้นๆได้		+	++			10	0.66

หมายเหตุ : 1. เครื่องหมาย + หมายถึงค่าคะแนนที่ให้โดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีค่าตามหมายเลขช่อง

2. เกณฑ์การประเมินที่ถือว่าผ่านเกณฑ์จะต้องมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 0.60

คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกระหว่างทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ หลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

คนที่	พื้นฐาน หลังเรียน	พื้นฐาน ก่อนเรียน	คะแนน ความต่าง	บูรณาการ หลังเรียน	บูรณาการ ก่อนเรียน	คะแนน ความต่าง
1	10	5	5	6	3	3
2	11	3	8	5	2	3
3	12	6	6	5	2	3
4	6	2	4	5	5	0
5	8	5	3	6	3	3
6	9	3	6	3	1	2
7	6	5	1	2	3	-1
8	10	8	2	4	1	3
9	13	3	10	5	4	1
10	7	4	3	2	3	-1
11	10	5	5	4	2	2
12	6	2	4	3	3	0
13	6	4	2	5	1	4
14	10	5	5	7	4	3
15	12	6	6	5	3	2
16	8	5	3	3	1	2
17	7	4	3	4	3	1
18	12	5	7	4	1	3
19	8	6	2	5	4	1
20	9	4	5	5	7	-2
21	5	3	2	5	3	2
22	8	2	6	4	2	2
23	5	4	1	5	2	3
24	6	4	2	6	4	2
25	8	7	1	7	5	2
26	11	5	6	5	2	3
27	6	2	4	4	2	2
28	7	8	-1	4	1	3

คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยก(ต่อ)

คนที่	พื้นฐาน หลังเรียน	พื้นฐาน ก่อนเรียน	คะแนน ความต่าง	บูรณาการ หลังเรียน	บูรณาการ ก่อนเรียน	คะแนน ความต่าง
29	5	4	1	1	4	-3
30	10	5	5	5	4	1
31	5	5	0	4	3	1
32	7	6	1	4	3	1
33	8	2	6	4	4	0
34	8	5	3	5	0	5
35	10	5	5	4	3	1
36	7	2	5	4	4	0
37	5	5	0	4	3	1
38	6	4	2	5	3	2
39	6	2	4	5	3	2
40	6	2	4	6	5	1
41	9	3	6	2	3	-1
42	5	3	2	3	2	1
43	9	3	6	3	2	1
44	5	5	0	1	1	0
45	8	8	0	2	3	-1
46	6	3	3	1	2	-1
47	11	7	4	3	2	1

คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยกระหว่างขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

คนที่	พื้นฐานหลังเรียน	พื้นฐานก่อนเรียน	คะแนนความต่าง	บูรณาการหลังเรียน	บูรณาการก่อนเรียน	คะแนนความต่าง
1	8	2	6	1	2	-1
2	8	3	5	2	4	-2
3	5	1	4	2	1	1
4	12	9	3	6	5	1
5	6	5	1	4	2	2
6	6	7	-1	4	3	1
7	7	2	5	2	4	-2
8	7	5	2	4	3	1
9	11	10	1	3	3	0
10	8	6	2	6	4	2
11	9	3	6	4	5	-1
12	8	3	5	5	2	-3
13	7	5	2	5	4	1
14	9	6	3	5	4	1
15	6	3	3	3	2	1
16	11	8	3	8	6	2
17	13	6	7	7	2	5
18	8	6	2	4	3	1
19	10	6	4	3	4	-1
20	14	6	8	3	7	-2
21	11	6	5	6	4	2
22	11	3	8	7	3	4
23	6	2	4	3	5	-2
24	9	4	5	3	1	2
25	11	10	1	5	5	0
26	7	3	4	3	3	0
27	11	7	4	4	3	1
28	10	3	7	2	3	-1
29	10	4	6	3	3	0

คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบแยก(ต่อ)

คนที่	พื้นฐานหลังเรียน	พื้นฐานก่อนเรียน	คะแนนความต่าง	บูรณาการหลังเรียน	บูรณาการก่อนเรียน	คะแนนความต่าง
30	9	5	4	3	1	2
31	9	5	4	3	2	1
32	11	11	0	4	6	-2
33	12	4	8	5	2	3
34	8	8	0	1	4	-3
35	5	3	2	4	2	2
36	9	7	2	3	3	0
37	12	6	6	2	5	-3
38	8	8	0	3	2	1
39	13	6	7	4	3	1
40	11	8	3	5	4	1
41	13	5	8	6	3	3
42	9	7	2	3	5	-2
43	6	6	0	3	3	0
44	4	7	-3	3	4	-1
45	7	4	3	4	3	1
46	5	4	1	2	2	0
47	10	6	4	4	5	-1

คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมระหว่างหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

คนที่	หลังเรียน	ก่อนเรียน	ผลต่างของคะแนน	คนที่	หลังเรียน	ก่อนเรียน	ผลต่างของคะแนน
1	16	8	8	25	15	12	3
2	16	5	11	26	16	7	9
3	17	8	9	27	10	4	6
4	11	7	4	28	11	9	2
5	14	8	6	29	6	8	-2
6	12	4	8	30	15	9	6
7	8	8	0	31	9	8	1
8	14	9	5	32	11	9	2
9	18	7	11	33	12	6	6
10	9	7	2	34	13	5	8
11	14	7	7	35	14	8	6
12	9	5	4	36	11	6	5
13	11	5	6	37	9	8	1
14	17	9	8	38	11	7	4
15	17	9	8	39	11	5	6
16	11	6	5	40	12	7	5
17	11	7	4	41	11	6	5
18	16	6	10	42	8	5	3
19	13	10	3	43	12	5	7
20	14	11	3	44	6	6	0
21	10	6	4	45	10	11	-1
22	12	4	8	46	7	5	2
23	10	6	4	47	14	9	5
24	12	8	4				

คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรวมระหว่างหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

คนที่	หลังเรียน	ก่อนเรียน	ผลต่างของคะแนน	คนที่	หลังเรียน	ก่อนเรียน	ผลต่างของคะแนน
1	9	4	5	25	16	15	1
2	10	7	3	26	10	6	4
3	7	2	5	27	15	10	5
4	18	14	4	28	12	6	6
5	10	7	3	29	12	7	6
6	10	10	0	30	12	6	6
7	9	6	3	31	12	7	5
8	11	8	3	32	15	17	-2
9	14	13	1	33	17	6	11
10	14	10	4	34	9	12	-3
11	13	8	5	35	9	5	4
12	13	5	8	36	12	10	2
13	12	9	3	37	14	11	3
14	14	10	4	38	11	10	1
15	9	5	4	39	17	9	8
16	19	14	5	40	16	12	4
17	20	8	12	41	19	8	11
18	12	9	3	42	12	12	0
19	13	10	3	43	9	9	0
20	19	13	6	44	7	11	-4
21	17	10	7	45	11	7	4
22	18	6	12	46	7	6	1
23	9	7	2	47	14	11	3
24	12	5	7				

ภาคผนวก ง

คู่มือนักเรียน

คู่มือนักเรียน

คำแนะนำการใช้คู่มือนักเรียน

คู่มือนักเรียนฉบับนี้ใช้ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อที่นักเรียนจะศึกษาถึงวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

ในคู่มือนักเรียนจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลัก คือ

1. ใบความรู้

ใบความรู้ เป็นรายละเอียดของเนื้อหาซึ่งมีทุกหัวข้อย่อยของแต่ละบทเรียนทั้ง 7 หน่วย ใบความรู้จะเป็นส่วนเชื่อมโยงไปสู่ใบงานได้ เช่นในบางครั้งการที่นักเรียนต้องตอบคำถามลงในใบงาน นักเรียนสามารถใช้ใบความรู้ช่วยเสริมความคิดและใช้เป็นแนวทางบางส่วนเพื่อช่วยในการตอบคำถาม นอกจากนี้บางบทเรียนที่ต้องอาศัยการคำนวณ ใบความรู้จะบอกถึงสูตรต่าง ๆไว้เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียนในการนำมาใช้ได้ทันที

2. ใบงาน

ใบงานเป็นใบกิจกรรมมีหลายแผ่น ประกอบด้วยส่วนที่เป็นคำสั่งในการปฏิบัติกิจกรรมและภาพประกอบที่จะเหมือนกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะปฏิบัติไปตามขั้นตอนจนกระทั่งหมดทั้งกิจกรรมของใบงานนั้น แต่ละใบงานจะใช้คู่กับใบความรู้โดยแต่ละใบงานจะครอบคลุมเนื้อหาของบทเรียนแต่ละหน่วยและจบเนื้อหาได้ในตัวของใบงานเอง

ตามปกติในการศึกษาแต่ละบทเรียนจะศึกษาผ่านใบงานโดยมีใบความรู้ประกอบทุกหน่วยการศึกษาทำความเข้าใจในบทเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งจึงต้องศึกษาคู่กันไปทั้งใบความรู้และใบงานซึ่งจะเป็นประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

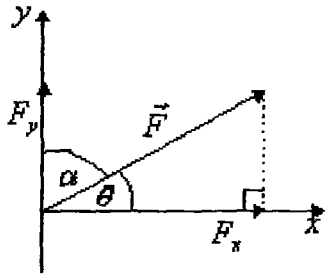
ขอให้นักเรียนทำด้วยความตั้งใจและพยายามทำความเข้าใจไปตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้แล้วในใบงาน นักเรียนอาจจับกลุ่มกับเพื่อนสัก 1 คนขณะใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองเพื่อช่วยกันแก้ปัญหาและไปให้ถึงจุดหมายคือจบบทเรียนในแต่ละหน่วย นักเรียนจะได้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลินพอสมควรจากสีสันบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และที่สำคัญที่สุดนักเรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เช่นในการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นต้น

ใบความรู้
หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง แรง

ในชีวิตประจำวัน ถ้าเราต้องการทำให้วัตถุซึ่งเดิมหยุดนิ่งเคลื่อนที่ไป หรือต้องการให้วัตถุที่เคลื่อนที่อยู่แล้วเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือเคลื่อนที่ช้าลงหรือเปลี่ยนทิศทาง **เราจะต้องใช้แรงไปกระทำกับวัตถุก้อนนั้น** จึงมีการนิยามให้ **แรง(Force; $\vec{F}$)** หมายถึง อำนาจที่สามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ และใช้ปริมาณเวกเตอร์ แทน แรง เพราะถ้าออกแรงผลักวัตถุ แรงจะผลักหรือลากวัตถุนั้นไปในทางใดทางหนึ่ง ให้นักเรียนสังเกตว่า การเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ก็คือการเปลี่ยนความเร็วนั่นเอง และการเปลี่ยนความเร็วก็จะทำให้เกิดความเร่ง ดังนั้น แรงจึงเป็นสาเหตุของการเกิดความเร่งของวัตถุ และจะพบว่า วัตถุแต่ละก้อนอาจจะเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้ยากหรือง่ายต่างกัน นักเรียนจะได้ทราบต่อไปในเรื่องเกี่ยวกับ มวล

การแตกแรงและแรงลัพธ์

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ จึงสามารถแตกเป็นแรงย่อยสองแรงตั้งฉากกันได้ ดังรูป



ภาพประกอบ แสดงการแทนค่าของแรง $\vec{F}$ ด้วยขนาดของแรงประกอบ 2 แรง คือ F_x (ในแนวแกน x) และ F_y (ในแนวแกน y)

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$
$$F_x = F\cos\theta = F\sin\alpha$$
$$F_y = F\sin\theta = F\cos\alpha$$
$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$$

วัตถุก้อนหนึ่งอาจถูกแรงหลายแรงมากระทำในเวลาเดียวกัน แรงหลายแรงทั้งหมดสามารถถูกแทนด้วยแรงแรงเดียว เรียกว่า แรงลัพธ์หรือแรงสุทธิ ดังนั้น แรงลัพธ์ (resultant force ; $\sum\vec{F}$) หมายถึง ผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุก้อนหนึ่งที่เราสนใจ

ต่อหน้าถัดไป

ใบความรู้
หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง แรง(ต่อ)

การหาแรงลัพธ์ของแรงหลาย ๆแนว โดยทั่วไปใช้การแทนแรงต่าง ๆออกเป็นแรงประกอบเข้าสู่แกน x ซึ่งปกติจะเป็นแกนในแนวราบ และแกน y ซึ่งปกติจะเป็นแกนในแนวดิ่ง แล้วรวมแรงทีละแนว ซึ่งจะได้

$$\sum \vec{F} = \sum \vec{F}_x + \sum \vec{F}_y$$

$$\left|\sum \vec{F}\right| = \sum F = \sqrt{\left|\sum \vec{F}_x\right| + \left|\sum \vec{F}_y\right|} = \sqrt{\left(\sum F_x\right)^2 + \left(\sum F_y\right)^2}$$

โดยทั่วไปมักสนใจ $\sum F_x$ และ $\sum F_y$ แยกกัน

เพิ่มเติมเรื่องแรงอีกประเภทหนึ่ง

แรงมีหลายแบบแต่ที่น่าสนใจในขณะนี้คือแรงเสียดทาน

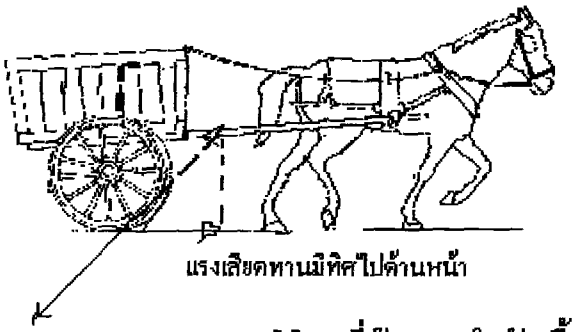
แรงเสียดทานถูกจัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. แรงเสียดทานสถิต
2. แรงเสียดทานจลน์

สาเหตุของการเกิดแรงเสียดทาน

กรณีแรก : ในกรณีหนึ่ง ๆที่วัตถุไปแตะ ครูดหรือสัมผัสกับอีกวัตถุหนึ่ง แรงเสียดทานจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่

กรณีที่สอง : ถ้าวัตถุมีลักษณะเป็นล้อ เช่น ล้อรถยนต์ หรือ เท้าของสิ่งมีชีวิตจะมีการเคลื่อนที่ในลักษณะถูกดันจากพื้นเมื่อเราออกแรงกดพื้นไปก่อน ทิศของแรงเสียดทานจะมีทิศไปข้างหน้าเช่นกัน เหตุผลหนึ่งคือ เวลารถวิ่งมาเร็ว ๆบนพื้นถนน แล้วต้องการจะหยุดรถ แม้ถนนจะฝืดมาก รถก็ไม่สามารถหยุดเอง แต่คนขับต้องเหยียบเบรคเพื่อหยุด นักเรียนจะเข้าใจมากขึ้นในหน่วยบทเรียนที่ชื่อว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน



ลูกศรแสดงแรงกิริยาที่ล้อกระทำกับพื้น

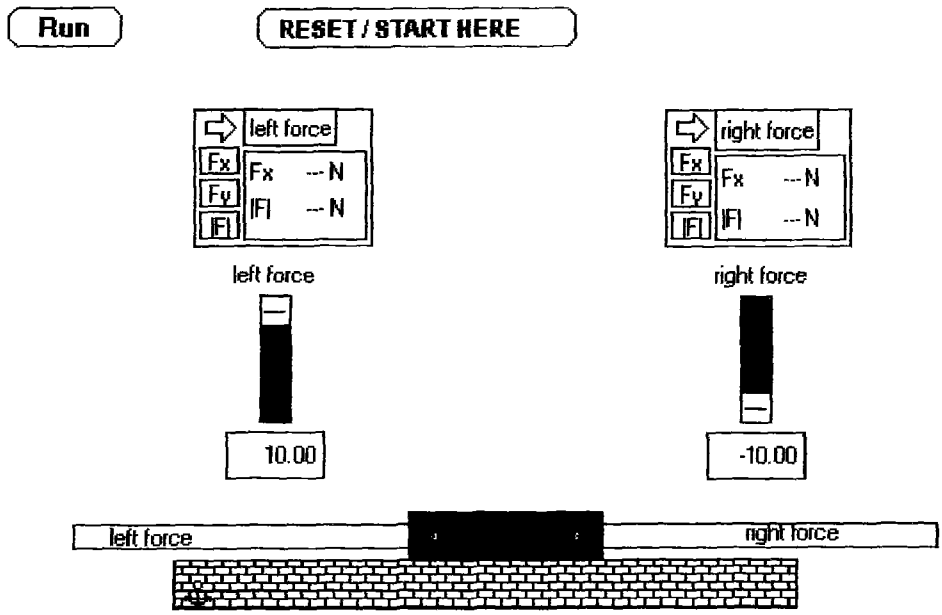
ใบงานประกอบการเรียน
หน่วยที่ 1 เรื่อง แรง

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง

หลังจากเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ 1force.ip นักเรียนจะพบว่าหน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏภาพดังนี้

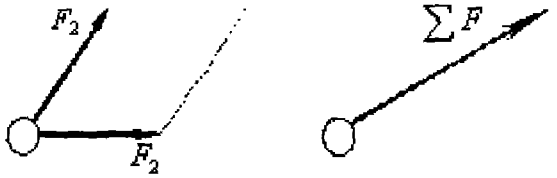


1. จากภาพที่เห็นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะพบวัตถุที่มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า สีดำ 2 แท่งที่มีแถบขาวอยู่ข้างใน วางตัวอยู่ในแนวดิ่ง โดยด้านซ้ายปรากฏตัวเลขคือ 10 ส่วนทางด้านขวาปรากฏตัวเลข -10
2. นักเรียนจะเห็นลูกศรชี้ทิศตรงกันข้ามซึ่งลูกศรเหล่านี้จะแทนแรงที่มาผลักดันวัตถุสี่เหลี่ยมผืนผ้าสีแดงทั้งสองด้าน ให้นักเรียนสังเกตว่าความยาวของลูกศรเท่ากันหรือไม่ นักเรียนตอบว่า.....

3. ให้นักเรียนมองไปที่ปุ่ม Run ทางด้านบนด้านซ้ายของจอ แล้วกดปุ่มนี้ สังเกตผลที่เกิดขึ้น วัตถุหน้าจอสีแดงมีการขยับเขยื้อนหรือไม่

.....

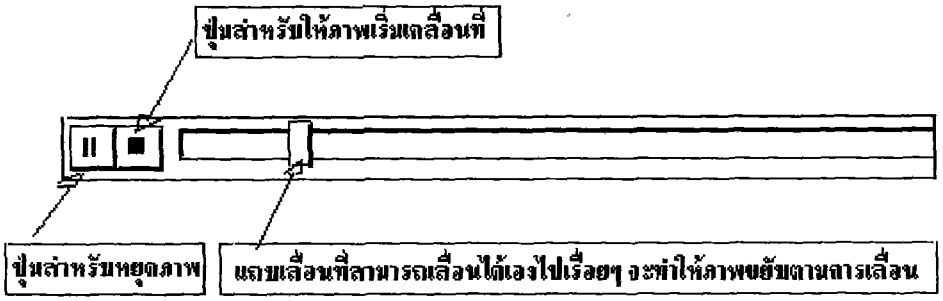
4. นักเรียนคิดว่าทำไมวัตถุรูปสี่เหลี่ยมจึงไม่ขยับ .....
5. ให้นักเรียนลองใช้เม้าส์คลิกไปที่แถบเลื่อนสีขาวที่อยู่ภายในแท่งสีดำทั้งสองว่าแต่ละอัน จะมีค่าตัวเลขสูงสุดและต่ำสุดเท่าใด โดยให้นักเรียนคลิ๊กเม้าส์ 1 ครั้งและกดไว้โดยไม่ปล่อยมือตรงบริเวณสีขาวในแท่งดำ แล้วทำการลากแถบสีขาวให้สุดทั้งขึ้นและลง แล้วลากเม้าส์กลับที่ค่าเดิม
   แถบแท่งสีดำด้านซ้าย(left force)มีค่าตัวเลขต่ำสุดที่ _____และสูงสุดที่ _____
   แถบแท่งสีดำด้านขวา(right force)มีค่าตัวเลขต่ำสุดที่ _____และสูงสุดที่ .....
6. ให้นักเรียนเลื่อนแถบสีขาวที่อยู่ในแท่งดำทางด้านขวาขึ้นไปด้านบนสุด แล้วบันทึกค่าไว้พร้อมเครื่องหมาย ..... เสร็จแล้วให้นักเรียนกดปุ่ม Run อีกครั้ง ผลที่ได้วัตถุสีแดงเคลื่อนไปทิศทางใด ..... ทำไมจึงเคลื่อนไปทางนั้น ..... ให้นักเรียนมองไปที่ค่าตัวเลขที่อยู่ในตารางที่เขียนว่า left force และ right force สังเกตว่าค่าตัวเลขตรง F_x มีค่าเท่าใด..... ตัว F_x หมายถึง ค่าแรงในแนวแกนนอน
7. ให้นักเรียนกดปุ่ม Reset/ Start Here เพื่อกลับสู่หน้าจอแบบเดิม แล้วปรับแถบสีขาวทางด้านขวาไปที่ค่าเดิมตามที่บันทึกไว้ในข้อที่ 1
8. ทำเช่นเดียวกับข้อที่ 6 แต่ให้เลื่อนแถบสีขาวทางซ้ายที่อยู่ในแท่งสีดำไปด้านบนจนมีค่าเป็น -1 แล้วกดปุ่ม Run ผลที่ได้เป็นอย่างไร .....
9. ค่าตัวเลขที่บันทึกไว้จากข้อ 6 และข้อ 8 มีจุดใดที่แตกต่างกันและมีจุดใดที่เหมือนกัน .....
10. นักเรียนพอที่จะแบ่งลักษณะของการเคลื่อนที่ได้กี่แบบจากเหตุการณ์ที่นักเรียนพบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ผ่านมา.....และนักเรียนจะใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งลักษณะของการเคลื่อนที่ .....
11. ให้นักเรียน**ปิดแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ 1force.ip** แล้วให้นักเรียน**เปิดแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ vector.avi** หน้าจอจะปรากฏภาพดังนี้



รูปที่ 1 แสดงการรวมแรงประกอบ 2 แรง เป็น แรงเดียว

รูปที่ 2 แสดงการเคลื่อนย้ายแรงจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

นักเรียนจะพบว่าภาพจะเคลื่อนที่ทันที ถ้านักเรียนดูไม่ทัน นักเรียนสามารถกดปุ่มหยุดตรงด้านล่างสุดของกรอบภาพปุ่มแรกด้านซ้ายโดยการใช้เม้าส์คลิ๊ก 1 ครั้ง หรือ *เลื่อนแถบแนวตั้งที่ขยับไปได้เองเรื่อยๆนั้น(ดูจากภาพ) ให้นักเรียนใช้เม้าส์คลิ๊กไปที่ตัวเลื่อนแล้วกดเม้าส์ค้างไว้ที่ตัวเลื่อนนั้นแล้วลากกลับที่เดิมไปทางซ้าย ภาพจะย้อนกลับไปเริ่มต้นใหม่*



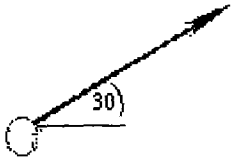
ให้นักเรียนกดปุ่มสำหรับหยุดภาพเพื่อหยุดภาพไว้ก่อนแล้วให้นักเรียนมองดูรูปที่ 1 ที่มีลูกศรเอียง 2 อันที่อยู่ในแนวราบ 1 อันเขียนว่า F_2 และแนวเฉๆอีก 1 อัน เขียนว่า F_1 โดยที่ทั้ง F_1 และ F_2 วางต่อกันอยู่ ให้นักเรียนสังเกตเอาไว้ก่อนว่ามีลูกศรอีกอันหนึ่งซึ่งยาวกว่าและมีเพียงอันเดียวเขียนว่า $\sum F$

12. ให้นักเรียนกดปุ่มสำหรับภาพเคลื่อนที่ ภาพจะเคลื่อนที่ รอจนกระทั่ง**ภาพลูกศรหยุดการเคลื่อนที่** นักเรียนจะพบว่ามีเครื่องหมายเท่ากับปรากฏให้เห็น นักเรียนจะบอกความหมายของภาพที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร.....
..... ให้นักเรียนสังเกตภาพที่ 2 ซึ่งเป็นรูปลูกศรในแนวนอนที่เคลื่อนตัวออกไปตรงๆจากวัตถุแล้วไปหยุดอยู่ที่วัตถุลักษณะรูปร่างเดียวกัน นักเรียนจะพบว่ามีเครื่องหมายเท่ากับปรากฏให้เห็นเช่นเดียวกับกรณีแรก นักเรียนจะบอกความหมายของภาพที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร พยายามคิดเองอย่าลอกเพื่อนนะ
.....

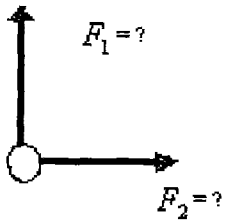
13. ในหลักวิชาฟิสิกส์ เรื่องปริมาณเวกเตอร์คือปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง การที่เราเห็นว่าลูกศรมีความยาวแสดงว่ามันมีขนาด ส่วนการที่ทราบว่ามันวางตัวในแนวเฉๆ หรือแนวนอน แสดงว่ามันมีทิศทาง นักเรียนจะพบว่านักเรียนกำลังเผชิญกับปริมาณเวกเตอร์แล้วขณะนี้

นักเรียนสามารถพักก่อนไปเข้าห้องน้ำล้างหน้าล้างตาแล้วกลับมาทำต่อ

ดราวนี้นักเรียนจะลองทำการคำนวณขนาดและทิศทางของแรงใดๆได้ **โดยหลักทางวิชาฟิสิกส์เราสามารถมองแรงอันเดียวเป็นแรงย่อย 2 แรงที่ตั้งฉากกัน** ถ้าสมมุติว่ามีการกำหนดค่าปริมาณของแรง ดังภาพ



แรง F ขนาด 20 นิวตัน ทำมุมกับแกนราบ 30 องศา

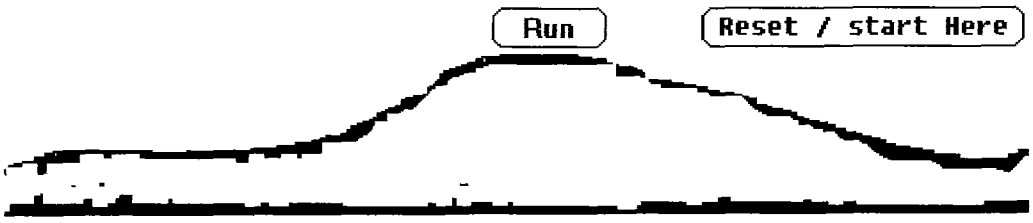


ให้นักเรียนใช้ใบความรู้เพื่อประกอบการคำนวณ ในการหาค่าของแรง F_1 และแรง F_2 ว่ามีค่าเท่าใด F1 = ……..,นิวตัน F2 = ……..นิวตัน

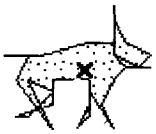
15. ขอให้นักเรียนย้อนกลับมาเปิดดูแฟ้ม vector.ip อีกครั้ง แล้วให้สังเกตถึงการเลื่อนตัวของลูกศรในแนวนอนจนกระทั่งหยุดและปรากฏเครื่องหมายเท่ากับ นักเรียนคิดว่าการเลื่อนตัวของลูกศรในแนวเดิมมีผลต่อการเปลี่ยนขนาดของลูกศรหรือไม่ …….. ถ้าหากลูกศรเลื่อนไปแต่ทำมุม 30 องศากับแนวเดิม นักเรียนคิดว่าจะได้ขนาดและทิศทางเท่าเดิมหรือไม่ อย่างไร

นักเรียนตอบว่า ……

16. ให้นักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ 2force.ip หน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏดังภาพนี้

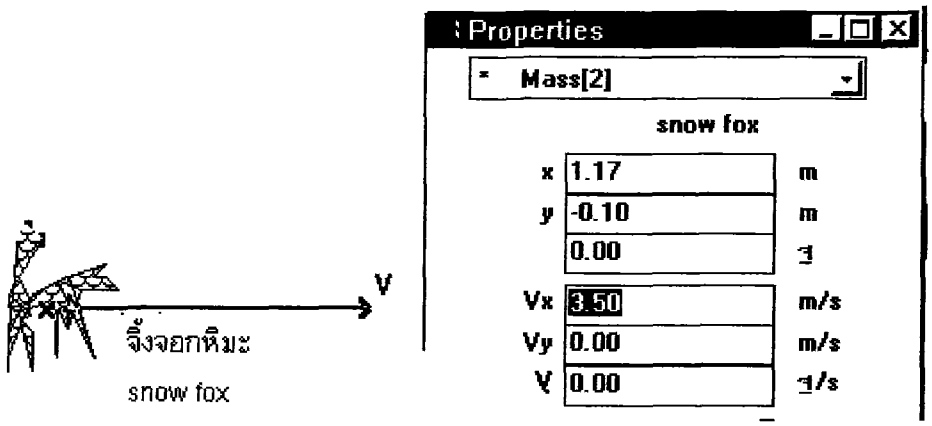


จิ้งจอกหิมะ


กวางเรนเดียร์

นักเรียนลองกดปุ่ม Run ตอบคำถามซิว่า ใครวิ่งเร็วกว่า.....นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะอะไร.....ให้นักเรียนกดปุ่ม Reset/Start Here เพื่อกลับไปยังหน้าจอแบบเดิม

17. ให้นักเรียนใช้เม้าส์คลิ๊กที่ตัวจิ้งจอกหิมะ 2 ครั้ง จะปรากฏกรอบข้อมูลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์คล้ายๆกับในใบงานนี้



ให้นักเรียนสังเกตว่าความเร็วในแนวแกนนอนคือความเร็วแนวแกน x (v_x) มีค่าเท่าใด ..... ส่วนความเร็วในแนวแกนดิ่งหรือความเร็วแนวแกน y (v_y) มีค่าเท่าใด .....

18. นักเรียนพบว่ามีลูกศรยาวๆชี้ออกมาจากจุดกากะบาทของตัวจิ้งจอกหิมะ **<u>จุดกากะบาทจะเปรียบเสมือนตำแหน่งตัวแทนของเจ้าจิ้งจอกหิมะทั้งตัว</u>** คราวนี้ให้ใช้เม้าส์คลิ๊กไปที่หัวลูกศรที่ยาวออกมาจากจุดกากะบาท แล้วใช้เมาส์ที่ยังกดค้างอยู่ลาก

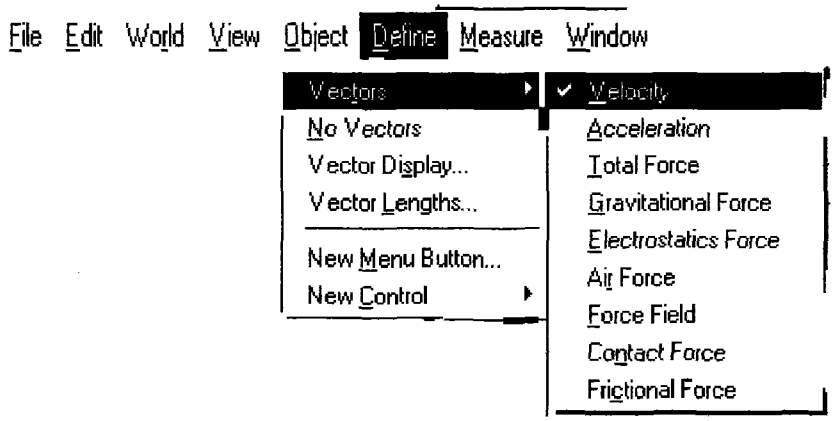
หัวลูกศรให้ยาวออกไปสักระยะหนึ่ง ให้ลองทำหลายๆค่าความยาวลูกศร (นักเรียนกะเอาด้วยตนเอง) แล้วให้นักเรียนสังเกตว่าความยาวของลูกศรสัมพันธ์กับค่า v_x อย่างไร

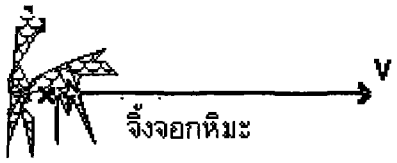
.....

19. ให้ทำแบบเดียวกันกับข้อ 18 แต่ทำกับกวางเรนเดียร์ (Reindeer) จะให้ผลคำตอบของความยาวของลูกศรสัมพันธ์กับค่า v_x อย่างไร

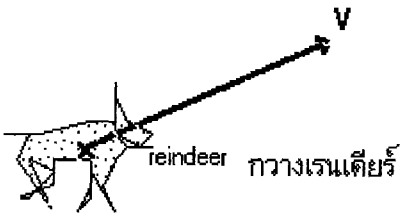
.....

20. ทีนี้ ให้นักเรียนใช้เม้าส์คลิ๊กไปที่บริเวณจุดกากะบาทของจิ้งจอกหิมะ **1** ครั้ง จะปรากฏลูกศร เสร็จแล้วให้นักเรียนเลือกคำว่า define จากแถบเมนูด้านบนของโปรแกรม แล้วใช้เม้าส์คลิ๊กไปที่คำว่า vectors จะปรากฏแถบคำต่างๆให้เลือก ให้นักเรียนเลือกคำว่า velocity(ความเร็ว) ดังนี้





21. ให้ทำเช่นเดียวกันกับกวางเรนเดียร์ การทำเช่นนี้จะทำให้ลูกศรปรากฏค้างไว้ทั้ง 2 ตัว แล้วใช้เม้าส์กดค้างไว้ที่หัวลูกศรของตัวกวางแล้วลากเม้าส์ให้เฉๆลูกศรจะเป็นดังภาพในหน้าถัดไป เสร็จแล้วให้กดปุ่ม Run สังเกตผลที่เกิดขึ้น



22. นักเรียนคิดว่าความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์หรือไม่ .....เพราะสาเหตุใดที่นักเรียนคิดว่าเป็นหรือคิดว่าไม่เป็น

.....

.....

.....

เก่งมากทุกคน พยายามต่อไปในคราวหน้า ยังมีบทเรียนที่ต้องเผชิญอีก 6 เรื่องรออยู่ เตรียมตัวให้พร้อมนะ

ใบความรู้
หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

กฎของนิวตันข้อที่ 1 นี้ เป็นการอธิบายเกี่ยวกับ แรง เพราะแรงเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงหลายอย่าง โดยมีใจความสำคัญดังนี้คือ

"วัตถุทั้งหลายจะคงอยู่ในสภาพ**หยุดนิ่ง**หรือเคลื่อนที่ด้วย**ความเร็วคงที่**ตลอดไป จนกว่าจะมีแรง**(แรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์)**มากระทำให้สถานะนี้เปลี่ยนไป

หรือกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า ถ้าหากไม่มีแรงมากระทำกับวัตถุ ความเร็วของมันจะไม่เปลี่ยนแปลง และถ้าหากตอนแรกวัตถุนั้นอยู่นิ่ง มันจะยังคงหยุดนิ่งต่อไป แต่ถ้าหากวัตถุนั้นกำลังเคลื่อนที่อยู่ มันจะยังเป็นเช่นนั้นด้วยค่าความเร็วคงที่ ความเร็วคงที่ หมายถึง ไม่เกิดการเปลี่ยนทั้งทิศทางและขนาดของความเร็ว

เมื่อวัตถุนั้นหยุดนิ่ง แน่นอนว่าค่าความเร็วของมันมีค่าเป็นศูนย์

กฎการเคลื่อนที่ของที่ 1 ของนิวตัน มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า *"กฎความเฉื่อย"*(law of innertia) หมายถึงวัตถุพยายามรักษาสภาพเดิมของการเคลื่อนที่ไว้ ซึ่งกฎนี้จะพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น

1.การใส่หัวค้อนเข้ากับด้ามไม้ มักใช้วิธีกระแทกด้ามค้อนกับพื้น ดังภาพที่ 1 ซึ่งจะช่วยให้ใส่หัวค้อนได้ดียิ่งขึ้น

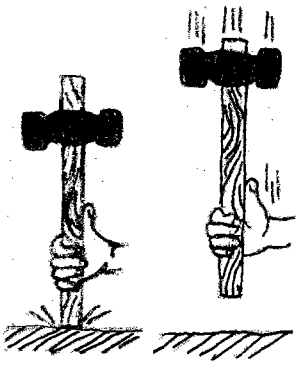
2.อุบัติเหตุของรถยนต์ที่แล่นแหกโค้ง ดังภาพที่ 2 เพราะขับด้วยความเร็วแล้วต้องหักเลี้ยวโค้งกระทันหัน

3.เมื่อพนักงานขับรถประจำทางออกรถอย่างกระทันหัน ผู้โดยสารที่ยืนอยู่จะเซไปข้างหลัง

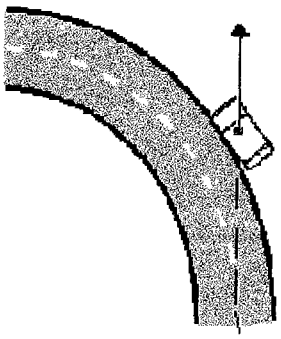
4.เมื่อรถหยุดอย่างกระทันหัน ผู้โดยสารจะเซไปทางหน้ารถ

อาจมีเหตุการณ์อื่นๆอีก ขอให้นักเรียนได้สังเกตเพิ่มเติมด้วยตนเอง

เอ๊ ....ย.....ด !!!



ภาพที่ 1 การใส่หัวค้อนเข้ากับด้ามไม้ มักใช้วิธีกระแทกด้ามค้อนกับพื้น



ภาพที่ 2 อุบัติเหตุของรถยนต์ที่แล่นแหกโค้ง

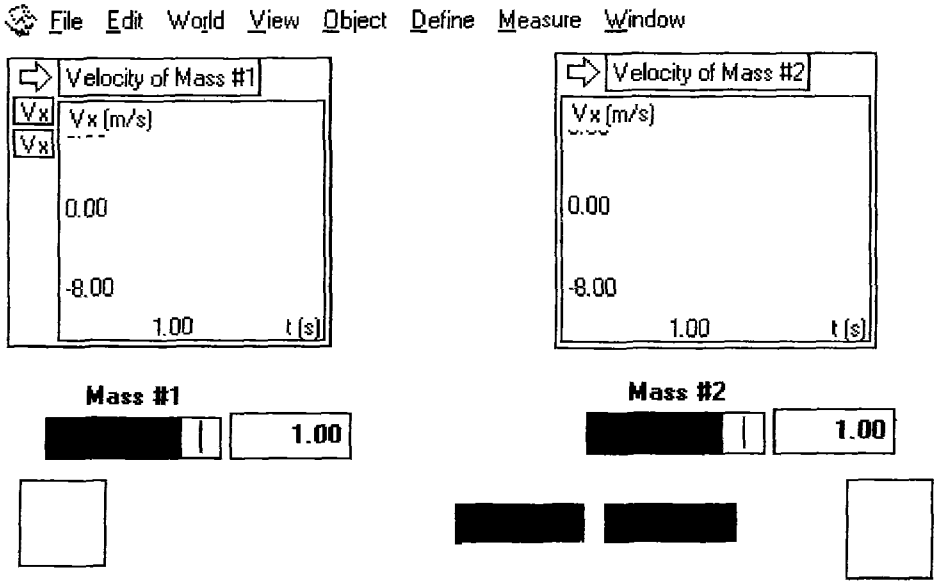
ใบงานประกอบการเรียน
หน่วยที่ 2 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

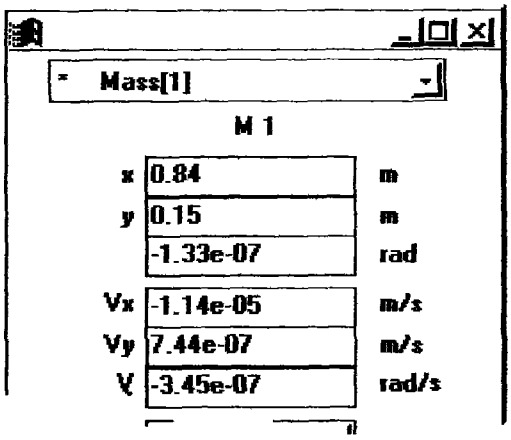
ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง

หลังจากเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ airtrack.ip หน้าจอจะปรากฏดังภาพนี้

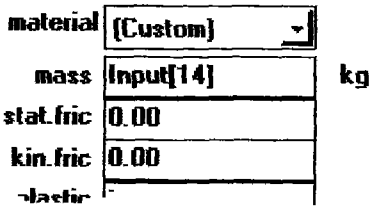


จากภาพที่เห็น จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะเห็นวัตถุที่มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า สีน้ำเงินกับสีแดง วางตัวอยู่ในแนวนอน ให้นักเรียนคลิกเม้าส์ ที่ตัวแท่งวัตถุ**สีน้ำเงิน 2 ครั้ง** เพื่อวัดค่าบางอย่างของวัตถุสีน้ำเงิน โดยจะปรากฏกรอบแสดงข้อมูลดังข้างล่างนี้



ให้นักเรียนบันทึกค่าจากตารางว่าตัวแท่งวัตถุสีน้ำเงินมีค่า V_x เท่าใด ให้เขียนเติมในช่อง ว่างของข้อ 1.

1. วัตถุสีน้ำเงินมีค่า V_x =..... ให้นักเรียนทำเช่นเดียวกับตอนต้นแต่กระทำกับวัตถุสีแดง วัตถุสีน้ำแดงมีค่า V_x = ...
และค่าของแรงเสียดทานของระหว่างวัตถุทั้งสองกับพื้นราบเป็นเท่าใด จากกรอบข้อมูลอันเดียวกับตอนบน

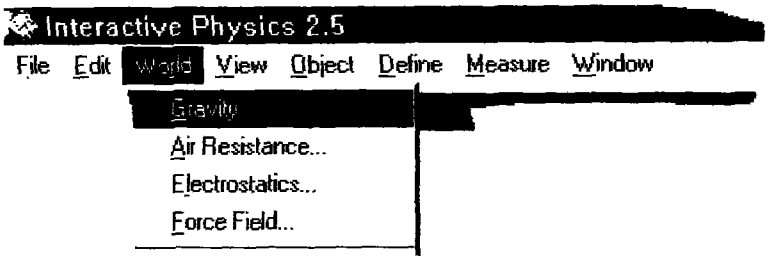


คำว่า Stat.fric คือ ค่าแรงเสียดทานตอนวัตถุอยู่นิ่ง
คำว่า Kin.fric คือ ค่าแรงเสียดทานตอนเวัตถุเคลื่อนที่
คำอธิบายเรื่องแรงเสียดทานมีอยู่ในใบความรู้ของบทเรียนที่ 1
นักเรียนบันทึกค่าแรงเสียดทานทั้งตอนที่วัตถุอยู่นิ่งและเคลื่อนที่ได้เท่ากับ.....

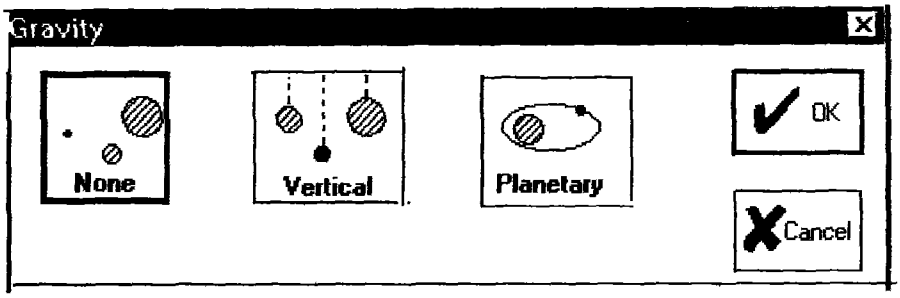
2. ให้นักเรียนสังเกตตาราง 2 อันที่อยู่ด้านบน จะเป็นตารางที่แสดงเส้นกราฟของวัตถุสีน้ำเงินกับแดง ขณะนี้มีเส้นกราฟปรากฏอยู่หรือไม่

.....

3. ให้นักเรียนใช้ เม้าส์คลิ๊กที่แถบรายการด้านบนเลือกคำว่า World เพื่อเลือกแรงที่กระทำต่อวัตถุ และใช้ เม้าส์คลิ๊กคำว่า Gravity เพื่อแสดงว่าแรงที่เกี่ยวข้องเป็นแรงโน้มถ่วง ดังภาพ



และจะปรากฏกรอบโต้ตอบ ดังรูปให้นักเรียนคลิกที่คำว่า None แล้วกด O.k. เพื่อแสดงว่าการเคลื่อนที่ครั้งนี้ไม่มีแรงโน้มถ่วงเข้ามาเกี่ยวข้อง

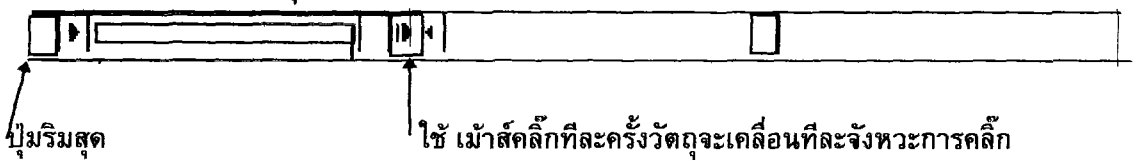


ให้นักเรียนใช้เม้าส์เลือกไปที่คำว่า World ที่แถบรายการด้านบนของจออีกครั้งแล้วเลือก Air Resistance (แรงเสียดทานอากาศ) ให้ดูซิว่ามีแรงนี้มากระทำหรือไม่

.....

4. ให้นักเรียนใช้ เมาส์คลิ๊กที่ปุ่ม Run นักเรียนจะเห็นการเคลื่อนตัวของวัตถุว่าเป็นอย่างไร และ ไปทางด้านใด
นักเรียนตอบว่า..... แล้วให้สังเกตเส้นกราฟของวัตถุทั้ง 2 โดยสังเกตช่วงแรก (ก่อนชน) ลักษณะเส้นกราฟเป็นอย่างไร.....และช่วงหลัง (หลังชน) ลักษณะเส้นกราฟเป็นอย่างไร.....

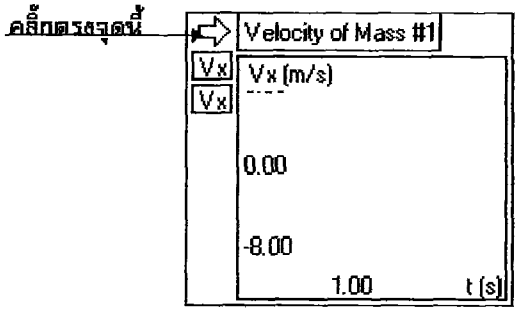
5. เพื่อให้เห็นการเคลื่อนที่และเส้นกราฟเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ให้นักเรียน เลื่อน เม้าส์ไปที่ด้านล่างทางซ้ายสุดของจอ นักเรียนจะพบแถบยาวๆดังแสดงในภาพ



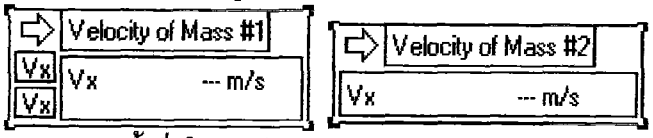
6. ให้นักเรียนสังเกตขณะมีการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสอง เส้นกราฟที่เกิดขึ้น นับจากตอนเริ่มแสดงมีลักษณะอย่างไร.....และหมายความว่าอย่างไร.....

.....

7. ให้นักเรียนใช้เม้าส์คลิ๊กที่เครื่องหมายลูกศรด้านซ้ายของตารางที่แสดงเส้นกราฟ **2 ครั้งทั้ง** มวล1 และมวล 2 ดังภาพ



จนตารางเปลี่ยนเป็นรูปข้างล่าง



การทำเช่นนี้เพื่อให้นักเรียสามารถอ่านค่าความเร็วเป็นตัวเลขได้

8. ให้นักเรียนกดปุ่ม Reset/ Start Here และกดปุ่ม Run อีกครั้งหนึ่ง ขณะที่เส้นกราฟเริ่มเปลี่ยนแปลงจากแนวนอนไปเป็นแนวดิ่งในครั้งแรกนั้น วัตถุทั้ง 2 มีค่าความเร็วเปลี่ยนแปลงจากที่บันทึกได้ในข้อที่ 1 หรือไม่ ..... และก่อนหน้านี้ทำไมเส้นกราฟจึงยังไม่เปลี่ยนแปลง.....
.....
.....

9. นักเรียนคิดว่า ถ้าความเร็วเปลี่ยนแปลงไปในช่วงแรกตอนเส้นกราฟเปลี่ยน หลังจากนั้น การเคลื่อนที่ของวัตถุทั้ง 2 เป็นอย่างไร และค่าความเร็วเป็นอย่างไร
ก่อนชนสิ่งกีดขวาง.....
.....
.....

10. ถ้าเปลี่ยนค่าความเร็วของ **มวล 1 (Mass 1) ซึ่งเป็นแท่งวัตถุสีน้ำเงิน**โดยเลื่อนแถบสีขาวไปสุดกรอบด้านซ้ายมือ แล้วกดปุ่ม Run มีสิ่งใดเปลี่ยนแปลงบ้างจากที่นักเรียนเห็นบนหน้าจอ
.....ค่าที่เปลี่ยนไประหว่างมวลกับความเร็ว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
.....

11. ทำเช่นเดียวกับข้อที่ 10 แต่ทำกับ**มวล 2 (Mass 2) ซึ่งเป็นแท่งวัตถุสีแดง**โดยปรับแถบขาวไปที่ตัวเลข 0.51 สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล

.....

.....

12.หลังจากวัตถุเคลื่อนที่ไปอีกระยะหนึ่ง ค่าความเร็วของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงอีกหรือไม่ ..... ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในขณะใด

.....

13. นักเรียนจะตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปเกี่ยวกับค่าความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปกับเส้นกราฟว่าอย่างไร.....

14.ถ้าหากวัตถุทั้ง 2 ไม่ชนกันเองหรือชนกับสิ่งอื่นๆเลย ค่าความเร็วของมันจะคงที่หรือไม่ เพราะเหตุใดให้นักเรียนใช้ใบความรู้ช่วยในการตอบ.....

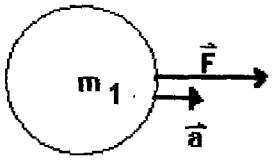
.....

จบบทเรียนที่ 2

ใบความรู้
หน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง มวล

วัตถุแต่ละก้อนอาจจะเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้ยากหรือง่ายต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุมีปริมาณประจำตัวอย่างหนึ่งที่เรียกว่า มวล ต่างกัน โดยที่ มวล หรือ (mass; m) หมายถึง ปริมาณเนื้อสารของวัตถุ เราสามารถทำการวัดค่ามวลได้ด้วยความสามารถในการต้านแรง ถ้าสามารถต้านแรงได้มาก แสดงว่าวัตถุนั้นมีมวลมาก หรือ กล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า มวลสามารถถูกวัดได้จากความเฉื่อยของวัตถุซึ่งเป็นสมบัติของตัวมวลเองที่จะต้านการเปลี่ยนสภาพของการเคลื่อนที่

มวลเป็นปริมาณสเกลลาร์และไม่ขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม



รูปแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมวลทั้งสองกับความเร่ง ที่ถูกแรงกระทำเท่ากันทั้งสองก้อน

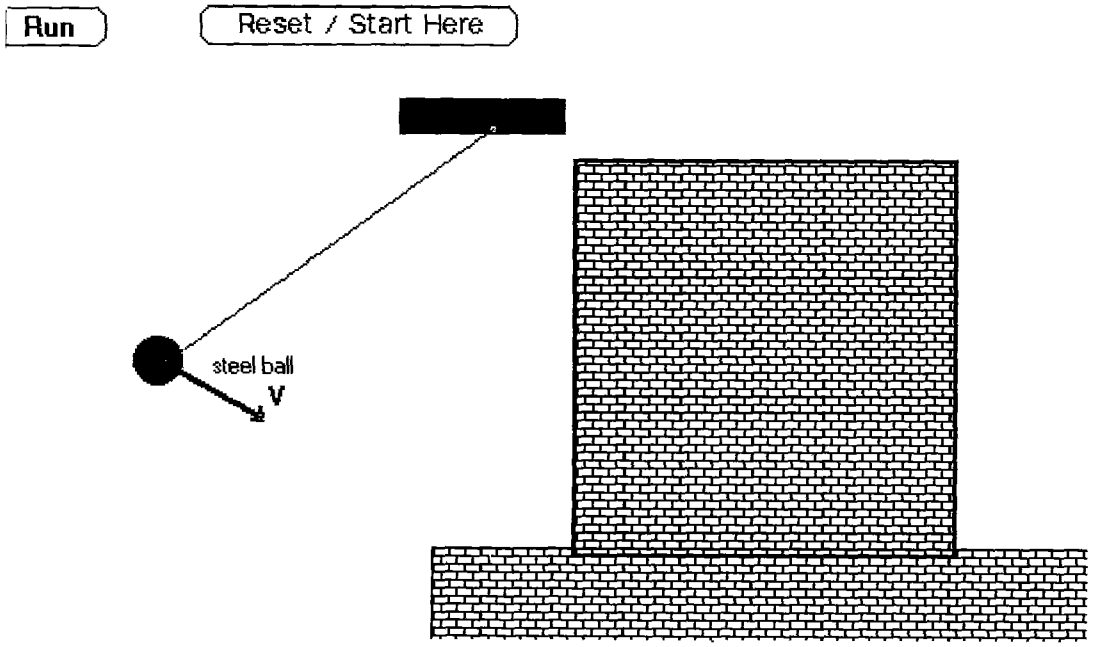
วัตถุมวล m_1 ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่ามวล m_2 จะมีค่าความเร่งต่างกันแม้จะถูกกระทำด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากัน แสดงว่ามวล m_1 มีความเฉื่อยมากกว่า

ใบงานประกอบการเรียน
หน่วยที่ 3 เรื่อง มวล

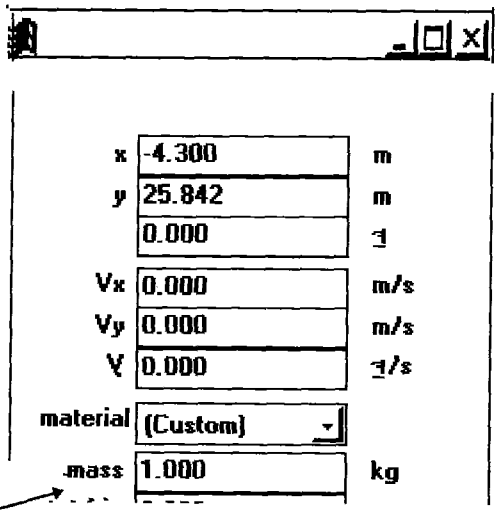
ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง หลังจากเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ 1inertia.ip หน้าจอจะปรากฏดังภาพนี้



นักเรียนจะพบอิฐบล๊อก วางอยู่บนฐาน โดยมีลูกตุ้มเหล็กที่มีความเร็วค่าหนึ่งรออยู่ เพื่อจะกระแทกกับอิฐบล๊อกก้อนนี้ ให้นักเรียนสำรวจดูว่าอิฐบล็อกนี้มีค่ามวลเท่าใด โดยการใช้เม้าส์คลิ๊กที่ตัวอิฐ 2 ครั้ง จะปรากฏกรอบแสดงข้อมูลดังที่เห็นให้นักเรียนดูตรงคำว่า mass ที่แปลว่า มวล แล้วบันทึกค่าลงไปตรงที่ลูกศรชี้พร้อมหน่วยของมวล คือ กิโลกรัม(kg)



ค่ามวลที่อ่านได้จากกรอบแสดงข้อมูลมีค่า = ...แล้วให้นักเรียนปิดกรอบนี้ที่เครื่องหมายกากะบาทด้านบนขวา แล้วกดปุ่ม Run สังเกตผลที่เกิดขึ้น แล้วให้กดปุ่ม Reset/Start Here เพื่อให้หน้าจอกลับสภาพเดิม

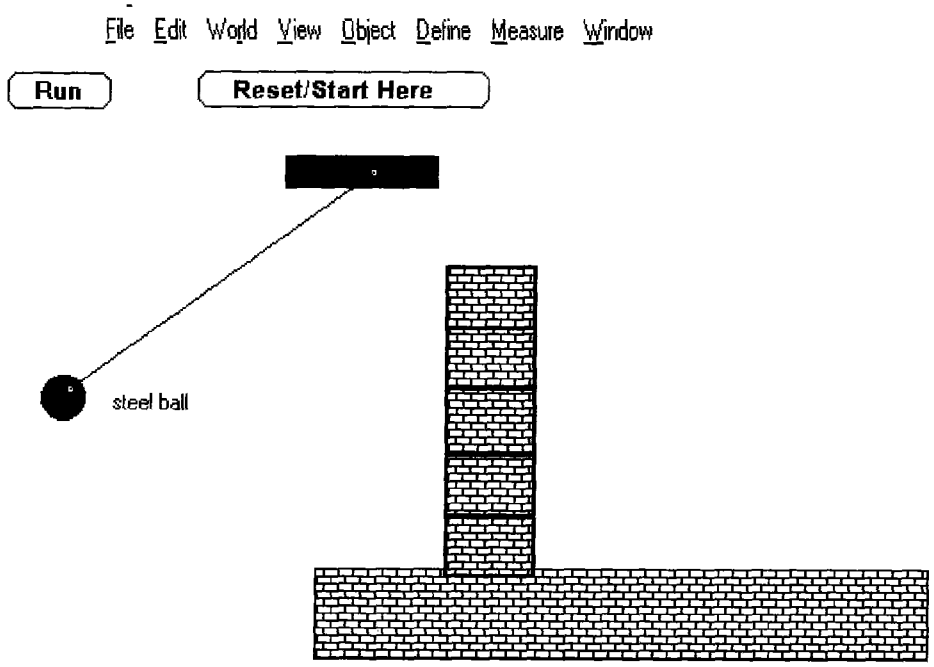
ทีนี้ให้นักเรียนลองเปลี่ยนค่าตัวเลขตรงช่อง mass โดยเปลี่ยนจากค่ามวลเดิมไปเป็น 10,20,30,40,50 จนกระทั่งถึง 100 กิโลกรัม อย่าลืมว่าในการเปลี่ยนค่ามวลทุกครั้งจะต้องกดปุ่ม Run แล้วให้กดปุ่ม Reset/Start Here ทุกครั้ง

เมื่อเสร็จทั้งหมดแล้ว นักเรียนลองเขียนคำอธิบายด้วยตัวของนักเรียนเองดูว่า ค่ามวลที่เพิ่มขึ้นมีผลอย่างไรกับการเคลื่อนที่ของอิฐบล๊อก ก้อนนี้

.....

.....

ให้นักเรียน**ปิดแฟ้ม**ข้อมูล 1inertia.ip **เพื่อเปิดแฟ้ม**ข้อมูลที่ชื่อว่า 2inertia.ip หน้าจอจะปรากฏดังภาพนี้



จากภาพที่เห็น จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะเห็นวัตถุที่มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมผืนผ้า วางตัวซ้อนกันอยู่ในแนวดิ่งทั้งหมด 5 ก้อนและทั้ง 5 ก้อนนี้วางอยู่บนแท่นยาว มีลูกตุ้มเหล็ก (steel ball)แขวนยึดติดกับเพดาน ให้นักเรียนลองคลิกเม้าส์ 2 ครั้งที่วัตถุก้อนสี่เหลี่ยมแต่ละก้อน จะปรากฏตารางในลักษณะนี้ (อยู่หน้าถัดไป)

โดยให้นักเรียนสังเกตดูตรงคำว่า mass ซึ่งหมายถึงว่าวัตถุก้อนนั้นมีมวลเท่าใด ให้นักเรียนคลิกเม้าส์กับทุกๆก้อน และบันทึกค่ามวลที่ได้ลงในใบงานนี้

1. ให้บันทึกค่าจากตารางว่า mass ของวัตถุแต่ละก้อนนับจากบนลงล่าง ให้เขียนเติมในช่องว่าง พร้อมระบุหน่วย

1.1 วัตถุก้อนที่หนึ่ง มีมวล เท่ากับ ..... 1.2 วัตถุก้อนที่สอง มีมวล เท่ากับ .....

1.3 วัตถุก้อนที่สาม มีมวล เท่ากับ ..... 1.4 วัตถุก้อนที่สี่ มีมวล เท่ากับ .....

1.5 วัตถุก้อนที่ห้า มีมวล เท่ากับ .....

2. กดปุ่ม Run เพื่อดูผลที่เกิดขึ้น ให้นักเรียนสังเกตการขยับและการเคลื่อนตัวของวัตถุว่าเคลื่อนตัวไปตามแรงกระแทกของลูกตุ้มอย่างไร

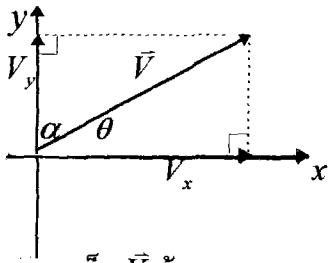
.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนใช้เม้าส์คลิกไปที่ลูกตุ้มเหล็ก 2 ครั้ง เพื่อดูค่าความเร็วตอนเริ่มต้นของลูกตุ้มว่ามีหรือไม่ รู้ได้อย่างไร .....และถ้ามี ค่าความเร็วต้นของมันเป็นเท่าใดให้บันทึกทั้งในแนวแกน x และแนวแกน y ค่า v_x =..... ค่า v_y = ... ให้นักเรียนหาค่าความเร็วรวมหรือความเร็วลัพธ์ โดยมองความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ตัวหนึ่ง *โดยพิจารณาจากข้อมูลด้านล่างประกอบ*

ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ สามารถแทนด้วยความเร็วที่เป็นองค์ประกอบย่อยสองส่วนที่ตั้งฉากกันในแนวแกน x และแนวแกน y ได้ ดังรูป



ภาพแสดงการแทนค่าของความเร็ว $\vec{V}$ ด้วยขนาดของความเร็ว 2 ส่วน คือ V_x และ V_y ถ้านักเรียนคิดว่าสัญลักษณ์ของ V_x คือ F_x และ V_y คือ F_y นักเรียนจะเลือกใช้สมการใดหาค่าความเร็วลัพธ์

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$F_x = F\cos\theta = F\sin\alpha$$

$$F_y = F\sin\theta = F\cos\alpha$$

$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$$

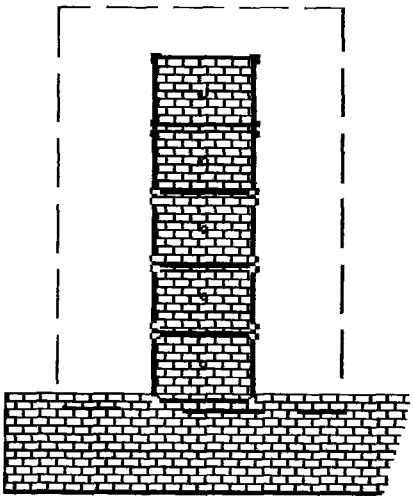
สมการที่นักเรียนเลือกใช้ในการหาค่าความเร็วลัพธ์คือ (ให้นักเรียนเขียนลงไปทุกสมการที่นักเรียนคิดว่าต้องใช้)

.....

.....

และนักเรียนคำนวณค่าความเร็วลัพธ์ได้มีค่าเท่ากับ .....

4. ให้นักเรียน*ลองเปลี่ยนค่ามวลทุกก้อน* โดยให้นักเรียนใช้นิ้วมือกดปุ่ม Ctrl (ปุ่มคอนโทรลหรือปุ่มควบคุม)
5. ไว้และคลิกเม้าส์ไปพร้อมๆกัน โดยคลิกเม้าส์ค้างไว้แล้วลากไปจะเกิดเส้นประ ให้นักเรียนลากเส้นประให้คลุมทุกก้อนเฉพาะก้อนวัตถุสี่เหลี่ยมที่วางซ้อนกันอยู่บนแท่นยาว ดังรูป



ให้นักเรียนคลิกเม้าส์ที่ก้อนวัตถุก้อนใดก้อนหนึ่ง 2 ครั้ง ตารางแสดงค่ามวลจะปรากฏขึ้นมาเหมือนกับตอนแรก ให้นักเรียนเปลี่ยนค่ามวล (mass) ในตาราง จาก 0.50 เป็น 1.00 แล้วลองใช้เม้าส์คลิกที่ก้อนวัตถุที่วางซ้อนกันแล้วบันทึกว่าค่า มวลเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากันให้นักเรียนทำซ้ำเดิมอีกครั้ง โดยพยายามทำให้ถูกขั้นตอน

5. กดปุ่ม Run แล้วให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นว่าการเคลื่อนที่ของก้อนวัตถุเปลี่ยนไปหรือไม่อย่างไร
   นักเรียนตอบว่า.....
6. *ให้นักเรียนดูภาพจากหน้าจออีกครั้ง* ***ใช้วิธีเดียวกันกับข้อที่ 4*** แต่ให้เปลี่ยนค่ามวลในตารางเป็น 2 ,5,10,20,30,50,100,1000 ตามลำดับ และให้สังเกตผลที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่าขณะที่มวลค่อยๆมากขึ้นนั้น การเคลื่อนตัวของวัตถุเป็นอย่างไร

   .....

   .....

7. ถ้าหากมีวัตถุ 2 ก้อนถูกผลักด้วย**แรงที่เท่ากัน** แต่ก้อนหนึ่งมี**มวลมากกว่าอีกก้อนหนึ่ง** นักเรียนคิดว่าวัตถุก้อนไหนจะเคลื่อนที่ได้ง่ายกว่า ถ้าตอนแรกวัตถุทั้งสองหยุดนิ่ง.....

ในทางกลับกัน ถ้าหากวัตถุ 2 ก้อนมี**ค่ามวลเท่ากัน** แต่ถูกผลักด้วย**แรงที่ต่างกัน** นักเรียนคิดว่าวัตถุก้อนไหนจะเคลื่อนที่ได้ง่ายกว่า ถ้าตอนแรกวัตถุทั้งสองหยุดนิ่ง

.....

8. ให้นักเรียนเขียนสรุปเป็นข้อความของตนเองว่า ***มวลของวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างไร***.....

.....

9. นักเรียนจะนำความรู้เรื่องมวลไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้างให้นักเรียนอธิบายเป็นข้อๆ

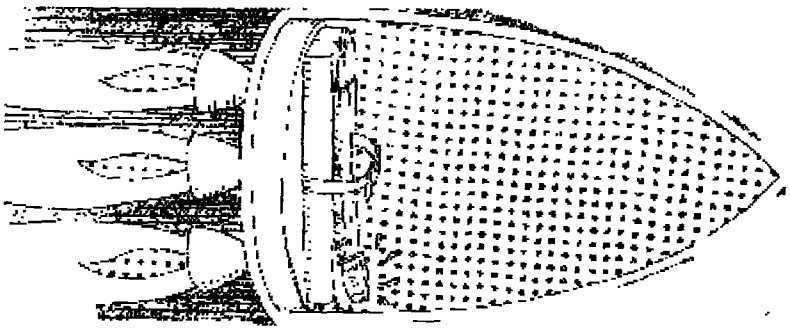
.....

.....

.....

.....

.....



จบหน่วยนี้แล้วจ้า เหนื่อยไหม ไปก่อนล่ะนะ bye....bye

ใบความรู้
หน่วยย่อยที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

กฎของนิวตันข้อที่ 2

กฎข้อนี้เป็นการให้ความหมายเกี่ยวกับแรง และได้มาจากการทดลอง เนื่องจากแรงจะแปรผันตรงกับค่าความเร่ง ใจความที่สำคัญของกฎข้อนี้คือ "วัตถุจะมีความเร่งได้ก็ต่อเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุมีแรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์ โดยความเร่งที่เกิดขึ้นจะต้องมีทิศเดียวกับแรงลัพธ์เสมอ"

จากการทดลองพบว่า $\sum \vec{F}$ แปรผันตรงกับ $\vec{a}$ และ $\vec{a}$ แปรผันตรงกับ $\frac{1}{m}$ ดังนั้น โดยทั่งไปกฎข้อที่ 2 ของนิวตันจึงถูกเขียนอยู่ในรูป $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$\sum \vec{F}$ แทน แรงลัพธ์

เครื่องหมาย $\sum$ อ่านว่า ซิกม่า หมายถึง การรวมกัน สามารถใช้คำว่าแรงสุทธิแทน $\sum \vec{F}$ ก็ได้ เพราะแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ซึ่งมีทิศทางที่ชัดเจน และจะต้องถูกรวมแบบเวกเตอร์

m แทน มวลของวัตถุ

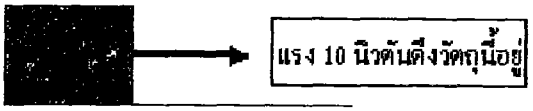
$\vec{a}$ แทน ความเร่ง

กฎข้อที่ 2 ของนิวตันถือได้ว่าเป็นความคิดหลักของกฎการเคลื่อนที่ ตามกฎนี้ค่าความเร่งของวัตถุจะถูกบ่งบอกโดย 2 ปริมาณ คือ ค่าแรงลัพธ์และค่ามวลของวัตถุนั้น แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุก่อให้เกิดความเร่ง ซึ่งเป็นไปตามสมการ $\vec{F} = m\vec{a}$

จากสมการนี้จะพบว่าหน่วยของแรง มาจากผลคูณของ มวลเอ็ม m และความเร่งเอ $\vec{a}$ ดังนั้นหน่วยของแรงคือ กิโลกรัม คูณ เมตรต่อวินาทียกกำลังสอง ($kg.m/s^2$) ซึ่งถูกเรียกชื่อใหม่ว่า นิวตัน หรือเขียนว่า N กฎข้อนี้แรงที่จะนำมาใช้คิดคำนวณจะเป็นแรงจากภายนอกทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุ ไม่ใช่เป็นเพียงแรงใดแรงหนึ่งในหลายๆแรง

<u>โจทย์ตัวอย่าง</u>

สมมติว่ามีกล่องใบหนึ่งถูกลากไปตามพื้นโต๊ะด้วยแรง 10 N แรงนี้ถูกถ่ายผ่านทางเส้นเชือกที่ติดกับด้านหน้าของกล่อง ดังรูปข้างล่าง



ใบความรู้
หน่วยย่อยที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน (ต่อ)

กล่องนี้มีมวล 5 กิโลกรัม และมีแรงเสียดทานระหว่างพื้นโต๊ะกับกล่องเป็น 2 N ค่าความเร่งของกล่องนี้มีค่าเท่าใด ?

$$F_s = 10 \ N$$
$$f = 2 \ N$$
$$m = 5 \ kg$$
$$a = \ ?$$

$\sum \vec{F} = m\vec{a}$ เพราะแรงทั้งสองอยู่ในทิศทางตรงกันข้าม

$\sum F$ = 10 N -- 2 N = 8 N

ดังนั้น $\sum F$ = 8 $N = ma$

โดยการหารทั้ง 2 ข้างของสมการนี้ด้วย m จะได้ว่า

$$a = \frac{\sum F}{m} = \frac{8}{5}\frac{N}{kg} = 1.60 m/s^2$$

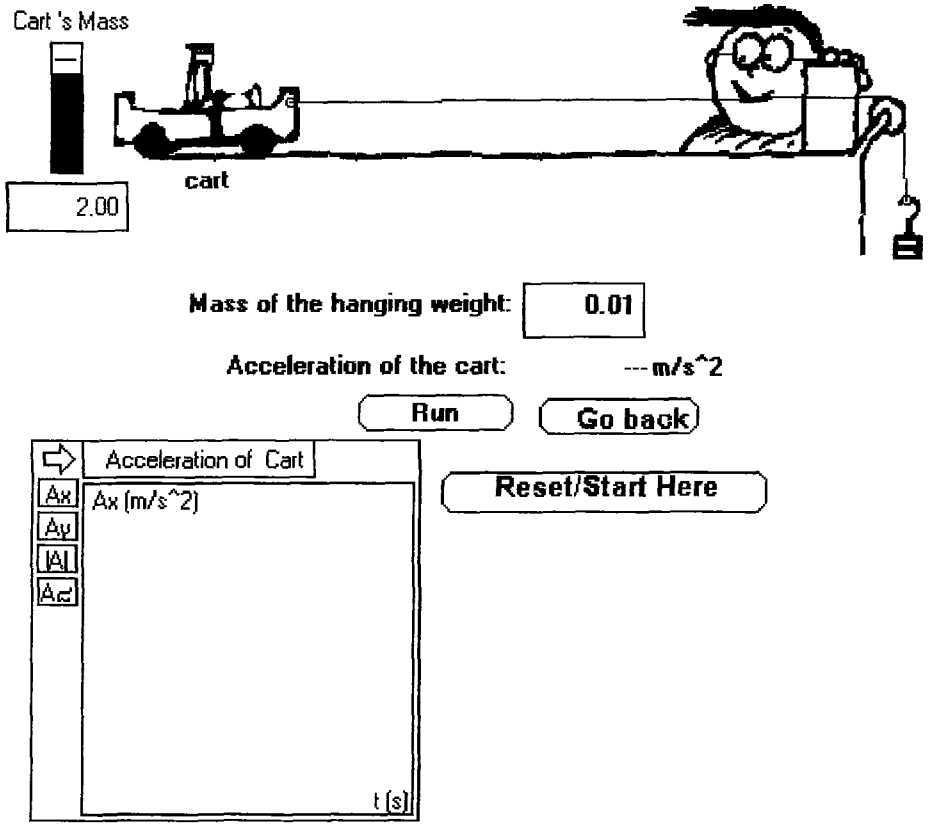
ใบงานประกอบการเรียน
หน่วยที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

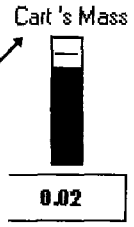
ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง

หลังจากเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ cart.ip หน้าจอจะปรากฏดังภาพนี้



1. จากภาพที่เห็น จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ จะเห็นนักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองกับรถทดลองเพื่อตรวจสอบกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 2 ก่อนอื่นให้นักเรียนสำรวจหน้าจอตรง

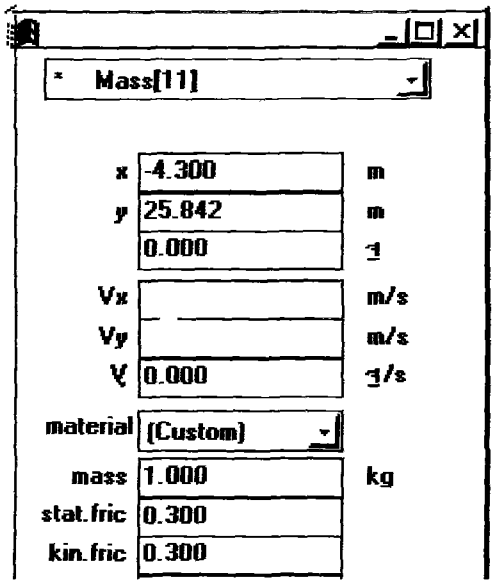


แท่งสี่เหลี่ยมใกล้รถทดลองที่เขียนว่า Cart's Mass(มวลของรถทดลอง) ลอง

คลิ๊กเม้าส์ ตรงบริเวณแถบสีขาวในแท่งดำค้างไว้แล้วเลื่อนดูว่ามวลของรถทดลองมีค่าอยู่ในช่วงใดถึงช่วงใด หน่วยเป็นกิโลกรัม อย่าลืมใส่นะ นักเรียนตอบว่า .....

2. ให้นักเรียนสังเกต***รถทดลองจะมีเชือกผูกติดกับรถทดลองคล้องผ่านรอกโดยมีตัวนอตเหล็กถ่วงอยู่*** ซึ่งสามารถเปลี่ยนค่าได้ โดยนักเรียนเพียงแต่เปลี่ยนตัวเลขหลังคำว่า Mass of hanging weight ซึ่งหมายถึงนอตที่ถ่วงอยู่มีมวล และอยู่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ขณะนี้ค่ามวลของนอตเป็นเท่าใด ตอบพร้อมระบุหน่วย ..... (นักเรียนควรระบุหน่วยทุกครั้งไม่ว่าเติมปริมาณอะไร)

3. เสร็จแล้วให้นักเรียนคลิกเม้าส์ 2 ครั้งตรงรถทดลองจะปรากฏตาราง คล้ายกับข้างล่าง



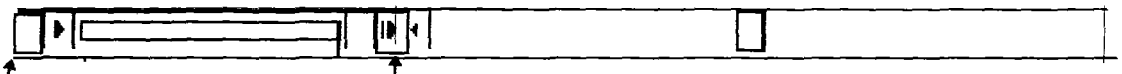
บันทึกค่าความเร็วทั้งแนวแกน x และแนวแกน y

ค่าความเร็วในแนวแกน x(V_x) =..... ค่าความเร็วในแนวแกน y (V_y) = ...

4. นักเรียนจะเห็นคำว่า Acceleration of the cart (ความเร่งของรถทดลอง) มีตัวเลขปรากฏอยู่หรือไม่ (**อยู่ตรงหน้าจอเหนือปุ่ม Run**) ถ้ามีเป็นเท่าใด .....

5. จากภาพถ้ารถทดลองวิ่งไป มันจะวิ่งไปในแนวใด .....

6. ให้นักเรียนกดปุ่ม Run เพื่อดูผลที่เกิดขึ้น สังเกตค่าความเร่งของรถทดลองว่าเป็นเท่าใด **(บันทึกค่าตัวเลขที่เกิดขึ้นซ้ำมากที่สุด)**ถ้ามองไม่ทันให้ใช้แถบควบคุม เพื่อให้เห็นการเคลื่อนที่และเส้นกราฟเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ให้นักเรียน เลื่อน เม้าส์ไปที่ด้านล่างทางซ้ายสุดของจอ นักเรียนจะพบแถบยาวๆดังแสดงในภาพ



ปุ่มริมสุด ใช้ เม้าส์คลิ๊กทีละครั้งวัตถุจะเคลื่อนทีละจังหวะการคลิ๊ก

นักเรียนบันทึกตัวเลขขณะที่รถทดลองเคลื่อนที่ มีค่า = ... แล้วกดปุ่ม Go Back ภาพจะกลับที่เดิมหรือปุ่ม Reset/Start Here ก็ได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนมองไปที่เส้นกราฟสีน้ำเงินที่อยู่ในตารางที่มีชื่อว่า Acceleration of Cart (ความเร่งของรถทดลอง)

7. นักเรียนพบว่าเส้นกราฟมีลักษณะอย่างไร .....
8. ให้นักเรียนใช้เม้าส์คลิ๊กไปที่ช่องตัวเลขโดยนักเรียนเพียงแต่เปลี่ยนตัวเลขหลังคำว่า Mass of hanging weight ให้เป็น 0.02 เสร็จแล้วกดปุ่ม Run ดูการเปลี่ยนแปลงของความเร่งของรถทดลอง ให้นักเรียนบันทึกค่าที่ได้ และเปลี่ยนค่าเพิ่มขึ้นไปทีละ 0.01 จนถึง 0.15 ให้นักเรียนบันทึกค่าทุกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางด้านล่างนี้ **ขณะนี้ให้มวลของรถทดลองเป็น 2.00 kg**

ตารางบันทึกค่าระหว่าง มวลของนอตเหล็ก กับ ความเร่งของรถทดลอง

มวลของนอตเหล็ก(kg)	ความเร่งของรถทดลอง (m/s^2)
0.02	
0.03	
0.04	
0.05	
0.06	
0.07	
0.08	
0.09	
0.10	
0.11	
0.12	
0.13	
0.14	
0.15	

9. ข้อมูลที่นักเรียนได้ในข้อ 8 ให้นักเรียนพิจารณาว่า มวลของนอตเหล็กที่เพิ่มขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร หมายถึงแปรผันตรงหรือแปรผกผันกันระหว่างมวลของนอตเหล็กกับความเร่งของรถทดลอง และเพราะอะไร ให้นักเรียนตอบและอธิบาย

.....

.....

10. สังเกตว่ามวลของตัวนอตเหล็ก**ส่งผลให้รถทดลองสามารถเคลื่อนที่ได้** และการที่รถทดลองเคลื่อนที่ได้จะต้อง**มีแรงไม่ใช่มวล**มาดึงโดยส่งผ่านเส้นเชือกที่ผูกติดกับรถทดลอง ซึ่งมาจาก**น้ำหนักของตัวนอต** จนทำให้รถเคลื่อนที่ได้ นักเรียนคิดว่าปริมาณที่ดึงรถไปได้นั้นปริมาณนั้นเป็นเวกเตอร์หรือสเกลาร์ .....และปริมาณนั้นคือ.....มาจากไหน.....

11. มวลของรถทดลองมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ขณะเพิ่มมวลของตัวนอต.....

12. นักเรียนตีความและสรุปความสัมพันธ์ของข้อ 10 ที่เกี่ยวกับน้ำหนักของตัวนอต กับค่าความเร่งของรถทดลองในข้อที่ 8 ได้อย่างไรขณะที่มวลของรถทดลองมีค่าคงที่

.....

.....

.....

13. นักเรียนสามารถเห็นเส้นกราฟได้ตลอดเวลาจากหน้าจอ ซึ่งจากหน้าจอเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่าง **เวลากับความเร่งของรถทดลอง** เส้นกราฟที่ได้มีลักษณะการวางตัวขนานหรือทำมุมอย่างไรกับแกนนอน .....

14. ถ้านักเรียนจะ***เขียนกราฟระหว่างน้ำหนักของตัวนอตกับค่าความเร่งของรถทดลอง*** โดยให้ น้ำหนักของตัวนอตอยู่**ในแนวราบ** และ ความเร่งของรถอยู่**ในแนวดิ่ง** นักเรียนคิดว่าจะได้เส้นกราฟในลักษณะใด และการวางตัวของเส้นกราฟกับแกนราบเป็นอย่างไร *ขณะที่มวลของรถทดลองคงที่*

(น้ำหนัก = มวล คูณ ความเร่งในแนวดิ่ง = มวลของนอต คูณกับ 9.81 ให้จำไว้ก่อน จะได้ทราบละเอียดในบทเรียนเรื่องน้ำหนัก)

(ที่สำหรับวาดกราฟ).....

.....

.....

....

.....

.....

15. ให้นักเรียนเลื่อนแถบสีขาวที่อยู่ในแท่งตัวเลื่อนสีดำใกล้กับรถทดลอง (มีตุ๊กตานั่งในรถสีเหลือง) ปรับค่ามวลของรถจาก

0.02

โดยเปลี่ยนค่าไปเรื่อยๆทีละค่าตามลำดับ จากข้อมูลตารางที่กำหนดให้จนถึง 2.00 และบันทึกค่าความเร่งที่ได้ลงในตาราง

ตารางบันทึกค่าระหว่าง มวลของรถทดลอง กับ ความเร่งของรถทดลอง

มวลของรถทดลอง (kg)	ความเร่งของรถทดลอง (m/s^2)
0.12	
0.22	
0.32	
0.42	

มวลของรถทดลอง (kg)	ความเร่งของรถทดลอง (m/s^2)
0.51	
0.71	
0.91	
1.01	
1.51	
2.00	

16. ขณะที่นักเรียนได้ความสัมพันธ์นี้ค่าน้ำหนักของตัวนอตเปลี่ยนแปลงหรือไม่..... และความสัมพันธ์ระหว่างมวลของรถทดลองกับความเร่งของรถทดลองแปรผกผันหรือแปรผันตรงต่อกัน.....

17. ถ้านักเรียนจะ*เขียนกราฟระหว่างมวลที่เปลี่ยนไปของรถทดลองกับค่าความเร่งของรถทดลอง* โดยให้มวลของรถทดลองอยู่ในแนวราบ และความเร่งของรถทดลองอยู่ในแนวดิ่ง นักเรียนคิดว่าจะได้เส้นกราฟในลักษณะใด และการวางตัวของเส้นกราฟกับแกนราบเป็นอย่างไร *ขณะที่น้ำหนักของนอตมีค่าคงที่*
(ที่สำหรับวาดรูปกราฟ)

.....

.....

.....

.....

.....

18. และถ้านักเรียนจะเขียนกราฟระหว่างค่าความเร่งของรถทดลองในแนวดิ่งและส่วนกลับของมวลของรถทดลองเอง นักเรียนจะได้กราฟรูปอะไร *ขณะที่น้ำหนักของนอตมีค่าคงที่*

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ในเรื่องนี้ใช้ความอดทนหน่อยนะ ต้องรอบคอบและช่างสังเกต ความฉลาดเกิดขึ้นได้เพราะการฝึกฝนอย่างจริงจังเท่านั้น ล้าก็พักสัก 2 นาที

19. ให้นักเรียนรวมความสัมพันธ์จากข้อ 12 กับ ข้อ 16 ในรูปลักษณะทางคณิตศาสตร์ของการแปรผัน นักเรียนเขียนได้ว่า

.....

20. ให้นักเรียนเปลี่ยนเป็นเครื่องหมายแปรผันเป็นเครื่องหมาย เท่ากับ และจะเกิดค่าคงที่จากการเปลี่ยนความสัมพันธ์ของการแปรผันเป็นเครื่องหมายเท่ากับกำหนดให้เท่ากับ1 นักเรียนจะได้สมการผลลัพธ์ว่า.....

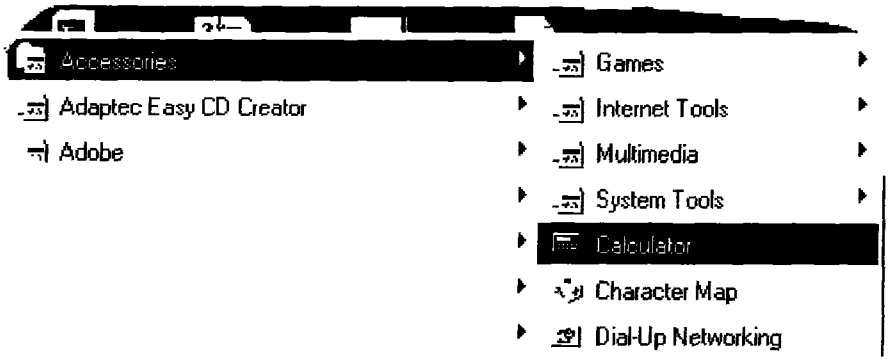
ข้อที่ 21 สำคัญนะ ตั้งใจอ่านให้ดี ๆ

21. ให้นักเรียนลองคำนวณค่าความเร่งที่ได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ สักค่าหนึ่ง(หน่วยจะเป็น m/s^2) โดยต้องหาค่าแรงที่ฉุดรถทดลองให้ได้ก่อน แนะให้ว่าค่าแรงได้มาจากการความสัมพันธ์ของกราฟในข้อ 14

.....

.....

22. จากข้อที่ 21 ถ้าแรงหาได้แล้ว กำหนดให้ค่ามวลของรถทดลองคงที่ นักเรียนจะได้ค่าความเร่ง เมื่อนำค่ามวลของรถทดลองไปหารแรง ให้นักเรียน**ลองเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับตัวเลขบนหน้าจอคอมพิวเตอร์**ที่แสดงไว้ในตารางข้อที่ 8 ว่าตรงกันหรือไม่ นักเรียนสามารถใช้เครื่องคิดเลขจาก โปรแกรม Accessories แล้วคลิกเข้าไปที่



ต้องทำการคลิกเมาส์เลือกคำว่าAccessories จึงจะปรากฏภาพดังกล่าว ให้นักเรียนแทนค่าหาออกมา **จากมวลของรถทดลอง 2 kg** ให้ทำการคำนวณโดยเพิ่มค่ามวลของนอตทีละ 0.01 จนกระทั่งถึงค่า 0.15

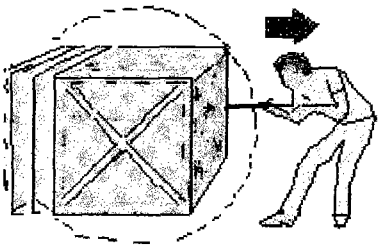
ตารางคำนวณค่าระหว่างความเร่งของรถทดลอง กับ มวลของนอตเหล็ก

ความเร่งของรถทดลอง(m/s^2)	มวลของนอตเหล็ก(kg)
0.02	
0.03	
0.04	
0.05	
0.06	
0.07	
0.08	
0.09	

ความเร่งของรถทดลอง(m/s^2)	มวลของนอตเหล็ก(kg)
0.10	
0.11	
0.12	
0.13	
0.14	
0.15	

23. ค่าที่ได้ทุกค่าตรงตามค่าทุกค่าจากที่ปรากฏหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือไม่ ให้เหตุผลประกอบ.....
.....
.....

24. นักเรียนจะสรุปเป็นคำพูดของนักเรียนเกี่ยวกับกฎข้อที่สองของนิวตันได้อย่างไร
....
.....
....



จบหน่วยบทเรียนที่ 4 เรื่องกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ใบความรู้
หน่วยย่อยที่ 5 เรื่อง *กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล*

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

ถ้าหากมีใครก็ตามสนใจถึง วัตถุ 2 ก้อนออกแรงดึงดูดกันแล้ว โดยวัตถุทั้ง 2 ก้อนนั้นไม่จำเป็นต้องมีมวลเท่ากัน เช่นก้อนแรกและก้อนที่สอง มีค่ามวลเป็น m_1 และ m_2 ตามลำดับ

สามารถเขียนแทนด้วยสมการ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ แรงนี้ เรียกว่า ***แรงดึงดูดระหว่างมวล***

เมื่อ F แทน แรงดึงดูดซึ่งกันและกันของวัตถุแต่ละฝ่าย

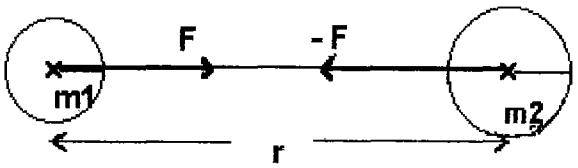
G แทน ค่าคงที่สากลมีค่าเท่ากับ (6.670).(10^{-11}) $N.m^2/Kg^2$

m แทน มวลของวัตถุที่อยู่ใกล้ๆกับผิวโลก

M แทน มวลของโลก

r^2 แทน ระยะห่างยกกำลังสองที่วัดจากจุดศูนย์กลางมวลระหว่างโลกกับวัตถุใดๆ ที่อยู่ใกล้กับผิวโลก

สมการ $F = \frac{GmM}{r^2}$ สามารถนำไปประยุกต์ในกรณีอื่นๆระหว่างมวลของวัตถุ 2 ก้อนใดๆ โดยไม่จำเป็นที่มวลก้อนหนึ่งต้องเป็นโลก เขียนสมการใหม่ได้เป็น $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ โดยที่ m_1 และ m_2 เป็นมวลของวัตถุคนละก้อนที่ดึงดูดกัน



ภาพประกอบ แรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ m_1 และมวลของวัตถุ m_2

เรื่องของกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลนี้ นักเรียนจะได้ศึกษากรณีเฉพาะที่จะโยงไปสู่อีกเรื่องหนึ่งที่เป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียนมาก เนื่องจากเป็นเรื่องในชีวิตประจำวันของนักเรียนทุกคน นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปในหน่วยการเรียนที่ 6 ในเรื่องที่ชื่อว่า น้ำหนัก

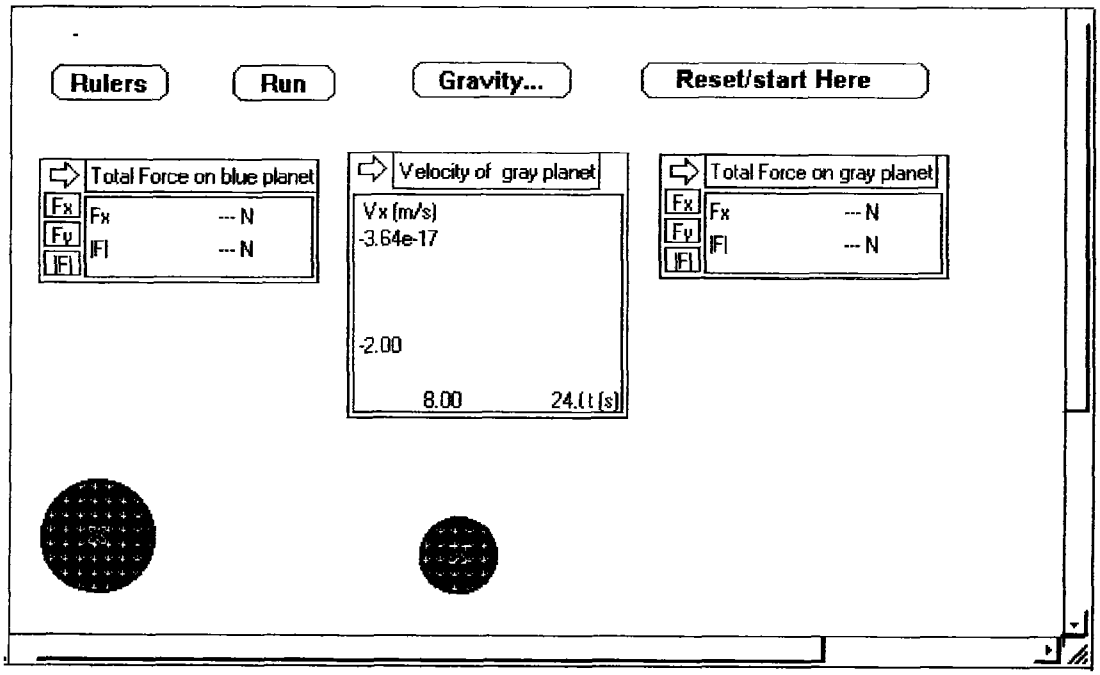
ใบงานประกอบการเรียน
หน่วยที่ 5 เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

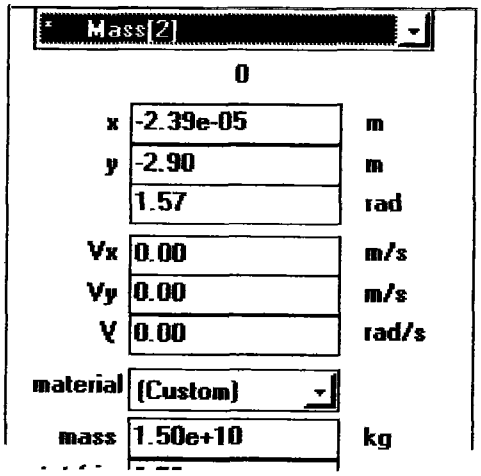
ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง

หลังจากที่นักเรียนได้เปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ between.ip หน้าจอจะปรากฏภาพดังนี้



จากภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะเห็นวัตถุที่ถูกสมมติว่าเป็นดาวเคราะห์สีน้ำเงินและดาวเคราะห์สีเทา มีลักษณะเป็นทรงกลมวางตัวอยู่ในแนวนอน ให้นักเรียนคลิกเม้าส์ 2 ครั้ง ที่ตัววัตถุจะปรากฏตารางดังนี้



1. ให้นักเรียนบันทึกค่า มวล(mass)และความเร็วของดาวเคราะห์แต่ละฝ่าย

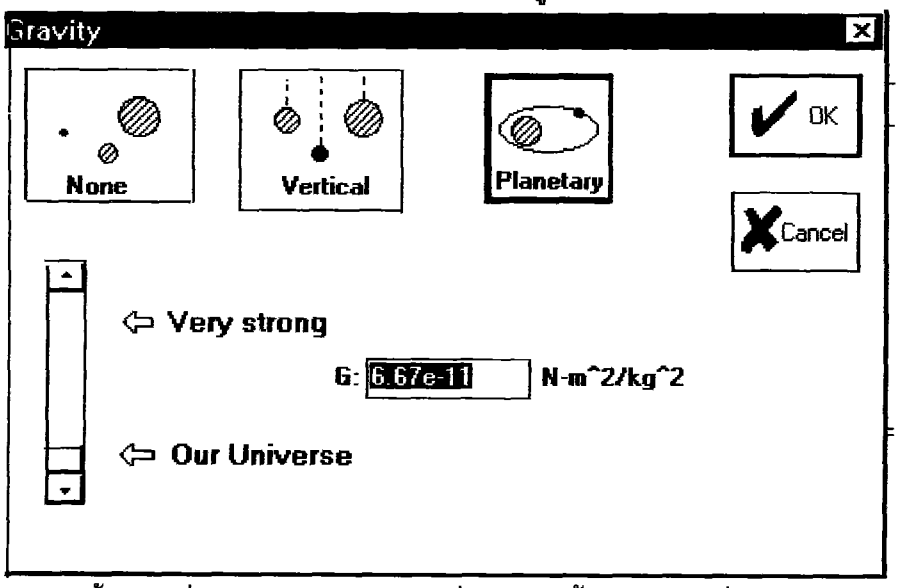
มวลของดาวเคราะห์สีน้ำเงิน = ...

มวลของดาวเคราะห์สีเทา = ...

มวลของดาวเคราะห์ทั้งสองเท่ากันหรือไม่ นักเรียนตอบว่า .....

ความเร็ว แต่ละแนว	ดาวเคราะห์สีน้ำเงิน	ความเร็ว ดาวเคราะห์สีเทา
V_x		
V_y		

และให้นักเรียนกดปุ่ม Gravity แล้วจะปรากฏภาพดังรูปข้างล่างนี้ นักเรียนจะสังเกตเห็นว่ามีกรอบที่เข้มกว่ากรอบอื่นๆซึ่งแสดงถึงกรอบนั้นถูกเลือก



ดังภาพนี้ กรอบที่ถูกเลือกคือ Planetary ซึ่งหมายถึงสถานการณ์ที่นักเรียนศึกษาอยู่ขณะนี้ **เกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดระหว่างดาวเคราะห์เท่านั้น** ไม่สนใจแรงภายนอกอื่นๆ *นักเรียนจะพบว่ามีค่า **G** ในตารางซึ่งเป็นค่าคงที่ สำหรับแรงดึงดูดระหว่างดาวเคราะห์คู่ๆหนึ่งในจักรวาล* ให้บันทึกค่าลงในใบงาน ค่า ***G*** = ...

3. ให้นักเรียนวัดตำแหน่งของดาวเคราะห์ โดยกดปุ่ม Ruler เส้นบรรทัดจะปรากฏขึ้นมา ทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ ให้นักเรียนสังเกตตรง*ตำแหน่งกากะบาทของดาวเคราะห์แต่ละฝ่ายว่าตรงกับตำแหน่งเลขบนเส้นบรรทัดบนแนวระดับเท่าใด* ให้บันทึกไว้

ตำแหน่งของดาวเคราะห์สีน้ำเงิน = ...

ตำแหน่งของดาวเคราะห์สีเทา = ...

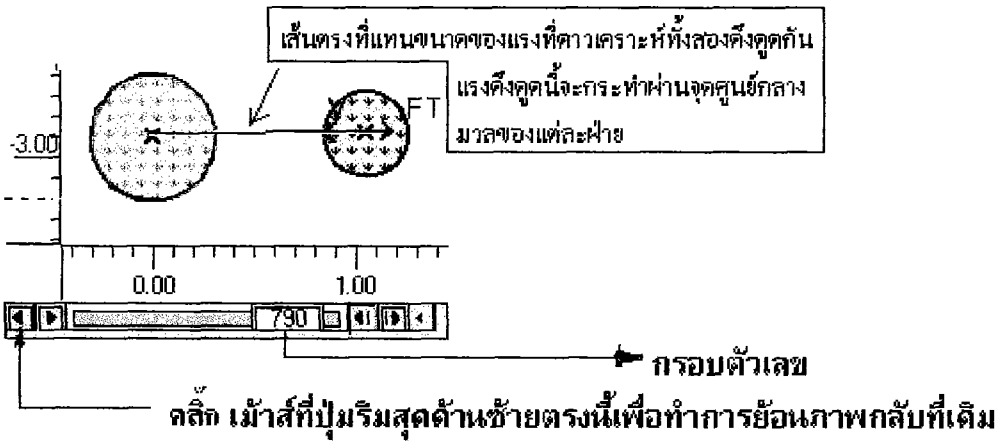
กดปุ่ม Run *ให้นักเรียนรอจนกระทั่ง*นักเรียนเห็นดาวเคราะห์เคลื่อนที่ ดาวเคราะห์ใดที่เคลื่อนที่ .....และเคลื่อนที่ไปในทิศทางใด.....

4. แรงที่ต่างฝ่ายต่างกระทำต่อกันมีทิศทางและขนาดเป็นอย่างไรเขียนอธิบายให้ชัดเจน

   .....

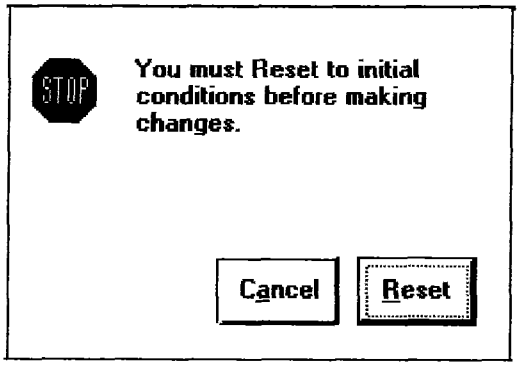
   สังเกตได้จากสิ่งใด .....

5. ให้นักเรียนรอจนกระทั่งดาวเคราะห์ทั้งสองชนกัน หลังจากนั้นให้นักเรียนกดปุ่มริมสุดทางด้านซ้ายมือดังรูป



แล้วให้นักเรียนรอจนกระทั่งวัตถุย้อนกลับที่เดิม *โดยไม่ต้องกดปุ่ม Reset/Start Here*

6. นักเรียนจะพบว่ากรอบตัวเลข*แสดงค่าศูนย์* (0) ให้นักเรียนเลื่อนกรอบตัวเลขไปทางด้านขวามือจนดาวเคราะห์สีเทาเคลื่อนมาอยู่ตรงตำแหน่ง บนเส้นบรรทัดที่ตำแหน่ง 5.00 **ให้นักเรียนเลื่อนเม้าส์เฉย ๆไม่ต้องคลิกเม้าส์** *จนลูกศรไปอยู่ตรงตำแหน่งกากะบาทซึ่งถือเป็นตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลหรือเป็นจุดตัวแทนของดาวเคราะห์* และ**ดูว่าตำแหน่งกากะบาทแสดงเส้นประบนไม้บรรทัดทางด้านล่างจอภาพที่ 5.00 หรือไม่** ถ้ายังไม่ตรง ให้นักเรียนเลื่อนกรอบตัวเลขเพื่อขยับวัตถุให้ตรง ถ้านักเรียนเผลอคลิ๊กเม้าส์ จะปรากฏข้อความว่า



นักเรียนเพียงแต่กดปุ่ม Cancel(ยกเลิก) เท่านั้น ทุกอย่างจะยังคงเหมือนเดิม

7. ให้นักเรียนดูที่ค่า |F| ที่อยู่ในกรอบแสดงข้อมูลที่มีชื่อว่า Total force of blue(แรงทั้งหมดที่กระทำกับดาวเคราะห์สีน้ำเงิน)

และ Total force of gray(แรงทั้งหมดที่กระทำกับดาวเคราะห์สีเทา) ซึ่งปรากฏอยู่บนหน้าจอทางด้านซ้ายมือและด้านขวามือ ตามลำดับ โดยให้ทำการสังเกตว่า **ค่าตัวเลขของ|F|ที่แสดงถึงขนาดของแรงทั้งหมดที่มากระทำกับดาวเคราะห์นั้น ๆ** ค่าตัวเลขนี้ของดาวเคราะห์แต่ละฝ่ายเท่ากันหรือไม่ นักเรียนตอบว่า ..... ให้นักเรียนบันทึกค่าขณะที่ดาวเคราะห์อยู่ตรงตำแหน่งระยะห่างต่อกันและกันที่ระยะ 5.00 หน่วย

8. ทำการวัดค่าแรงทั้งหมด |F|ที่ปรากฏในตารางเช่นเดียวกับข้อ 7 แต่ให้เลื่อนกรอบตัวเลข(วิธีการเลื่อนทำเหมือนข้อ 6) ให้เลื่อนจนดาวเคราะห์สีเทาขยับไปอยู่ที่ ระยะห่าง 4.00,3.00,2.00,1.00 หน่วย ตามลำดับ แล้วทำการบันทึกค่าลงในตาราง ดังนี้

ระยะห่าง (หน่วย)	4.00	3.00	2.00	1.00
แรงที่กระทำต่อดาวเคราะห์**สีน้ำเงิน** (N)				
แรงที่กระทำต่อดาวเคราะห์**สีเทา** (N)				

9.จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะสังเกตเห็นถึงเส้นกราฟว่าเป็นเส้นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งใดกับสิ่งใด ..... และลักษณะเส้นกราฟที่ได้เป็นอย่างไร(เป็นเส้นโค้งหรือเส้นตรงและวางตัวกับแนวแกนอย่างไร เขียนอธิบายให้ชัดเจน)

.....

.....

10.เส้นกราฟที่ได้นี้ แสดงถึงการเพิ่มขึ้นหรือลดลง .....นักเรียนใช้หลักเกณฑ์ใดในการตอบ .....

นักเรียนคิดว่าเกิดความเร่งบนดาวเคราะห์หรือไม่.....นักเรียนทราบได้อย่างไร

.....

.....

11.จากค่าแรงที่นักเรียนทำการบันทึกไว้ที่ระยะต่างๆ ในข้อที่ 8 ปริมาณตัวเลขที่แทนแรงกระทำต่อกันระหว่างดาวเคราะห์ทั้งสองฝ่าย และระยะห่างระหว่างกันของดาวเคราะห์ทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ให้นักเรียนตีความหมายและสรุปข้อมูลจากตารางที่ได้ในข้อ 8

.....

.....

12.ค่ามวลของดาวเคราะห์สีน้ำเงินและค่ามวลของดางเคราะห์สีเทาในขณะนี้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ให้นักเรียนย้อนกลับไปดูจากที่ทำการบันทึกไว้ในข้อที่ 1

.....

ข้อ 13 สำคัญมาก เป็นสิ่งที่นักเรียนต้องทราบ

13.ให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขทำการคำนวณค่าแรงดึงดูดที่ดาวเคราะห์แต่ละฝ่ายกระทำต่อกันว่า ***<u>ถ้าระยะไกลจากกันออกไปมากขึ้น ค่าแรงที่กระทำจะแปรผันกับส่วนกลับของระยะห่างยกกำลังสองหรือไม่</u>*** หรือแรงที่ทั้งสองฝ่ายกระทำต่อกันจะเป็นไปตามสมการ

$$\left(F = \frac{G m_t M_b}{d^2} \right)$$

โดยที่ F แทน ขนาดของแรงที่ดาวเคราะห์ทั้ง 2 ฝ่ายกระทำต่อกัน

G แทน ค่าคงที่ของแรงดึงดูดของวัตถุในจักรวาล มีค่า 6.670 e -11

m_t แทน มวลของดาวเคราะห์สีเทา

M_b แทน มวลของดาวเคราะห์สีน้ำเงิน

d^2 แทน ระยะห่างยกกำลังสองระหว่างดางเคราะห์แต่ละฝ่าย

ให้นักเรียนคิดคำนวณตั้งแต่ระยะห่างเป็น 1.00,2.00,3.00,4.00 และ 5.00 ตามลำดับ โดยนำค่าตั้งแต่ระยะห่างเป็น 1 มาเป็นตัวหารที่จะต้องถูกยกกำลังสอง แล้วนำไปแทนใน d^2 เป็น 1^2 เป็นต้น และให้ทำแบบเดียวกันนี้ที่ระยะห่างเป็น 2 เมื่อถูกยกกำลัง 2 ก็จะ เป็น 2^2 และเมื่อระยะห่างเป็น 3 ก็จะ เป็น 3^2 เป็นต้น ให้นักเรียนทำเช่นนี้จนถึงระยะห่าง 5.00 หน่วย ค่าของแรงที่คำนวณได้นี้ *ให้ใส่ค่าถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง*

ระยะห่าง (หน่วย)	5.00	4.00	3.00	2.00	1.00
แรงที่กระทำต่อดาวเคราะห์**สีน้ำเงิน** (N)					
แรงที่กระทำต่อดาวเคราะห์**สีเทา** (N)					

14.ค่าที่นักเรียนคำนวณได้จากข้อ 13 เท่ากับค่าที่ปรากฏจากหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือไม่ *<u>จากที่นักเรียนบันทึกไว้ในข้อที่ 8</u>*

.....

15.ถ้านักเรียนจะเขียนกราฟความสัมพันธ์ในแนวนอนซึ่งเป็นค่าระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสองกับในแนวดิ่งซึ่งเป็นค่าแรงที่วัตถุทั้งสองกระทำต่อกัน กราฟที่ได้จะมีลักษณะเป็นอย่างไร ให้นักเรียนเขียนรูปแสดงโดยนำข้อมูลจากตารางข้อที่ 13 มาเขียนกราฟ

.....

.....

.....

.....

.....

16. ให้นักเรียนเปลี่ยนสลับค่ามวลของดาวเคราะห์สีน้ำเงินกับดาวเคราะห์สีเทา จากที่บันทึกไว้ในข้อที่ 1 ให้นักเรียนตรวจสอบค่าแรงที่ระยะห่างบางค่าลงในตารางข้างล่างดังนี้

ระยะห่าง (หน่วย)	4.00	3.00	2.00
แรงที่กระทำต่อดาวเคราะห์**สีน้ำเงิน** (N)			
แรงที่กระทำต่อดาวเคราะห์**สีเทา** (N)			

17. ให้นักเรียนตรวจสอบค่าตัวเลขที่บันทึกไว้โดยเทียบกับค่าระหว่างข้อ 8 กับข้อ 13 ว่า ค่าแรงดึงดูดระหว่างมวลของดาวเคราะห์ทั้งสองทั้ง 3 ตารางมีค่าเหมือนเดิมหรือมีค่าแตกต่างไปจากเดิมอย่างไร

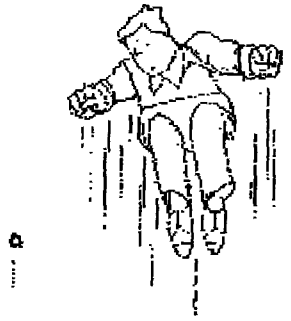
.....

18. นักเรียนจะสามารถสรุปเป็นคำพูดของนักเรียนเองได้ว่าอย่างไรถึงความสัมพันธ์ของการดึงดูดกันระหว่างดาวเคราะห์ทั้ง 2 นี้

.....

.....

.....



bye...bye God be with you .

ใบความรู้
หน่วยย่อยที่ 6 เรื่องน้ำหนัก

น้ำหนัก

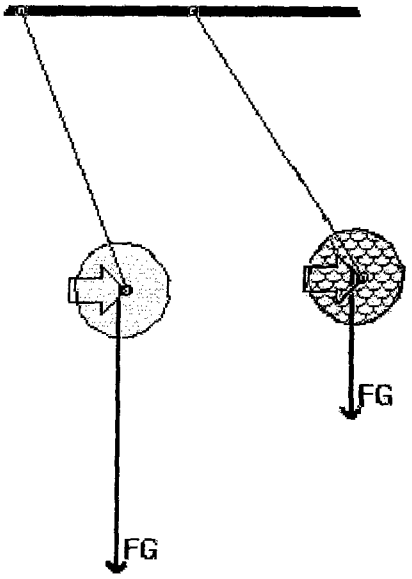
น้ำหนักคือแรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกกับวัตถุใดๆที่อยู่บนโลก เช่น โลกกับก้อนหิน โลกกับต้นไม้ สามารถเรียกแรงดึงดูดระหว่างมวลอีกชื่อหนึ่งว่าแรงโน้มถ่วง สามารถเขียนแทนด้วยสมการ $F = \frac{GmM}{r^2}$

เมื่อให้วัตถุตกอย่างอิสระใกล้กับผิวโลก จะมีความเร่งค่าหนึ่งที่เรียกว่า ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational acceleration : $\vec{g}$)ดังนั้นจากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน $\vec{F} = m\vec{a}$ เมื่อ $\vec{a} = \vec{g}$ จะได้ความสัมพันธ์ $\vec{F} = m\vec{g}$

น้ำหนักหรือแรงโน้มถ่วงเขียนสมการได้ในรูป $\vec{W} = m\vec{g}$ โดยที่ $g = \frac{GM}{r^2}$

$\vec{W}$ คือ น้ำหนัก ,M คือมวลของโลก , $\vec{g}$ เป็นความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงขอโลก, r^2 คือระยะห่างยกกำลังสองที่วัดจากจุดศูนย์กลางมวลระหว่างโลกกับวัตถุใดๆที่อยู่ใกล้กับผิวโลก

วัตถุที่อยู่บนโลกจะถูกโลกดึงดูดด้วยแรงค่าหนึ่งเสมอ แรงนี้เรียกว่า น้ำหนักของวัตถุ(บนโลก) โดยที่น้ำหนัก $\vec{W} = m\vec{g}$ มีทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลางของโลกเสมอ และน้ำหนักขึ้นกับค่า $\vec{g}$ หมายความถึง ถ้าวัตถุอยู่ในปริเวณที่ค่า $\vec{g}$ ต่างกัน น้ำหนักของวัตถุก้อนนั้นจะไม่เท่าเดิมแม้ว่ามีมวลเท่าเดิม น้ำหนัก $m\vec{g}$ เป็นน้ำหนักที่แท้จริงของวัตถุ ถ้าหากชั่งวัตถุด้วยตาชั่ง ค่าน้ำหนักที่อ่านได้เป็นน้ำหนักปรากฏคืออาจจะไม่เท่ากับน้ำหนักที่แท้จริงจะขึ้นกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุขณะชั่ง ดังนั้นถ้าต้องการได้ค่าน้ำหนักปรากฏเท่ากับน้ำหนักแท้จริงของวัตถุ จึงควรให้วัตถุอยู่นิ่งขณะชั่ง



แรงดึงดูดจากโลกที่กระทำต่อวัตถุ(Gravitational Force) หรือน้ำหนัก

ความยาวของลูกศรแทนขนาดของแรงดึงดูด ถ้าลูกศรยาวขึ้นเท่าใดแสดงว่ามวลของวัตถุมากกว่าอันอื่น

นักเรียนจะสังเกตเห็นว่า มวลก้อนกลมที่มีลายเกล็ดปลามีมวลน้อยกว่าก้อนกลมลายเส้น แสดงว่าก้อนกลมลายเกล็ดปลามีค่ามวลน้อยกว่า และถูกโลกดึงดูดน้อยกว่าตามสมการ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

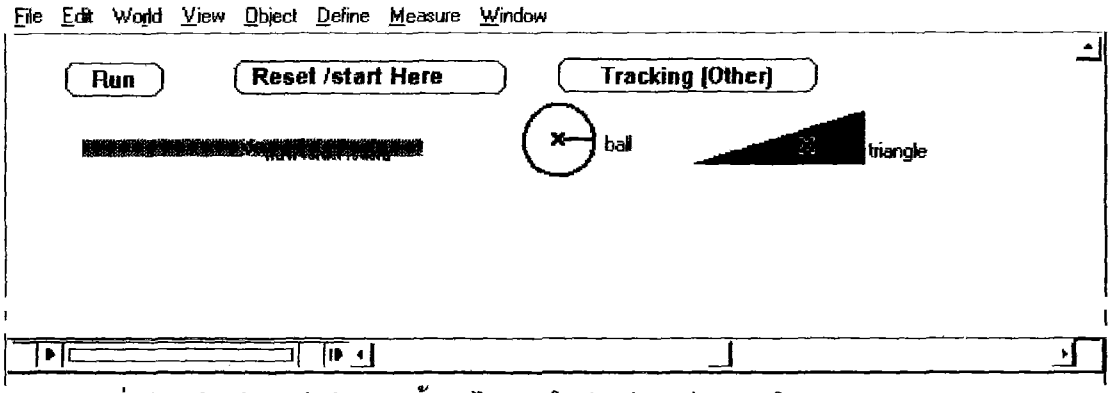
ใบงานประกอบการเรียน
หน่วยที่ 6 เรื่อง น้ำหนัก

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง

หลังจากเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ 1weight.ip หน้าจอจะปรากฏดังภาพนี้



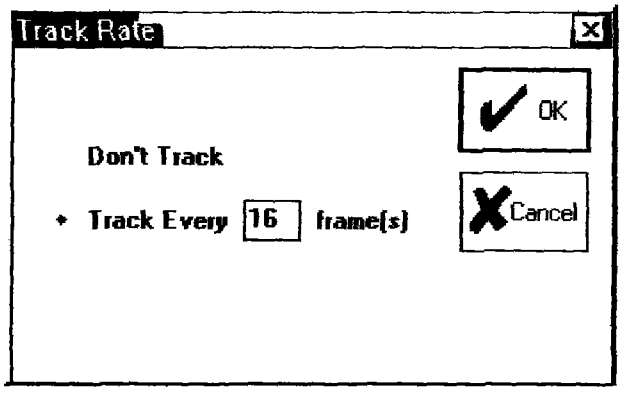
จากภาพที่เห็น นักเรียนเห็นวัตถุ 3 ชิ้นอะไรบ้าง ให้นักเรียนเขียนเติมในช่องว่าง

1. ..... 2..... 3. .....

ให้นักเรียนใช้ เมาส์คลิ๊กที่ปุ่ม Run นักเรียนจะเห็นการเคลื่อนตัวของวัตถุว่าเป็นอย่างไร การตกลงมาพร้อมกันหรือไม่ ตอบว่า..... แล้วให้กดปุ่ม Reset/Start Here เพื่อให้กลับที่เดิม นักเรียนคิดว่าเพราะสาเหตุใดวัตถุทั้ง 3 จึงตกลงมาแบบนั้น

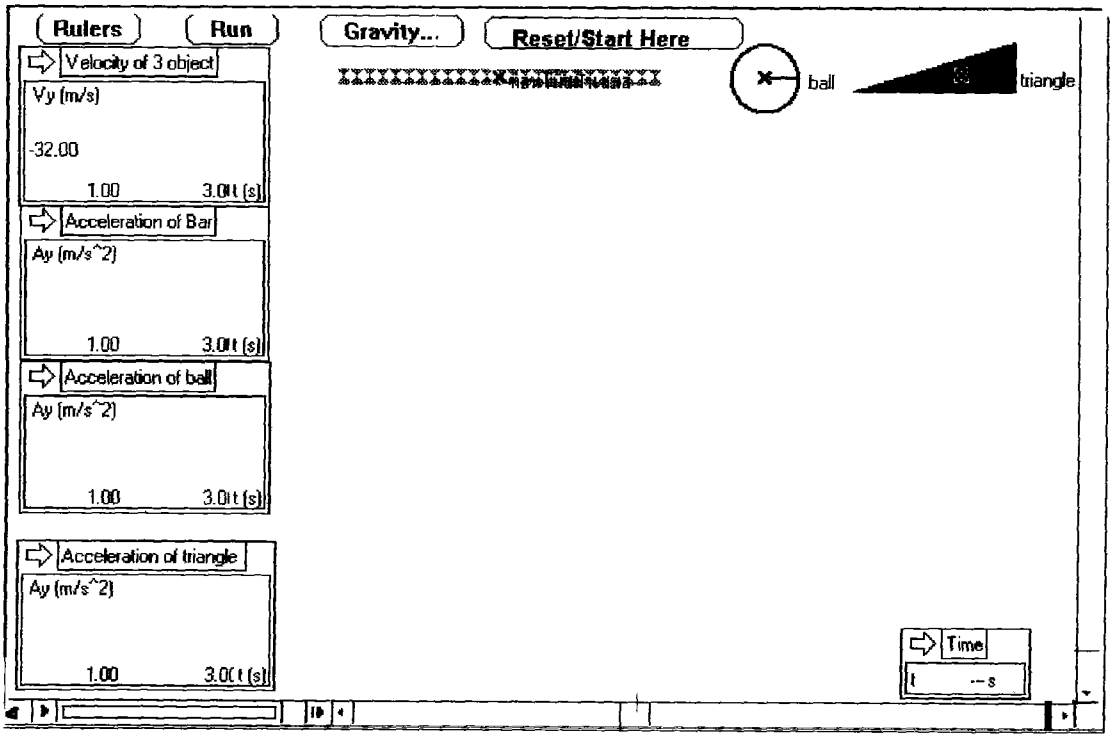
.....

ขอให้นักเรียนคลิกไปที่ปุ่ม Tracking(other) หน้าจอจะขึ้นกรอบโต้ตอบให้นักเรียนใช้เม้าส์คลิ๊กหน้า คำว่า Track Every .... Frames โดยเติม เลข 16 เข้าไป เสร็จแล้ว กดปุ่ม OK การทำเช่นนี้จะทำให้สามารถมองเห็นการเคลื่อนที่ของวัตถุได้เป็นช่วงๆ



ให้นักเรียนกดปุ่ม Run สังเกตผลที่เกิดขึ้นจากหน้าจอ
นักเรียนจะพบว่าการเคลื่อนที่ถูกแบ่งเป็นช่วงๆ แต่ละช่วงการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสามห่างจากจุดเริ่มตกอันแรกเท่ากันหรือไม่ .....ถ้าเป็นเช่นนี้นักเรียนคิดว่าแต่ละช่วงใช้เวลาเป็นอย่างไร
นักเรียนตอบว่า.....

ให้นักเรียนตอบคำถามแล้วปิดแฟ้ม 1weight.ip หลังจากนั้นทำการเปิดแฟ้ม 2weight.ip จากแฟ้มข้อมูลชื่อ 2weight.ip สิ่งที่ปรากฏหน้าจอคอมพิวเตอร์ จะเป็นดังภาพ



ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้เขียนไว้เป็นข้อๆและตอบคำถามลงในใบงานกิจกรรมนี้
1. จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ให้นักเรียนใช้ เม้าส์คลิ๊กที่แท่งไม้ 2 ครั้ง นักเรียนจะพบว่าปรากฏกรอบแสดงข้อมูลค่าต่างๆ ให้นักเรียนดูตรงช่องที่เขียนว่า mass ซึ่งหมายถึง มวลของวัตถุนั้นๆ ให้บันทึกค่าลงไป ใช้เม้าส์คลิ๊กที่ ลูกบอลและสามเหลี่ยม ตามลำดับ และให้ดูตรงช่อง mass ของวัตถุว่าเป็นเท่าใด และดูความเร็วทั้งแนวแกนนอน(V_x) และแนวแกนดิ่ง (V_y) ของวัตถุแต่ละอันเป็นเท่าใด ให้บันทึกไว้ พร้อมใส่หน่วย

มวลของท่อนไม้สม่ำเสมอ ..... ความเร็ว V_x .....ความเร็ว V_y .....
มวลของลูกบอล ..... ความเร็ว V_x .....ความเร็ว V_y .....
มวลของสามเหลี่ยม ..... ความเร็ว V_x .....ความเร็ว V_y .....

2. ให้นักเรียนกดปุ่ม **Rulers** ที่แปลว่า ไม้บรรทัด หน้าจอจะปรากฏไม้บรรทัดให้ทั้งแนวนอนและแนวดิ่ง ให้นักเรียนสังเกตว่าตำแหน่งของวัตถุทั้งท่อนไม้ ลูกบอลและสามเหลี่ยม อยู่ในตำแหน่งเดียวกันหรือไม่ (เพื่อเป็นจุดอ้างอิงในการคำนวณภายหลัง) *โดยให้วัดจากไม้บรรทัดที่วางตัวในแนวดิ่ง* นักเรียนจะวัดได้โดยทำการ คลิ๊กเม้าส์ค้างไว้ที่ตัววัตถุแต่ละประเภท คลิ๊ก*ตรงตำแหน่งกากะบาท* สังเกตว่าจะมี***เส้นประปรากฏอยู่บนไม้บรรทัดด้านซ้ายมือ*** โดยที่เส้นประจะขยับตามเม้าส์ (ค่อยๆลากเม้าส์โดยไม่จำเป็นต้องกดเม้าส์) ให้บันทึกตำแหน่งเส้นประบนไม้บรรทัดในแนวดิ่งด้านซ้ายมือที่ตรงกับตำแหน่งกากะบาทของวัตถุทั้ง 3 ตอนเริ่มต้น

ตำแหน่งเส้นประบนไม้บรรทัดของท่อนไม้ มีขนาด = ...

ตำแหน่งเส้นประบนไม้บรรทัดของลูกบอล มีขนาด = ...

ตำแหน่งเส้นประบนไม้บรรทัดของสามเหลี่ยม มีขนาด = ...

บันทึกเสร็จให้กดปุ่ม Ruler อีกครั้งเพื่อให้ไม้บรรทัดหายไป

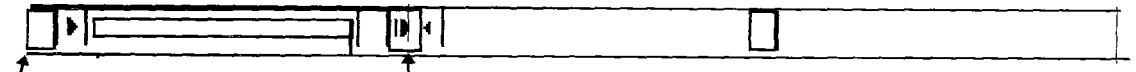
3.ให้นักเรียนกดปุ่ม Run นักเรียนจะเห็นว่าวัตถุตกลงไปจากด้านบนของจอสู่ด้านล่างจอ สังเกตที่ เวลาการตกของวัตถุว่าใช้เวลาทั้งหมดเท่าใด โดยเริ่มตั้งแต่ตอนวัตถุเริ่มตกจนกระทั่งหยุด (เวลาจะอยู่ด้านล่างสุดของหน้าจอคอมพิวเตอร์)

เวลาการตกของวัตถุทั้ง 3 ประเภท = ...

4. เมื่อนักเรียนเห็นภาพการตกของวัตถุเป็นช่วงๆดังแสดงที่หน้าจอ นักเรียนลองคิดคำตอบไปก่อนว่าการตกแต่ละช่วง**ของวัตถุชนิดเดียวกัน**จะใช้เวลาเท่ากันหรือไม่เท่ากัน นักเรียนตอบว่า .....

5. ให้นักเรียนกดปุ่ม **Reset/Start Here** นักเรียนจะพบว่าภาพกลับไปสู่สภาพเดิม

6.กดปุ่ม **Run** อีกครั้ง แล้วให้นักเรียน เลื่อน เม้าส์ ไปที่ด้านล่างทางซ้ายสุดหน้าจอคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะพบแถบยาวๆดังแสดงในภาพ



ปุ่มริมสุด (สำหรับข้อ 6)

(สำหรับข้อ 7) ใช้ mouse ทำการคลิ๊กที่ปุ่มนี้ทีละครั้ง (วัตถุจะค่อยๆ เลื่อนหล่นตามการคลิ๊กเม้าส์)

ให้นักเรียนใช้ *เม้าส์คลิ๊กไปที่* ปุ่มริมสุดตามที่ลูกศรชี้ ท่อนไม้จะกลับไปที่ตำแหน่งเดิม

7.ทีนี้จากภาพด้านบนให้นักเรียนคลิ๊กเม้าส์ทีละ 1 ครั้ง ตรงที่ลูกศรชี้และเขียนว่า (สำหรับข้อ 7) โดยการคลิ๊กทีละครั้งจนภาพของท่อนไม้จากช่วง แรก(ตรงไหนก็ได้) ไปทับกับภาพของท่อนไม้ในช่วงที่ 2 พอดี โดยการคลิ๊กแต่ละครั้งให้นักเรียนสังเกตจุดกากะบาทของวัตถุ

จนกระทั่งจุดกากะบาทของวัตถุไปทับกับจุดกากะบาทในช่วงที่ 2 *ให้นักเรียนสังเกตค่าของเวลาที่เปลี่ยนไปทีละ 0.01* s จากตารางเวลา (อยู่ทางด้านล่างสุดทางขวาของหน้าจอ) *แล้วให้นักเรียนจดเวลาการตกของท่อนไม้ในแต่ละช่วง*ว่าใช้เวลาเป็นเท่าใด ดังภาพตัวอย่าง

ช่วงที่ 1

ช่วงที่ 2

นักเรียนควรวัดช่วงที่เห็นได้ชัดเจน โดยใช้เม้าส์ชี้ไปที่ ขอบด้านซ้ายของท่อนไม้ด้านล่างหรือตรงตำแหน่ง กากะบาท ของอันแรกไปจนถึงตำแหน่งของกากะบาทอันที่สองโดยให้ภาพของกากะบาททับกันสนิท หลังจากทำการวัดแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อต่อไป

8. ในช่วงที่ 1 ของท่อนไม้สม่ำเสมอใช้เวลาการตก = ...

9. ในช่วงที่ 2 ของท่อนไม้สม่ำเสมอใช้เวลาการตก = ...

10.เมื่อเปรียบเทียบกับลูกบอล การตกแต่ละช่วงของท่อนไม้ใช้เวลา มากกว่าหรือน้อยกว่าลูกบอล *ให้นักเรียนเปรียบเทียบในช่วงระดับเดียวกันของการตก* นักเรียนตอบว่า .....

11. เมื่อเปรียบเทียบกับสามเหลี่ยม การตกแต่ละช่วงของท่อนไม้ใช้เวลา มากกว่าหรือน้อยกว่า สามเหลี่ยม *ให้นักเรียนเปรียบเทียบในช่วงระดับเดียวกันของการตก* นักเรียนตอบว่า.....

12. ให้นักเรียนสังเกตด้วยตาว่าช่วงระยะห่างของท่อนไม้ในแต่ละช่วงว่าห่างเท่ากันหรือไม่ นักเรียนตอบว่า .....

แล้วช่วงระยะห่างแต่ละช่วงของท่อนไม้ในช่วงต่างๆ ระยะห่างเป็นอย่างไร เพิ่มขึ้นหรือลดลง นักเรียนตอบว่า .....

หลังจากตอบ ให้นักเรียนกดปุ่มริมซ้ายสุดเหมือนข้อที่ 6 อีกครั้งหนึ่ง จนวัตถุเลื่อนขึ้นไปที่ตำแหน่งเดิม

13. ให้นักเรียนกดปุ่ม Rulers แล้วมองทางซ้ายมือจะเห็น สเกลไม้บรรทัดในแนวดิ่ง ให้นักเรียนทำการวัดระยะของท่อนไม้ถ้าการตกของท่อนไม้แต่ละช่วงเพิ่มขึ้น จะเพิ่มขึ้น ช่วง

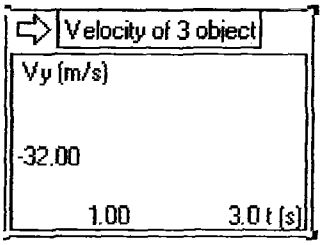
ละเท่าใด นักเรียนควรวัดช่วงที่เห็นได้ชัดเจน โดยใช้ เม้าส์ ชี้ไปที่ ขอบด้านซ้ายของท่อนไม้ด้านล่าง **หรือตรงตำแหน่งกากะบาท** ของอันแรกไปจนถึงตำแหน่งของกากะบาทอันที่สอง โดยให้ภาพของกากะบาททับกันสนิท นักเรียนจะเลือกช่วงใดก็ได้ หลังจากทำการวัดแล้ว นักเรียนตอบว่า

ช่วงที่ 1 เพิ่มขึ้น .....
ช่วงที่ 2 เพิ่มขึ้น .....
ช่วงที่ 3 เพิ่มขึ้น .....

ให้นักเรียนตอบคำถามข้อต่อไป

14. เมื่อนักเรียนสังเกตจากกราฟที่แสดงค่าความเร่งของท่อนไม้(Acceleration of Bar) และค่าความเร่งของลูกบอล และสามเหลี่ยม (Acceleration of ball ,triangle) เส้นกราฟที่ได้เป็นลักษณะใด นักเรียนตอบว่า.....

15.นักเรียนคิดว่าถ้าเส้นกราฟความเร่งที่เห็นในข้อ 13 นั้น เป็นดังที่เห็น ค่าความเร็วของการตกของวัตถุทั้ง 3 ประเภท จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ให้สังเกตจากกราฟความเร็วของวัตถุทั้ง 3 ประเภทที่แสดงในกรอบที่มีหัวข้อว่า Velocity of 3 object (ความเร็วของวัตถุทั้ง 3 ประเภท)



นักเรียนคิดว่าความเร็ว **เพิ่มขึ้น หรือ ลดลง** นักเรียนตอบว่า..... และความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น <u>ความเร็วแต่ละช่วงเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่หรือไม่</u> (ให้นักเรียนใช้สมการ $v = \left(\frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \right)$ ช่วยหาความเร็วของแต่ละช่วง นักเรียนตอบว่า

..... เพราะอะไรค่าความเร็วของแต่ละช่วงจึงไม่เท่ากัน

.....

.....

และเส้นกราฟของความเร็วที่ได้จะมีลักษณะเป็นแบบใด นักเรียนตอบว่า.....

ตอบอย่างนั้นเพราะ.....

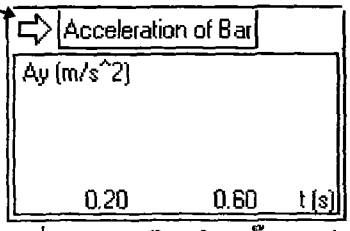
.....

นักเรียนคิดว่า ถ้าความเร็วเปลี่ยนจะได้ความเร่ง เมื่อนักเรียนเห็นเส้นกราฟของความเร่งของวัตถุทั้ง 3 ประเภท นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ค่าความเร่งมีลักษณะอย่างไร?

นักเรียนตอบว่า.....

16.แล้วให้นักเรียนเอาเม้าส์ ไปคลิ๊กที่ ลูกศรในกรอบสี่เหลี่ยมดังรูป ที่ในกรอบเขียนว่า (Acceleration of Bar)

คลิ๊กตรงที่ลูกศรชี้



โดยทำการคลิ๊ก 2 ครั้ง จะเห็นกรอบเปลี่ยนรูปร่างไป ให้คลิ๊กเม้าส์จนในกรอบแสดงค่าตัวเลขของความเร่งในแนวดิ่ง ความเร่งที่อ่านได้มีค่าเท่าใด นักเรียนตอบว่า.....
(ใส่หน่วยด้วยนะ)

17.วัตถุทั้ง 3 ประเภท ที่ตกภายใต้แรงดึงดูดของโลก นักเรียนคิดว่าจะมีแรงกี่นิวตันกระทำกับวัตถุแต่ละประเภท (ใช้กฎข้อที่ 2 ของนิวตันช่วยคือ $\vec{F} = m\vec{a}$)

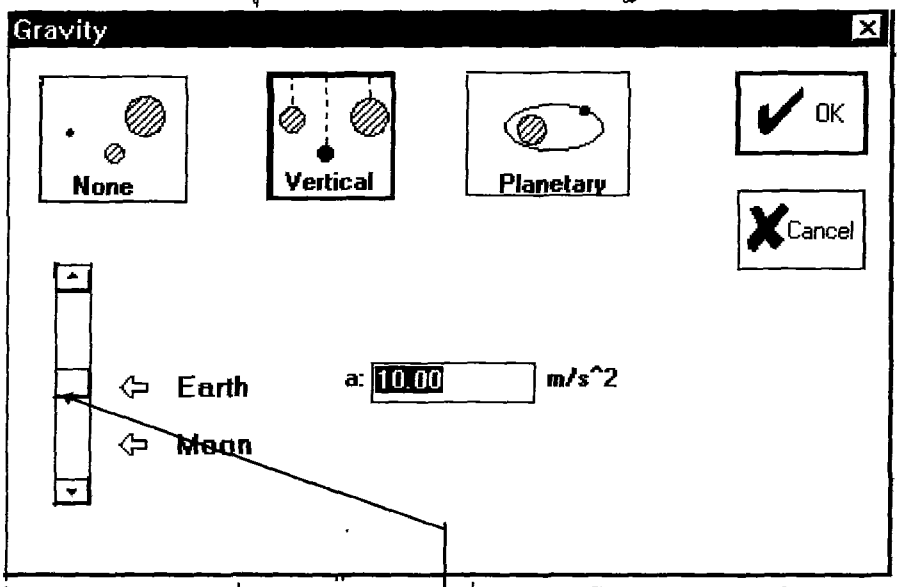
ท่อนไม้ถูกแรงกระทำจากโลก ..... นิวตัน

ลูกบอลถูกแรงกระทำจากโลก ..... นิวตัน

สามเหลี่ยมถูกแรงกระทำจากโลก ..... นิวตัน

<u>แรงเหล่านี้เรียกว่า น้ำหนัก นะ จำไว้ดี ๆ</u>

18. ทีนี้ให้นักเรียนกดปุ่ม Gravity... จะปรากฏเป็นดังภาพ



ให้นักเรียนทำการเปลี่ยนค่าของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ให้มีค่าความเร่งเพิ่มขึ้นเป็น 20 m/s^2 (เพิ่มขึ้น2 เท่า) โดยทำการเลื่อน scroll bar (แถบเลื่อน ตรงที่เขียนว่า **Earth**) ให้เลื่อนปุ่ม สีขาว บนแถบเลื่อนที่วางตัวในแนวดิ่งจนตัวเลขในช่องของความเร่ง a เป็น 20 หรือจะพิมพ์ตัวเลขเลยก็ได้ เสร็จแล้วกดปุ่ม OK ในกรอบสี่เหลี่ยม แล้วให้นักเรียนทำตามขั้นตอนเหมือนข้อ 5 – 7 บันทึกค่าดังนี้

ระยะห่างของการตกของท่อนไม้เป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับตอนความเร่ง 10 m/s^2 ให้นักเรียนทำการวัดมา 3 ช่วง (จะเอาช่วงใดเป็นช่วงที่ 1 ก็ได้แต่ให้ทำไล่ไปตามลำดับของแต่ละช่วง)

การหาข้อ 18 ต้องใช้เวลามาช่วยคำนวณ ให้ใช้วิธีการวัดเวลาเหมือนข้อ 7

ช่วงของการตก	เวลาของการตก (s)	ค่าระยะห่างแต่ละช่วง(m)
ช่วงที่ 1		
ช่วงที่ 2		
ช่วงที่ 3		

19.นักเรียนคิดว่า เวลาการตกของท่อนไม้ในช่วงที่ทำการวัดเปลี่ยนไปหรือไม่ เมื่อเปรียบเทียบกับ เวลาการตกที่ถูกโลกดึงด้วยค่าความเร่งตอนแรก 10 m/S^2

20.เมื่อเปรียบเทียบกับลูกบอล เวลาการตกแต่ละช่วงของท่อนไม้ใช้เวลา มากกว่าหรือน้อยกว่า นักเรียนตอบว่า.....

21.เมื่อเปรียบเทียบกับสามเหลี่ยม เวลาการตกแต่ละช่วงของท่อนไม้ใช้เวลา มากกว่าหรือน้อยกว่า นักเรียนตอบว่า.....

อย่าเพิ่งเบื่อนะนักเรียน อดทนหน่อย พักสักครู่ก็ได้ แต่อย่าเพิ่งไปกด ปุ่มอื่น ๆเล่นนะ

22.ให้นักเรียนสังเกตด้วยตาว่าช่วงระยะห่างของท่อนไม้ในแต่ละช่วง ห่างเท่ากันหรือไม่ นักเรียนตอบว่า .....

23. นักเรียนคิดว่ามีอะไรที่แตกต่างไป ถ้าช่วงเวลาที่ทำการวัดเท่าเดิม ระยะห่างในแต่ละช่วงจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร *ถ้าเปลี่ยนค่าความเร่งให้เพิ่มขึ้น* นักเรียนตอบว่า.....

24.นักเรียนสามารถหาได้หรือไม่ว่า ***ถ้าค่าความเร่งเพิ่มขึ้นเป็น 20 m/s^2*** แรงที่กระทำกับวัตถุทั้ง 3 ชนิด มีค่าเท่าใด เนื่องจากแรงดึงดูดจากโลกกระทำ และ วัตถุทั้ง 3 ชนิด มีมวลเท่าใดบ้าง **หาคำตอบได้โดยการคลิ๊กเม้าส์ไปที่ตัววัตถุแต่ละชนิด** แล้วอ่านค่าจากกรอบแสดงข้อมูลหน้าจอ ใส่หน่วยของปริมาณที่วัดด้วยนะ

วัตถุ	มวล (kg)	แรงที่กระทำกับวัตถุ(N)
ท่อนไม้สม่ำเสมอ		
ลูกบอล		
สามเหลี่ยม		

25. จากข้อที่ 17 แรงที่คำนวณได้ เรียกว่า ..... **ให้นักเรียนนำค่าจากข้อที่ 17 และข้อมูลในตารางข้อ 24 มาเปรียบเทียบกันว่า** ถ้าค่าความเร่งเปลี่ยนไปจะส่งผลให้น้ำหนักเปลี่ยนไปอย่างไร นักเรียนตอบว่า

.....

26. ลองทายดูซิว่า ถ้าค่าความเร่งลดลงจาก 10 m/s^2 เป็น 2.2 m/s^2 (เป็นแรงดึงดูดแถบดวงจันทร์) ระยะห่างแต่ละช่วงจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง นักเรียนตอบว่า.....

27. ทำซ้ำเหมือนข้อ 18 เพียงแต่เปลี่ยนค่าความเร่ง a จาก **10 m/s^2 เป็น 2.2 m/s^2**

วัตถุ	ท่อนไม้สม่ำเสมอ	ลูกบอล	สามเหลี่ยม
แรงที่มากระทำ(N)			

ช่วงของการตกของท่อนไม้	ค่าระยะห่างแต่ละช่วง(m)
ช่วงที่ 1	
ช่วงที่ 2	
ช่วงที่ 3	

28. ทีนี้ให้นักเรียนกดปุ่ม Gravity... อีกครั้ง ทีนี้ให้ค่าความเร่งเป็น ศูนย์เลย แล้วนักเรียนกดปุ่ม Run นักเรียนจะพบว่าท่อนไม้ ลูกบอล และสามเหลี่ยม อยู่ในสภาพใด ให้นักเรียนทำการบันทึกค่าดังนี้

เวลาที่ทำการวัดตลอดช่วงการเคลื่อนที่ =..... (อ่านค่าจากหน้าจอตรงตารางเวลา)

ความเร็วของวัตถุทั้ง 3 ชนิด =..... (บันทึกตั้งแต่อยู่ที่จุดเริ่มต้น)

ความเร่งของท่อนไม้ =.....(ใช้วิธีการเหมือนข้อที่ 16)

ความเร่งของลูกบอล =.....

ความเร่งของสามเหลี่ยม =.....

29. ให้นักเรียนตรวจสอบค่ามวลของวัตถุอีกครั้ง ให้แน่ใจว่า วัตถุทั้ง 3 ประเภทอยู่ในสภาพที่ความเร่งเป็นศูนย์ ทำเหมือนข้อที่ 18 เพียงแต่กำหนดให้ค่า a = 0 m/s^2

วัตถุ	มวล (kg)	แรงที่กระทำกับวัตถุ(N)
ท่อนไม้สม่ำเสมอ		
ลูกบอล		
สามเหลี่ยม		

30. อยากทราบว่า ขณะที่ความเร่งเปลี่ยนค่าไปจาก 10 เป็น 20 และเป็น 2.2 จนกระทั่งเป็น 0 ค่ามวลของวัตถุทั้ง 3 ประเภทเป็นอย่างไร นักเรียนตอบว่า.....

31. นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับเรื่องน้ำหนักได้ว่าอย่างไร

นักเรียนตอบว่า.....

.....

.....

เก่งมากนักเรียน บทนี้ค่อนข้างใช้ความคิดทีเดียว ภูมิใจได้

ใบความรู้
หน่วยย่อยที่7 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

กฎข้อที่สาม กล่าวว่า ทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุก้อนหนึ่ง (แรงกิริยา ; action) จะเกิดแรงที่วัตถุกระทำโต้ตอบขนาดเท่ากับแรงที่มากระทำ(แรงปฏิกิริยา ; reaction)แต่อยู่ในทิศทางตรงกันข้ามกับแรงที่มากระทำ กล่าวโดยสรุป ถ้าวัตถุ A ออกแรงกระทำต่อวัตถุ B วัตถุ B จะออกแรงกระทำต่อ A ด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากันแต่กระทำในทิศตรงกันข้าม

ถ้ากำหนดให้ $\vec{F}_{AB}$ เป็นแรงที่วัตถุ A กระทำต่อวัตถุ B และ $\vec{F}_{BA}$ เป็นแรงที่วัตถุ B กระทำต่อวัตถุ A

จะได้ความสัมพันธ์ดังสมการ $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$

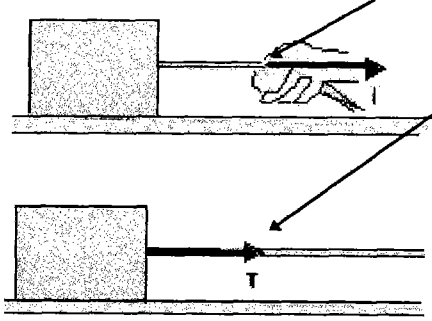
แรงคู่นี้เกิดขึ้นพร้อมกันในแนวเส้นตรงเดียวกัน แต่กระทำกับวัตถุต่างก้อนกัน จึงนำมาหักล้างกันเป็นศูนย์ไม่ได้ เรียกแรงคู่นี้ว่า แรงคู่กิริยา -ปฏิกิริยา

แรงปฏิกิริยาที่ตั้งฉากและแรงดึงเชือก

ในกรณีที่ผิวของวัตถุทั้งสองมาสัมผัสกัน วัตถุก้อนหนึ่งที่ออกแรงกระทำกับวัตถุอีกก้อน วัตถุก้อนที่ถูกกระทำจะออกแรงโต้ตอบซึ่งเป็นแรงปฏิกิริยาตั้งฉาก(normal force: $\vec{N}$) โดยแรงนี้จะมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ การเขียนแรง $\vec{N}$ จะเขียนเฉพาะแรงที่กระทำต่อวัตถุที่เราสนใจเท่านั้น ถ้าผิวสัมผัสไม่มีการออกแรงกดหรือดัน แรง $\vec{N}$ จะมีค่าเป็นศูนย์

ในกรณีของเส้นเชือกหรือลวดบางๆ เมื่อเกิดแรงดึงที่ปลายทั้งสองด้านของเชือก เชือกจะตึงทำให้เกิดแรงดึงภายในเส้นเชือก (tension force : $\vec{T}$) ดังรูป

ถ้าปลายเชือกติดกับวัตถุใด เชือกจะออกแรงดึงวัตถุนั้นเสมอ <u>แรงดึงเชือกจะมีทิศพุ่งออกจากวัตถุที่เราสนใจ</u> เชือกถูกถือเป็นสิ่งที่อ่อนไหว ดังนั้นแนวทางที่มันวางตัวจะมีทิศทางเดียวกับทิศของแรงฉุด ถ้าเชือกวางตัวเอียงอยู่อย่างไร **<u>แรงฉุดที่ปลายเชือก</u>**<u>จะมีทิศเดียวกับเส้นเชือก</u> ให้นักเรียนสังเกตมือที่จับเส้นเชือกว่าออกแรงดึงตรงจุดที่จับ ไม่ได้ออกแรงดึงเชือกตรงส่วนที่เชือกห้อยตัว



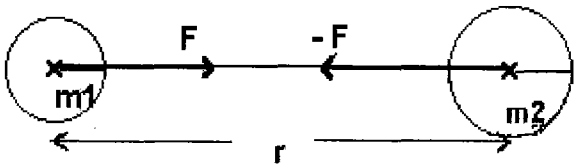
ใบความรู้
หน่วยย่อยที่7 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน (ต่อ)

กรณีทั่วๆไปจะไม่คิดมวลและน้ำหนักของเชือก ทำให้ความตึงในเส้นเชือกมีค่าเท่ากันตลอดทั้งเส้นและมีแรงดึงของเชือกในส่วนที่ติดกับวัตถุเท่านั้นที่จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ การเบนตัวของปลายเชือกเฉพาะปลายอีกด้านหนึ่งจะไม่มีผลต่อแรงบนวัตถุ

ตัวอย่างของแรงคู่กิริยา--ปฏิกิริยา

ตัวอย่างของแรงคู่กิริยา--ปฏิกิริยา ในระดับนี้ให้นักเรียนรู้ไว้ก่อน 2 ชนิด

ชนิดแรก คือ มวล 2 ก้อนออกแรงดึงดูดกันและกัน โดยเป็นไปตามกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล จุดกระทำในการออกแรงดึงดูดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของแต่ละวัตถุ (จุดศูนย์กลาง คือ ตำแหน่งที่มีเครื่องหมายกากะบาท)

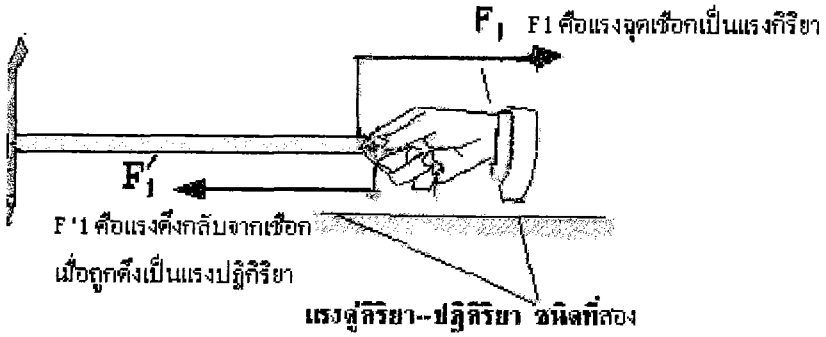


แรงคู่กิริยา--ปฏิกิริยา ชนิดแรก

ชนิดที่สอง จะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุหนึ่งไปแตะไปชนหรือไปสัมผัสกับอีกวัตถุหนึ่ง วัตถุแรกจะออกแรงกระทำต่อวัตถุที่สอง ตรงจุดที่แตะหรือชน และวัตถุที่สองก็จะออกแรงกระทำกับวัตถุแรกทิศตรงข้ามกันแต่ขนาดเท่ากัน ตรงจุดที่แตะหรือชนเช่นเดียวกัน

แรงจากวัตถุแรกเรียกว่า แรงกิริยา ส่วนแรงจากวัตถุที่สองเรียกว่า แรงปฏิกิริยา

แรงแบบที่สองนี้ไม่เหมือนกับแรงแบบชนิดแรก เพราะแรงชนิดแรกที่เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวลนั้นมีจุดกระทำอยู่ ตรงจุดศูนย์กลางมวล (Center of mass) ของวัตถุทั้งสองที่ดึงดูดกัน



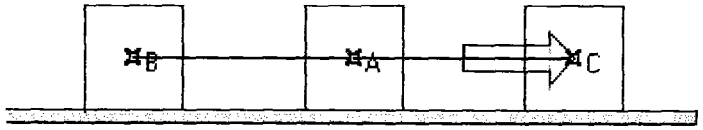
แรงคู่กิริยา--ปฏิกิริยา ชนิดที่สอง

ใบงานประกอบการเรียน
หน่วยที่ 7 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

<u>คำชี้แจง</u> *หลังจากเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ Bbblocks.ip หน้าจอจะปรากฏดังภาพนี้*



1.จากภาพ นักเรียนจะเห็นลูกศรซึ่งเป็นลูกศรที่แทนแรงผลักไปทางขวา ให้นักเรียนคลิ๊กเม้าส์ที่ตัวลูกศร 2 ครั้ง จะปรากฏตารางแสดงค่าของแรง ให้นักเรียนบันทึกค่าไว้

ค่าแรง F_x = ... F_y =.....

แล้วให้นักเรียนคลิ๊กที่ตัววัตถุแต่ละก้อนว่ามีค่า**มวลเท่าใดและค่าแรงเสียดทานสถิต** (static fric) และ**ค่าแรงเสียดทานจลน์** (kinetic fric) ของวัตถุแต่ละก้อน จากกรอบแสดงข้อมูล บันทึกไว้

วัตถุ	A	B	C
มวล(kg)			
แรงเสียดทานสถิต			
แรงเสียดทานจลน์			

2. ให้นักเรียนกดปุ่ม Run ภาพของเส้นแรงของวัตถุจะปรากฏขึ้น *<u>ให้นักเรียนสังเกตว่ามีแรงกี่แรงในแนวตั้งฉากและขนานกับวัตถุแต่ละก้อนที่กระทำกับวัตถุก้อนสี่เหลี่ยมแต่ละก้อนบ้าง</u>* (ให้ตอบจากที่เห็นภาพบนหน้าจอคอมพิวเตอร์) นักเรียนตอบว่า.....เสร็จแล้วให้กดปุ่ม Reset / Start Here นักเรียนคิดว่า **แรงที่กระทำมีกี่ประเภท** เช่นมีแรงในแนวสัมผัสระหว่างวัตถุกับพื้นผิววัตถุ หรือมีแรงโน้มถ่วงกระทำกับวัตถุหรือไม่และอาจมีแรงเสียดทานด้วยหรือไม่หรือมี แรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา เป็นต้น

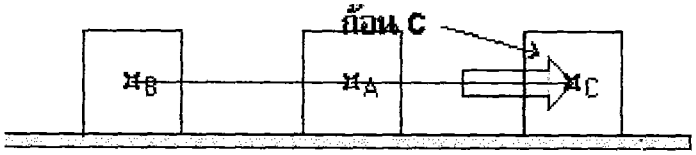
นักเรียนตอบว่า .....

3. ถ้าเป็นไปตามกฎข้อที่ 3 ของนิวตันตามใบความรู้ในบทเรียนที่ 7 นี้ นักเรียนคิดว่าวัตถุก้อนสี่เหลี่ยมแต่ละก้อนทั้ง 3 ก้อนออกแรงกระทำประเภทใดบนพื้น .....
และแรงนี้ที่วัตถุก้อนสี่เหลี่ยม แรงกระทำนั้นมาจากไหน.....
มีทิศทางอย่างไร.....และพื้นออกแรงประเภทใดโต้ตอบกับวัตถุก้อนสี่เหลี่ยม.....
แรงที่พื้นโต้ตอบมาจากไหน และมี ทิศทางอย่างไร.....

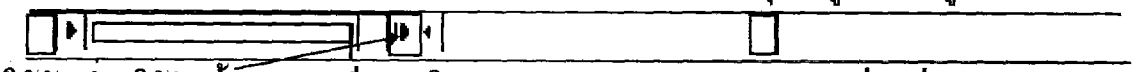
ที่สำคัญแรงจากโลกที่กระทำกับวัตถุแต่ละก้อนเท่ากันหรือไม่.....
เพราะสาเหตุใด.....
.....

4.จากภาพหน้าจอระหว่างวัตถุ A และ B จะมีเชือกยึดไว้ และปรากฏเส้นแรงสีแดงของแรงตึงในเส้นเชือก ให้นักเรียนสังเกตดูว่าแรงดึงวัตถุ A **มีทิศไปทางใด**ถ้านักเรียนจะเทียบกับวัตถุก้อน B ซึ่งอยู่ทางซ้ายสุด..... และถ้าเทียบกับก้อน C เส้นแรงในเส้นเชือกจะ**มีทิศไปทางใด**ในการฉุดวัตถุ A .....

5. *นักเรียนจะเขียนแรงทั้งหมดที่เป็นไปได้ลงบนวัตถุก้อน C* ให้นักเรียนเขียนให้ครบลงไปในใบงานและเขียนทิศทางให้ถูกต้อง



6. ให้ นักเรียนใช้แถบ สีน้ำตาลทางด้านล่างซ้ายของจอภาพโดยกดปุ่มที่มีลูกศรชี้ ดังรูป



ให้นักเรียนใช้ปุ่มนี้ เพื่อช่วยในการพิจารณาทีละตอนของการเคลื่อนที่

โดยการคลิ๊กเม้าส์ทีละครั้งภาพจะขยับทีละกรอบ *คราวนี้ให้พยายามมองตรงบริเวณที่วัตถุก้อน C* เคลื่อนตัวเลยออกไปแล้วจากบริเวณพื้น แล้วล่วงหล่นลงไปข้างล่าง สังเกตว่า**ขณะที่วัตถุก้อน B** ค่อยๆล่วงตามวัตถุก้อน A ไปนั้น **ขนาดของแรงจากพื้น**ที่กระทำต่อก้อน B เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ .....ถ้าแรงไม่เปลี่ยนนักเรียนคิดว่าเพราะสาเหตุใดจึงไม่เปลี่ยน
และถ้าเปลี่ยนเหตุใดจึงเปลี่ยน.....
.....
.....

7. มีแรงกี่แรงกระทำกับวัตถุ B ขณะที่วัตถุ B หลุดลอยอยู่กลางอากาศ.....
ทำไมจึงตอบอย่างนั้น.....

8. มีแรงกี่แรง(ให้ตอบดดยยึดประเภทของแรงเป็นหลัก)กระทำกับวัตถุ C ขณะที่วัตถุ C ล่วงหลุดออกจากพื้นไป.....เพราะสาเหตุใดนักเรียนจึงตอบอย่างนั้น
.....
.....

9.นักเรียนคิดว่า ระหว่างวัตถุก้อน B กับ ก้อน C **ใครจะถูกแรงจากพื้นกระทำมากกว่า**ขณะที่จะหลุดออกจากพื้นล่วงหล่นลงไปข้างล่าง.....เพราะสาเหตุใด
.....

ถ้านักเรียนดูไม่ทันให้ใช้วิธีการดูทีละกรอบโดยกระทำเหมือนข้อ 6

10.ให้นักเรียนใช้เม้าส์คลิ๊กไปที่ตัวลูกศรซึ่งแทนแรง ทำเหมือนข้อที่ 1 เพียงแต่เปลี่ยนค่าตัวเลขของแรงให้เป็น 0.00 ทั้งแกน x และ y แล้วกดปุ่ม Run ดูผลที่เกิดขึ้น

11.นักเรียนบันทึกผลได้ว่า.....

.....

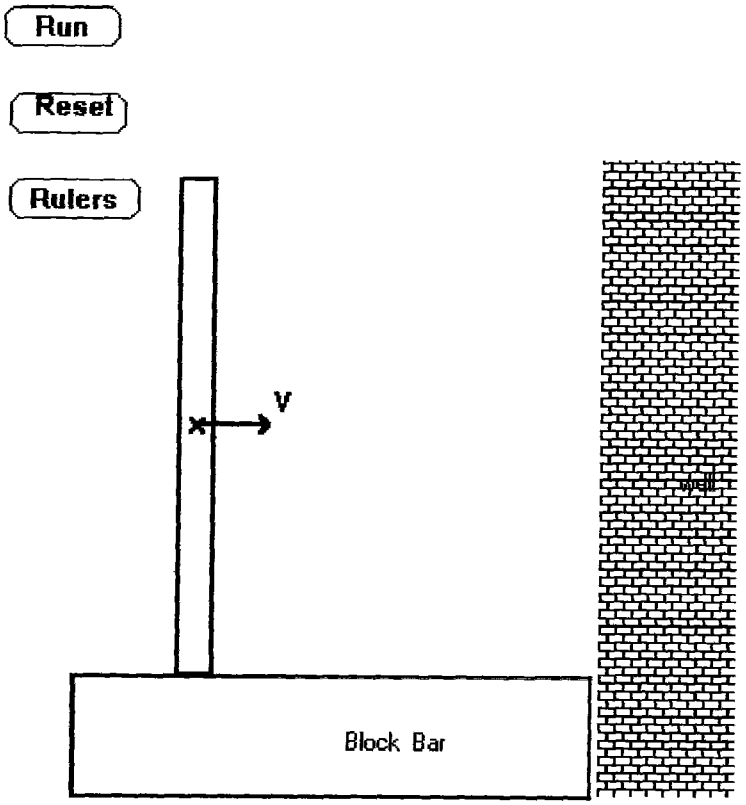
12. ขณะที่วัตถุไม่ถูกแรงมาผลักให้เคลื่อนที่ ยังมีแรงจากภายนอกมากระทำกับวัตถุ A,B,C แต่ละก้อนหรือไม่ .....นักเรียนคิดว่าก้อน C มีแรงกระทำด้วยหรือไม่.....

13. นักเรียนจะสรุปว่าอย่างไรแม้วัตถุไม่เกิดการเคลื่อนที่กฎข้อที่ 3 ของนิวตันยังสามารถนำมาพิจารณาได้หรือไม่.....ให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบกับคำตอบ

.....

.....

ให้นักเรียนปิดแฟ้มข้อมูล Bbblocks.ip แล้ว**เปิดแฟ้มข้อมูลที่ชื่อว่า attack.ip** ภาพจะปรากฏดังที่เห็น(อยู่ในหน้าถัดไป)



14. นักเรียนคลิกวัตถุที่เป็นแท่งวัตถุสีขาวว่ามีความเร็วเป็นเท่าใด บันทึกไว้ .....

15. บันทึกค่าความเสียดทานของแท่งวัตถุสีขาว .โดยค่าแรงเสียดทานสถิต(static fric) เท่ากับ .....และค่าแรงเสียดทานจลน์(kinetic fric) เท่ากับ .....

ทำอย่างเดียวกันกับ Block Bar ที่เป็นพื้นรองวัตถุแท่งสีขาว ค่าแรงเสียดทานสถิต

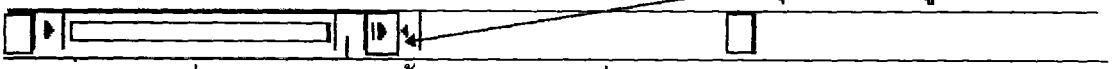
เท่ากับ.....และค่าแรงเสียดทานจลน์เท่ากับ.....

ค่าแรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวทั้งสองเท่ากันหรือแตกต่างกัน.....

16. กดปุ่ม Run สังเกตเมื่อวัตถุสีขาวเคลื่อนที่ไปกระแทกกับกำแพงอิฐแล้ว มีทั้งหมดกี่แรงที่กระทำกับวัตถุสีขาวทั้งในแนวตั้งฉากกับแนวขนานกับตัววัตถุสี ขาว .....
เป็นแรงประเภทใดบ้าง.....

.....

17. ให้ นักเรียนใช้แถบ สีน้ำตาลทางด้านล่างซ้ายของจอภาพโดยกดปุ่มทางขวาดังรูป



ทำเหมือนกับข้อที่ 6 คลิกเม้าส์ทีละครั้ง สังเกตดูการเปลี่ยนแปลงไปของแรงโดยเฉพาะแรงในแนวขนานกับทิศของการเคลื่อนที่ ระหว่างวัตถุสีขาวกับพื้นว่าแรงแนวขนานมีทิศไปทางใด .....เรียกว่าแรงอะไร .....

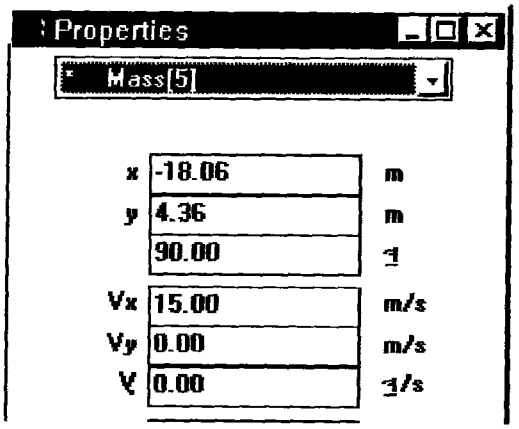
18. ขณะที่กดเม้าส์ทีละครั้งจนแถบเลื่อนปรากฏตัวเลขเป็น 18 มีแรงอะไรกระทำกับตัวแท่งวัตถุสีขาวในแนวระดับขนานกับพื้น.....มาจากไหน..... ขณะที่แถบเลื่อนขยับตัวเลขไปเป็น 19,20 ค่าแรงที่กระทำ วัตถุสีขาวในแนวระดับขนานกับพื้น **เพิ่มขึ้นหรือลดลง** ..... นักเรียนคิดว่าเพราะสาเหตุใด.....

19. เมื่อตัวเลขในแถบเลื่อนเป็นเลข 20 แรงในแนวดิ่งที่ขนานกับวัตถุสีขาวเป็นแรงอะไร? ..... มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร จากเลข 19 ถึง 22 .....
ทำไมเมื่อถึงเลข 22 แรงข้างหนึ่งที่กระทำกับวัตถุสีขาวจึงหายไป ?

.....

20. ให้นักเรียนสังเกตค่าแรงที่ปรากฏตรงส่วนบนของแท่งวัตถุสีขาวว่าเป็นแรงจากอะไร.....มีทิศทางอย่างไร .....น่าจะมากหรือน้อย.....
เพราะอะไร.....

21.ให้นักเรียนกดปุ่ม Reset แล้วคลิ๊กที่ตัววัตถุ 2 ครั้งจนเกิดตาราง ดังภาพ **หน้าถัดไป**



นักเรียนจะเห็นตัวเลข 90 ในตารางซึ่งแสดงถึงค่ามุมในหน่วยองศา ในที่นี้หมายถึง การวางตัวของแท่งไม้ทำมุม 90 องศากับพื้น ให้นักเรียนปรับตัวเลขเป็น 0 เสร็จแล้วปิดตารางไป แล้วกดปุ่ม Run สังเกตผลที่ได้

22.มีแรงกี่แรงที่กระทำกับวัตถุขณะที่วัตถุแท่งสีขาวหยุดอีกครั้งหนึ่ง ..... เส้นแรงสีแดงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่ปรากฏอยู่ตรงปลายของแท่งไม้ทั้ง 2 ข้างนั้น เท่ากันหรือไม่.....เพราะอะไร.?

.....

ให้นักเรียนปรับค่ามุมกลับมาเป็น 90 ดังเดิมแล้วปรับลดความเร็ว V_x เป็น 10 m/s^2 เพื่อให้วิ่งช้าลงเล็กน้อย แล้วกดที่ปุ่ม Rulers ไม้บรรทัดจะปรากฏขึ้น

23. ให้นักเรียนคลิกเม้าส์ไปที่ตัวกำแพงอิฐ 1 ครั้ง จะปรากฏจุดดำทั้งสี่มุมของกำแพงอิฐ *ให้คลิ๊กเม้าส์ที่ขอบล่างด้านซ้ายของกำแพงอิฐ* สังเกตเส้นประบนไม้บรรทัดด้านล่างของกำแพงอิฐ *ให้นักเรียนเลื่อนขอบกำแพงอิฐด้านซ้ายออกจากเดิม -5.00 ไปเป็น 0.00* นักเรียนต้องค่อยๆเลื่อนเพื่อให้กำแพงขยับในแนวระดับเท่านั้น แล้วกดปุ่ม Run

24. ขณะที่วัตถุพุ่งเข้าชนมีกี่แรงที่กระทำกับแท่งวัตถุสีขาว.....และขณะพันจากพื้นไปแล้ว ลอยอยู่กลางอากาศแท่งวัตถุสีขาวมีแรงกี่แรงกระทำกับมัน.....แรงอะไร..... ขณะที่มันกระแทกกับกำแพงอิฐมีแรงอะไรกระทำหรือไม่.....(ใช้วิธีการตรวจสอบเช่นเดียวกับข้อ 6 และ 17)

25. ให้นักเรียนเลื่อนกำแพงอิฐไปที่ -3.00 แล้วกดปุ่ม Run จะพบว่ามีแรงอะไรกระทำกับวัตถุแท่งสีขาว โดยเฉพาะแรงในแนวขนานกับพื้นระดับตอนแรกมีทิศไปทางใด.....จนกระทั่งวัตถุสีขาวนี้หยุด แรงในแนวขนานวางตัวในทิศทางใดเหมือนเดิมหรือไม่..... เพราะสาเหตุใด.....

26. นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าขณะที่วัตถุแท่งสีขาวไปแตะหรือสัมผัสกับวัตถุอื่นจะเกิดแรงกระทำระหว่างวัตถุสีขาวกับวัตถุอื่น**ตรงจุดสัมผัส ความเข้าใจนี้** ต้องเติมข้อความอะไรเพิ่มเติมจึงจะเข้ากฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

.....

.....

27. นักเรียนคิดว่ากฎข้อที่ 3 ของนิวตันนำไปใช้ทำประโยชน์อะไรได้บ้าง ตอบตามความคิดของนักเรียนเองไม่ต้องกลัวผิด ตอบเป็นข้อๆ

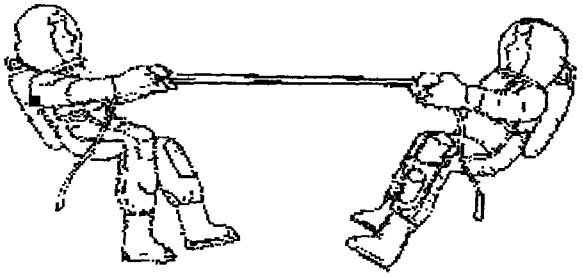
1.....

2. .....

3.....

4.....

มาเล่นชักคะเย่อกันกลางอวกาศมั๊ย!



ภาคผนวก จ

คู่มือครู

คู่มือครู

คู่มือครูทั้งฉบับจะประกอบไปด้วย

1. คำแนะนำสำหรับครูในการใช้แผนการสอน ใบความรู้และใบงาน

(Teacher Guide for teaching plan text note and work sheet)

2.*คำแนะนำสำหรับครูในการควบคุมนักเรียนขณะร่วมกันทำกิจกรรมในห้องเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน*

(Simulated Computer Program Advice Of Instructional Package for activity between teacher and students in class)

3.คำอธิบายสำหรับครูในการติดตั้งโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ลงในอุปกรณ์เก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์(ฮาร์ดดิสก์)

(Installing Guide into Harddisk for interactive physics program)

4.คำอธิบายในการเปิดแฟ้มข้อมูลเพื่อใช้ประกอบกับใบงานและใบความรู้ (ครูต้องแนะนำนักเรียนทุกคน)

(Guide for opening files)

5.คำแนะนำสำหรับการใช้โปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์เบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางต่อการทำคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองอันใหม่

(Interactive Physics Guide for crating new simulation)

คำแนะนำสำหรับครูในการใช้แผนการสอน ใบความรู้และใบงาน
(Teacher Guide for teaching plan text note and work sheet)

ในคำแนะนำนี้ได้บรรจุตัวแผนการสอนไว้ ส่วนตัวใบความรู้และใบงานจะเหมือนกับในคู่มือนักเรียนจึงไม่ได้จัดใส่ไว้ในภาคผนวก

<u>คำแนะนำในการใช้แผนการสอน</u>

การใช้แผนการสอน ผู้วิจัยได้จัดทำไว้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนแต่อยู่ในแผนการสอนชุดเดียวกันสำหรับบทเรียนบทหนึ่งสำหรับกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองและกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติ ครูหรือผู้สนใจสามารถดูตัวอย่างได้ในภาคผนวกส่วนนี้

ครูผู้ทำการสอนสามารถนำแผนการสอนมาใช้มุ่งเน้นในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งเป็นเป้าหมายของการเรียนในแต่ละบทเรียน <u>โดยอาศัยแนวทางจากข้อเสนอแนะซึ่งอยู่ตอนท้ายของแต่ละแผนการสอน</u> เพื่อนำมาใช้ในตอนสรุปหลังจากที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมจากใบงานในเรื่องนั้นๆเสร็จสิ้นแล้ว รวมทั้งครูและนักเรียนช่วยกันสรุปให้สอดคล้องกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื่องจากในคู่มือนักเรียนจะไม่มีสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้บอกไว้ ทั้งนี้เพื่อจุดประสงค์ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายๆอย่างเช่นได้ฝึกฝนการสังเกตและการตีความหมายข้อมูลเพื่อลงข้อสรุปด้วยตนเอง แต่เพื่อให้การเรียนรู้เกิดผลดีที่สุด ครูควรสอนตามการแนะนำในแผนการสอนที่อยู่ในส่วนของหัวข้อที่ชื่อว่า "กิจกรรมการเรียนการสอน" โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมที่อยู่ในหัวข้อ "ขั้นนำ"จะเป็นส่วนกระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นภาพคร่าวๆของเรื่องที่เรียนและชักนำให้นักเรียนไปสู่ความรู้ซึ่งเป็นจุดหมายปลายทางของเรื่องนั้นๆ

การไปสู่จุดหมายปลายทางของบทเรียนว่าเกี่ยวกับเรื่องใดและมีความสำคัญอย่างไร ครูผู้สอนควรกล่าวเน้นและเดินตรวจตราดูการทำกิจกรรมของนักเรียนในด้านการอ่านรายละเอียด คำแนะนำและการตอบคำถามในใบงานให้ถี่ถ้วน ซึ่งคำถามที่ใช้จะแฝงไปด้วยการใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยตรง อาจมีคำถามบางข้อที่นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจ ขอให้ครูผู้สอนได้ให้กำลังใจและกล่าวย้ำในหัวข้อคำถามก่อนหน้าและข้อคำถามหลังข้อที่นักเรียนสงสัย จะสามารถให้นักเรียนเห็นทิศทางของการตอบคำถาม เพราะตัวคำถามจะต่อเนื่องกันไปเป็นลำดับ ดังนั้นความไม่เข้าใจของนักเรียนอาจมาจากความไม่เข้าใจคำถามก่อนหน้านั้น ครูจึงควรกล่าวให้นักเรียนสังเกตและอ่านให้ดีในตัวคำถาม เนื่องจากในตัวคำถามจะบอกวิธีการหาไปในตัวอยู่แล้ว

ในตอนท้ายครูควรอภิปรายสรุปร่วมกับนักเรียนถึงเรื่องที่นักเรียนได้เรียนไปนั้นจากการทำกิจกรรมในใบงาน

ส่วนทางด้านการเตรียมตัวในการสอน ครูผู้สอนควรตรวจดูให้แน่ใจว่ามีแฟ้มข้อมูลถูกต้องและครบถ้วนในเครื่องคอมพิวเตอร์ตามแผนการสอนในแต่ละบทเรียนหรือไม่ ครูควรทำการก๊อปปี้แฟ้มข้อมูลสำรองเก็บไว้เสมอ และควรวางไว้ใกล้กับห้องเรียนเพื่อสะดวกในการหยิบใช้ได้ตลอดเวลา

แผนการสอน

หน่วยที่ 1 เรื่อง แรง

วิชา ฟิสิกส์(ว.021) 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

1. แรงที่มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป
2. แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่
3. แรงหรือความเร็วเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของปริมาณเวกเตอร์
4. แรง 2 แรง (หรือมากกว่า) มากระทำพร้อมกันต่อวัตถุเดียวกัน ผลที่เกิดขึ้นเสมือนกับมีแรงเพียงแรงเดียวกระทำต่อวัตถุ และเรียกแรงดังกล่าวว่า แรงลัพธ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป	ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้ นักเรียนสามารถ

1.อธิบายความหมายของคำว่าแรง และทำการคำนวณขนาดของแรงย่อยได้

2.บอกได้ว่าแรงและความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์

3.บอกความหมายของเส้นตรงกับขนาดและทิศทางของแรงและความเร็วได้

4.ใช้เครื่องหมาย บวกหรือลบ แทนทิศทางของแรงใน 1 มิติได้

สื่อการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ใบความรู้ 1 ใบ ต่อ 1 คน 2. ใบงาน 1 ชุด ต่อ 2 คน 3. แฟ้มข้อมูลชื่อ 1force.ip ,vector.ip และ 2force.ip 4. เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น 486DX ขึ้นไป	1.ชอล์ก 2.กระดานดำ 3.หนังสือเรียน ว .021 เล่ม 2

กิจกรรมการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
ครูแนะนำบทเรียนเรื่องแรงโดยใช้ใบความรู้ประกอบ	ครูนำอภิปรายถึงสถานการณ์เกี่ยวกับแรงกระทำต่อวัตถุ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 130-131
2.ขั้นทำความเข้าใจ	2.ขั้นทำความเข้าใจ
2.1 ครูให้นักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ 1force.ip และ vector.ip และ 2force จากใบงานตามลำดับ 2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองจากหน้าจอคอมพิวเตอร์	ครูอธิบายตามรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 132
3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม
นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน	ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามที่ 7.1 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 132-135

การวัดและประเมินผล

1.สังเกตความสนใจ และการให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติกิจกรรม

2.ตรวจผลงาน

2.1 จากใบงานที่เกี่ยวกับการประกอบกิจกรรม

2.2 การรายงานปากเปล่าและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ครูควรจัดเตรียมแฟ้มข้อมูล 1force.ip, vector.avi และ 2force.ip ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งแฟ้มข้อมูลชื่อ vector.avi จะไม่สามารถเปิดแฟ้มขึ้นมาใช้งานได้โดยตรงจากโปรแกรม ip ดังนั้นให้ครูผู้สอนได้แนะนำนักเรียนเปิดแฟ้มนี้ด้วยการดับเบิ้ลคลิ๊กเม้าส์ที่ชื่อแฟ้มนี้โดยตรง (กล่าวไว้ในคู่มือครู หัวข้อที่ 3 เรื่องการเปิดแฟ้มข้อมูล) 2..ครูผู้ทำการสอนควรย้ำกับนักเรียนหลังจากที่เรียนจบบทเรียนในหน่วยที่ 1 เพิ่มเติมว่า ปริมาณเวกเตอร์สามารถย้ายตำแหน่งได้และไม่ทำให้ค่าเดิมเปลี่ยนไปถ้าไม่มีการเปลี่ยนทิศทางในการย้ายตำแหน่ง โดยให้ครูย้ำให้นักเรียนนึกถึงแฟ้มข้อมูล vector.avi รวมทั้งกล่าวถึงกรณีที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วจะทำให้เกิดความเร่งเสมอ ไม่ว่าจะเปลี่ยนทิศทางหรือขนาดเพียงอย่างเดียวก็ตาม เพราะความเร็วก็เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่ต้องสนใจทั้งขนาดและทิศทาง ดังนั้นถ้าหากมีการเปลี่ยนเพียงทิศทางหรือขนาดอย่างใดอย่างหนึ่งย่อมทำให้ปริมาณเวกเตอร์นั้นเปลี่ยนแปลง โดยครูกล่าวให้นักเรียนนึกถึงแฟ้มข้อมูล 2force.ip ซึ่งเกี่ยวข้องกับกวางเรนเดียร์และจิ้งจอกหิมะ ทางด้านการคำนวณ ให้นักเรียนอาศัยสูตรคำนวณจากใบความรู้ ครูควรมอบหมายให้เป็นการบ้านเพิ่มเติม โดยเน้นถึงการแทนแรงแรงหนึ่งออกเป็นแรงประกอบในแนวแกนราบและแนวแกนดิ่ง และในทางกลับกัน มองแรงที่อยู่ในแนวราบกับแนวดิ่งกลับเป็นแรงแรงเดียว นอกจากนี้ครูควรย้ำว่านักเรียนสามารถหาทิศทางของแรงได้โดยเอาแรงประกอบในแนวดิ่งมาหารด้วยแรงประกอบในแนวราบ	นักเรียนทุกคนนำหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว.021 มาใช้ในการเรียน

แผนการสอน

หน่วยที่ 2 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

วิชา ฟิสิกส์(ว.021) 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

1. แรงที่มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป
2. ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่าหนึ่ง วัตถุนั้นจะยังคงรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวนั้นตลอดไป
3. ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุซึ่งอยู่นิ่ง วัตถุนั้นก็จะนิ่งเช่นนั้นตลอดไป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการทดลอง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้ นักเรียนสามารถ

1.อธิบายสถานการณ์ที่นำไปสรุปกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันได้

2.ใช้กฎข้อที่ 1 ของนิวตันอธิบายสถานการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

สื่อการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ใบความรู้ 1 ใบ ต่อ 1 คน 2. ใบงาน 1 ชุด ต่อ 2 คน 3. แฟ้มข้อมูลชื่อ airtrack.ip 4. เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น 486DX ขึ้นไป	1.ถาดลดแรงเสียดทาน 1 ถาด 2.แท่งไม้ 1 อัน 3 เม็ดพลาสติก 1 ถุง 4. หนังสือเรียน ว .021 เล่ม 2

กิจกรรมการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
ครูแนะนำบทเรียนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน โดยใช้ใบความรู้ประกอบ	ครูเริ่มทำการสาธิตเกี่ยวกับการขยับแท่งไม้ในถาดลดแรงเสียดทาน *โดยออกแรงผลักแท่งไม้ที่วางบนถาดที่ไม่มีเม็ดพลาสติก* และ*ออกแรงผลักแท่งไม้บนถาดลดแรงเสียดทาน*
2.ขั้นทำความเข้าใจ	2.ขั้นทำความเข้าใจ
2.1 ครูให้นักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ airtrack.ip จากใบงานตามลำดับ 2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองจากหน้าจอคอมพิวเตอร์	*ครูให้นักเรียนสังเกตความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของแท่งไม้* เมื่อออกแรงเท่ากัน จากการสาธิต 2 แบบ โดยแบบหนึ่งแท่งไม้เคลื่อนที่แล้วหยุด และอีกแบบหนึ่งแท่งไม้เคลื่อนที่ไปจนสุดถาด
3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม
นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน	ครูทำการสาธิตหลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปกฎข้อที่ 1 ของนิวตันและตอบคำถามที่ 7.2 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 135-138

<u>การวัดและประเมินผล</u>

1.สังเกตความสนใจ และการให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติกิจกรรม

2.ตรวจผลงาน

2.1 จากใบงานที่เกี่ยวกับการประกอบกิจกรรมของกลุ่มทดลองหรือการตอบคำถามจากหนังสือเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม

2.2 การรายงานปากเปล่าและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ครูควรจัดเตรียมแฟ้มข้อมูล airtrack.ip ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว 2..ให้ครูย้ำกับนักเรียนหลังจากที่เรียนจบ ถึงประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันตามใบความรู้ หน่วยที่ 2 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน	1.นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องนำหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว.021มาใช้ในการเรียน 2. การสาธิตของแท่งไม้บนถาดลดแรงเสียดทานอาจให้ผลไม่ชัดเจน เพราะพื้นถาดมีความฝืดอยู่บ้าง แท่งไม้จะเคลื่อนที่ไปได้ไม่ไกลเมื่อหยุดออกแรง

แผนการสอน

หน่วยที่ 3 เรื่อง มวล

วิชา ฟิสิกส์(ว.021) 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

1. สมบัติที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า "ความเฉื่อย"
2. ปริมาณที่บอกว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย คือ มวล
3. วัตถุที่มีมวลมากจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่มาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่น้อย
4. มวลเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้ นักเรียนสามารถ

1.อธิบายความหมายของมวลได้

2.บอกได้ว่ามวลเป็นปริมาณสเกลลาร์

3.เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สื่อการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ใบความรู้ 1 ใบ ต่อ 1 คน 2. ใบงาน 1 ชุด ต่อ 2 คน 3. แฟ้มข้อมูลชื่อ inertia.ip 4. เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น 486DX ขึ้นไป	1.ถาดลดแรงเสียดทาน 1 ถาด (กรณีสาธิตกับแท่งไม้เท่านั้น) 2.แท่งไม้ 3 อันแต่ฝังลูกเหล็กขนาดไม่เท่ากันในแต่ละแท่งไม้ **หรือ** *ใช้ขวดน้ำมันพืช 3 ขวดใส่ทรายในปริมาณที่ไม่เท่ากันแล้วเอากระดาษมาปิดไม่ให้เห็นทรายที่อยู่ข้างใน* 3 หนังสือเรียน ว .021 เล่ม 2

กิจกรรมการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
ครูแนะนำบทเรียนเรื่อง มวล โดยใช้ใบความรู้ประกอบ	ครูเริ่มทำการสาธิตเกี่ยวกับการขยับแท่งไม้ในถาด*โดยการกางนิ้วทั้ง 5 ออกแล้วขยับไปมาในแนวระดับให้สัมผัสกับแท่งไม้ที่วางบนถาด* ในคู่มือครู ว.021 หน้า 150-151
2.ขั้นทำความเข้าใจ	2.ขั้นทำความเข้าใจ
2.1 ครูให้นักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ inertia.ip จากใบงานตามลำดับ 2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองจากหน้าจอคอมพิวเตอร์	*ครูให้นักเรียนสังเกตความแตกต่างของการต้านมือของแท่งไม้* หรือสังเกตผลของการขยับของขวดน้ำมันพืชว่าเกิดการต้านมืออย่างไร
3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม
นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน	ครูทำการสาธิตหลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเรื่อง มวล ละตอบคำถาม ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 138 - 141

<u>การวัดและประเมินผล</u>

1.สังเกตความสนใจ และการให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติกิจกรรม

2.ตรวจผลงาน

2.1 จากใบงานที่เกี่ยวกับการประกอบกิจกรรมของกลุ่มทดลองหรือการตอบคำถามจากหนังสือเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม

2.2 การรายงานปากเปล่าและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ครูควรจัดเตรียมแฟ้มข้อมูล inertia.ip ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว 2.บทเรียนเป็นอีกบทเรียนหนึ่งที่นักเรียนชอบไม่แพ้เรื่องแรงซึ่งเป็นบทแรก บทเรียนหน่วยนี้เต็มด้วยสีสรรสดใส กระทำตามในใบงานได้ง่ายและเสร็จเร็วกว่ากำหนดเวลา ครูผู้สอนอาจเพิ่มกิจกรรมโดยการกำหนดแรงขนาดต่างๆที่เปลี่ยนไปมาดันก้อนวัตถุในแนวระดับแทนการชนของลูกตุ้มในแฟ้มข้อมูล inertia.ip เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 8 ในใบงานได้ดีขึ้น 3.ครูควรย้ำกับนักเรียนหลังจากที่เรียนจบหน่วยบทเรียนถึงประโยชน์ในการนำเรื่องที่เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ที่ทับกระดาษ และการหักเลี้ยวอย่างกระทันหันของรถยนต์ตามทางโค้งของพื้นถนนที่ไม่ควรกระทำตามแหล่งชุมชนในกรณีที่รถมีมวลมากและขับมาด้วยความเร็วสูง เพราะรถจะหยุดหรือบังคับได้ยากเนื่องจากผลของความเฉื่อยอันเนื่องมาจากมวลมาก	1. นักเรียนทุกคนนำหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว.021มาใช้ในการเรียน 2. การสาธิตของแท่งไม้บนถาด อาจใช้ขวดน้ำมันพืชแทนเพราะหาได้ง่ายกว่า 3. ครูควรย้ำกับนักเรียนหลังจากที่เรียนจบหน่วยบทเรียนถึงประโยชน์ในการนำเรื่องมวลไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ที่ทับกระดาษ และการหักเลี้ยวอย่างกระทันหันของรถยนต์ที่มีมวลมากและขับมาด้วยความเร็วสูงตามทางโค้งของพื้นถนนที่ไม่ควรกระทำตามแหล่งชุมชน เพราะรถจะหยุดหรือบังคับได้ยากเนื่องจากผลของความเฉื่อยอันเนื่องมาจากมวลมาก

แผนการสอน

หน่วยที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

วิชา ฟิสิกส์(ว.021) 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

1.สมการ $\vec{F} = m\vec{a}$: แรง $\vec{F}$ เป็นแรงรวมของแรงทุกแรงเขียนแทนได้ว่า $\sum \vec{F}$ และปริมาณดังกล่าวแปรผันตรงกับ $\vec{a}$ และ $\vec{a}$ แปรผันตรงกับ $\frac{1}{m}$ สามารถนิยามได้ว่า $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

2. ความเร่ง $\vec{a}$ มีทิศเดียวกับแรงลัพธ์เสมอ

3.ในการนำสมการ $\vec{F} = m\vec{a}$ ไปใช้นั้น หมายความว่า $\vec{F}$ และ $\vec{a}$ มีทิศไปทางเดียวกัน ในกรณีที่ใช้ $F = ma$ เป็นการใช้เพื่อ**หาขนาด**ของแรงและความเร่งเท่านั้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้ นักเรียนสามารถ

1.สรุปได้ว่าเมื่อมวลคงตัว จะได้ความเร่งของวัตถุแปรผันตรงกับแรงลัพธ์

2.บอกได้ว่าเมื่อให้แรงคงตัว ขนาดความเร่งของวัตถุจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

3.บอกได้ว่า แรงลัพธ์และความเร่งในกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันมีทิศไปทางเดียวกัน

4.เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการคำนวณ ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการคำนวณ ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สื่อการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ใบความรู้ 1 ใบ ต่อ 1 คน 2. ใบงาน 1 ชุด ต่อ 2 คน 3. แฟ้มข้อมูลชื่อ cart.ip 4. เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น 486DX ขึ้นไป กลุ่มทดลอง	1.เครื่องเคาะสัญญาณเวลา 1 เครื่องต่อ 1 กลุ่ม 2.หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ 1 เครื่อง ต่อ 1 กลุ่ม 3.รางไม้พร้อมแขนรางไม้ 1 ชุด ต่อ 1 กลุ่ม 4.รถทดลอง 1 คัน ต่อ 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม
	5.นอตโลหะ 5 ตัว ต่อ 1 กลุ่ม 6.สายไนลอนพร้อมขอเกี่ยวโลหะ 1 ชุดต่อ 1 กลุ่ม 7.สายไฟ 8.แถบกระดาษ

กิจกรรมการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
ครูแนะนำบทเรียนเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน โดยใช้ใบความรู้ประกอบ	ครูบอกให้นักเรียนทราบว่าการทดลองที่จะสรุปเป็นกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันมี 3 ตอน แต่ทำการทดลองเพียง 2 ตอน
2.ขั้นทำความเข้าใจ	2.ขั้นทำความเข้าใจ
2.1 ครูให้นักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ cart.ip จากใบงานตามลำดับ 2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองจากหน้าจอคอมพิวเตอร์	*ตอนแรก* เป็นการทดลองเพื่อให้รถทดลองเคลื่อนที่บนรางไม้ด้วยอัตราเร็วคงตัว *ตอนสอง* เป็นการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับแรง เมื่อมวลคงตัว การทดลองทั้ง 2 ตอนดังกล่าวให้ครูอ่านประกอบจากคู่มือครู วิชาฟิสิกส์ ว.021 หน้า 154 -157 *ตอนสาม* เป็นเพียงการกำหนดให้แรงคงตัว และสรุปว่า ความเร่งแปรผกผันกับมวล

3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม
นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน	นักเรียนทำการทดลองตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 142-144 หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและตอบคำถามตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า143 -149

การวัดและประเมินผล

1.สังเกตความสนใจ และการให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติกิจกรรม

2.ตรวจผลงาน

2.1 จากใบงานที่เกี่ยวกับการประกอบกิจกรรมของกลุ่มทดลองหรือการตอบคำถามจากหนังสือเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม

2.2 การรายงานปากเปล่าและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ครูควรจัดเตรียมแฟ้มข้อมูล cart.ip ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว 2..หน่วยบทเรียนนี้มีให้นักเรียนเขียนกราฟในข้อที่ 14 ของใบงานเรื่องนี้ ครูควรย้ำให้นักเรียนเขียนชื่อแกนราบและแกนดิ่งให้ถูกต้องชัดเจน เพื่อเป็นการประหยัดเวลา ครูควรให้นักเรียนทำนอกเวลา (ไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์)โดยให้ให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน และอาจต้องข้ามข้อคำถามอีกบางข้อถ้าหากเป็นคำถามที่เกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากกราฟ 3.ให้ครูย้ำกับนักเรียนหลังจากที่เรียนจบ ถึงประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันในเรื่องของกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2ของนิวตัน เช่น วัตถุตกจากที่สูงในวันที่ลมสงบอย่างอิสระจะเคลื่อนที่ด้วยค่าความเร่งคงที่ และสามารถนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2ของนิวตันมาคำนวณหาแรงที่กระทำกับวัตถุได้เมื่อทราบมวลของวัตถุ	1.นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องนำหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว.021มาใช้ในการเรียน 2. การทดลองตอนที่ 3 เป็นการทดลองที่ยากและมีโอกาสผิดพลาดสูงในการที่จะรักษาความเร็วของรถทดลองให้คงที่โดยการปรับยกระดับของรางไม้เพื่อชดเชยแรงเสียดทาน ครูสามารถตัดออกได้ แต่ถ้าต้องการทำการทดลองให้ดูในคู่มือครู วิชาฟิสิกส์ ว.021 หน้า 157-159 3. ให้ครูย้ำกับนักเรียน ถึงประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในเรื่องของกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2ของนิวตัน เช่น วัตถุตกจากที่สูงในวันที่ลมสงบอย่างอิสระจะเคลื่อนที่ด้วยค่าความเร่งคงที่ และสามารถนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2ของนิวตันมาคำนวณหาแรงที่กระทำกับวัตถุได้เมื่อทราบมวลของวัตถุนั้น

แผนการสอน

หน่วยที่ 5 เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

วิชา ฟิสิกส์(ว.021) 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

1. วัตถุทั้งสองที่มีมวลอยู่บนโลก หรือดาวเคราะห์ที่มีมวลต่างๆในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน
2. ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆจะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสอง เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า $F \propto m_1$ และ $F \propto m_2$ และจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสองนั้นคือ $F \propto \frac{1}{r^2}$ สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ว่า $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

   เมื่อ G = 6.670 . 10^{-11} $N.m^2/Kg^2$ และ r เป็นระยะห่างระหว่างมวลทั้งสอง
3. แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงกระทำร่วม โดยมวลที่หนึ่ง(m_1) ดึงดูดมวลที่สองและมวลที่สอง (m_2) ดึงดูดมวลที่หนึ่งด้วยขนาดของแรงเท่ากันในแนวเดียวกัน ทิศตรงกันข้าม
4. G เป็นค่าคงตัว สำหรับวัตถุทุกชนิดในเอกภพเรียกว่าค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้ นักเรียนสามารถ

1.บอกกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันได้

2.ใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน หาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ เช่น ระยะห่างระหว่างวัตถุมีผลต่อแรงดึงดูดอย่างไร หรือ ค่ามวลแต่ละฝ่ายที่ไม่เท่ากันสัมพันธ์ต่อแรงดึงดูดระหว่างมวลอย่างไร

3.เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (การเขียนแสดงเส้นกราฟ) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สื่อการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ใบความรู้ 1 ใบ ต่อ 1 คน 2. ใบงาน 1 ชุด ต่อ 2 คน 3. แฟ้มข้อมูลชื่อ between.ip 4. เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น 486DX ขึ้นไป	หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว.021

กิจกรรมการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
ครูแนะนำบทเรียนเรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน โดยใช้ใบความรู้ประกอบ โดยครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนเห็นว่าวัตถุที่มีมวลตั้งแต่ 2 ก้อนขึ้นไปสามารถดึงดูดกันได้แม้ไม่มีชีวิต แต่จะมีลักษณะการดึงดูดอย่างไรให้นักเรียนศึกษาจากแฟ้มข้อมูล between.ip	ครูอาจกล่าวถึงดวงดาวต่าง ๆที่ดึงดูดกันเป็นแรงชนิดเดียวกับแรงดึงดูดของโลกกับดวงจันทร์ และจะหาความสัมพันธ์ของแรงดังกล่าว
2.ขั้นทำความเข้าใจ	2.ขั้นทำความเข้าใจ
2.1 ครูให้นักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ between.ip จากใบงาน 2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองจากหน้าจอคอมพิวเตอร์	เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงว่าขึ้นกับค่ามวลของวัตถุแต่ละฝ่ายบและขึ้นกับระยะห่างของวัตถุทั้งสองอย่างไร
3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม
นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน ในบทเรียนหน่วยนี้มีการเขียนกราฟเช่นเดียวกับหน่วยบทเรียนที่ 4 ครูสามารถให้นักเรียนเขียนกราฟคร่าว ๆโดยไม่จำเป็นต้องใช้กระดาษกราฟ แต่ให้นักเรียนเขียนปริมาณในแกนราบ(ระยะห่าง)และแกนดิ่ง(แรงที่ดึงดูด)ให้ถูกต้องและครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะของเส้นกราฟที่ได้ว่าคล้ายกราฟไฮเปอร์โบลาในหนังสือคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ม.4 เทอม 2 เพียงแต่กราฟเอียงเป็นมุมฉาก	ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 155 -162

การวัดและประเมินผล

1.สังเกตความสนใจ และการให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติกิจกรรม

2.ตรวจผลงาน

2.1 จากใบงานที่เกี่ยวกับการประกอบกิจกรรมของกลุ่มทดลองหรือการตอบคำถามจากหนังสือเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม

2.2 การรายงานปากเปล่าและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ครูควรจัดเตรียมแฟ้มข้อมูล between.ip ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว 2. ให้ครูย้ำกับนักเรียนหลังจากที่เรียนจบ ถึงประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันในเรื่องของกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน เช่น การมีแรงดึงดูดระหว่างดวงดาวต่างๆ ช่วยให้จักรวาลยังคงรักษารูปร่างไว้ และกฎนี้นำมาใช้หาค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เป็นต้น	1.นำหนังสือวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว.021มาทุกคน 2. ให้ครูย้ำกับนักเรียน ถึงประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การมีแรงดึงดูดระหว่างดวงดาวต่างๆ ช่วยให้จักรวาลยังคงรักษารูปร่างไว้ และกฎนี้นำมาใช้หาค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เป็นต้น

แผนการสอน
หน่วยที่ 6 เรื่อง น้ำหนัก

วิชา ฟิสิกส์(ว.021) 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

1. ค่า g คือค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เฉพาะที่ผิวโลกบริเวณเดียวกัน เช่นที่ความสูงเดียวกัน ค่า g จะเท่ากัน
2. ค่าความเร่งที่มีค่าคงที่ จะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนค่าความเร็วที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเป็นระเบียบ
3. แรงที่โลกฉุดวัตถุหรือดึงดูดวัตถุ คือ น้ำหนักของวัตถุและน้ำหนักของวัตถุมีหน่วยเป็นนิวตัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้ นักเรียนสามารถ

1.บอกได้ว่าน้ำหนักของวัตถุคือแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน

2.บอกได้ว่าวัตถุก้อนเดียวกัน เมื่อชั่ง ณ บริเวณต่างกัน เช่น ที่ดวงจันทร์ ค่า g จะมีค่าลดลง เนื่องจากมวลของดวงจันทร์มีค่าน้อยกว่าโลก

3.เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สื่อการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ใบความรู้ 1 ใบ ต่อ 1 คน 2. ใบงาน 1 ชุด ต่อ 2 คน 3. แฟ้มข้อมูลชื่อ between.ip 4. เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น 486DX ขึ้นไป	หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว.021

กิจกรรมการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
ครูแนะนำบทเรียนเรื่อง น้ำหนัก โดยใช้ใบความรู้ประกอบ โดยให้ครูเน้นว่าแรงอีกประเภทหนึ่งที่ควรรู้จัก คือ น้ำหนัก ซึ่งเราใช้ในชีวิตประจำวัน เช่นการชั่งน้ำหนักตัวของเราเอง มีไม่มีชีวิต ครูบอกนักเรียนว่าเราจะมาหัดทำการคำนวณถึงค่าแรงที่วัตถุแต่ละฝ่ายออกแรงดึงดูดกัน นักเรียนจะได้ศึกษาจากแฟ้มข้อมูล	ครูนำอภิปรายถึงการตกอย่างเสรีของวัตถุ โดยใช้คำภาม 7.9 ในหนังสือเรียนหน้า 151
2.ขั้นทำความเข้าใจ	2.ขั้นทำความเข้าใจ
2.1 ครูให้นักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ 1weight.ip c[t 2 weight.ip จากใบงานตามลำดับ 2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองจากหน้าจอคอมพิวเตอร์	ครูอธิบายตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 152-153
3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม
นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน ในบทเรียนหน่วยนี้ค่อนข้างใช้เวลามาก เนื่องจากต้องมีการคำนวณเปรียบเทียบกันกับปริมาณต่าง ๆ ดังนั้นครูผู้สอนอาจต้องจัดหาเวลาทำกิจกรรมเพิ่มเติมเพราะอาจเสร็จไม่ทันในเวลา 2 คาบ	ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 152-155

<u>การวัดและประเมินผล</u>

1.สังเกตความสนใจ และการให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติกิจกรรม

2.ตรวจผลงาน

2.1 จากใบงานที่เกี่ยวกับการประกอบกิจกรรมของกลุ่มทดลองหรือการตอบคำถามจากหนังสือเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม

2.2 การรายงานปากเปล่าและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ครูควรจัดเตรียมแฟ้มข้อมูล 1weight.ip และ 2weight.ip ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว 2. ในบทเรียนนี้นักเรียนจำเป็นต้องผ่านกิจกรรมจากใบงานในบทเรียนหน่วยที่ 5 เรื่องกฎแรงดึงดูดกระหว่างมวลมาก่อน 3. การคำนวณโดยการแทนค่าตัวเลขเข้าไปในสูตรเพื่อเปรียบเทียบกับแรงกับระยะห่างที่ตำแหน่งต่างๆ ครูสามารถให้นักเรียนกระทำนอกห้องเรียนได้โดยไม่ต้องใช้คอมพิงเตอร์ 4. 4. ให้ครูย้ำกับนักเรียน ถึงประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น จากบทเรียนที่ 5 ที่มีการสรุปว่าแรงดึงดูดระหว่างดวงดาวต่างๆ ช่วยให้จักรวาลยังคงรักษารูปร่างไว้ และกฎนี้นำมาใช้ในบทเรียนที่ 6 เรื่องน้ำหนักซึ่งก็คือแรงดึงดูดระหว่างมวลเพียงแต่เน้นว่าเป็นแรงดึงดูดระหว่างโลกกับวัตถุอื่นที่อยู่บนโลก	1.นักเรียนนำหนังสือวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว.021 มาทุกคน 2. ให้ครูย้ำกับนักเรียน ถึงประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น จากบทเรียนที่ 5 ที่มีการสรุปว่าแรงดึงดูดระหว่างดวงดาวต่างๆ ช่วยให้จักรวาลยังคงรักษารูปร่างไว้ และกฎนี้นำมาใช้ในบทเรียนที่ 6 เรื่องน้ำหนักซึ่งก็คือแรงดึงดูดระหว่างมวลเพียงแต่เน้นว่าเป็นแรงดึงดูดระหว่างโลกกับวัตถุอื่นที่อยู่บนโลก

แผนการสอน
หน่วยที่ 7 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

วิชา ฟิสิกส์(ว.021) 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

1. เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงกันข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ แรงที่มากระทำต่อวัตถุเรียกว่า แรงกิริยา และแรงที่วัตถุโต้ตอบเรียกว่า แรงปฏิกิริยา เรียกแรงทั้งสองนี้ว่า แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา
2. แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา จะมีขนาดเท่ากันเสมอ
3. ตัวอย่างของแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เช่น
   3.1 แรงดึงดูดระหว่างมวล ซึ่งมีจุดกระทำอยู่ที่จุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ
   3.2 แรงที่เกิดจากการสัมผัสแตะหรือครูด ณ จุดใด แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาจะเกิดจุดๆนั้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้ นักเรียนสามารถ

1.อธิบายสถานการณ์เพื่อนำไปสรุปเป็นการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันได้

2.บอกได้ว่าแรงคู่ใดเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

3.เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการทดลอง ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สื่อการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ใบความรู้ 1 ใบ ต่อ 1 คน 2. ใบงาน 1 ชุด ต่อ 2 คน 3. แฟ้มข้อมูลชื่อ Bbblocks.ip และ attack .ip 4. เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น 486DX ขึ้นไป	1.เครื่องชั่งสปริง 2 อัน ต่อ 1 กลุ่ม

กิจกรรมการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
ครูแนะนำบทเรียนเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน โดยใช้ใบความรู้ประกอบ พร้อมกับกล่าวแนะว่าไม่ว่าวัตถุตั้งแต่ 2 ก้อนมาแตะสัมผัสหรือแม้กระทั่งอยู่ห่างกันก็ตาม เราสามารถกล่าวได้ว่าวัตถุทั้งสองเกิดแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาได้เสมอ นอกจากนี้ครูควรกล่าวย้ำในการศึกษาจากใบงานถึงความสำคัญในการดูถึงทิศทางการวางตัวของแรงตรงจุดที่วัตถุสัมผัสมาสัมผัสกัน	ครูทบทวนเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 และ 2 ของนิวตัน และอาจแนะนักเรียนว่าจะทำการทดลองเกี่ยวกับกฎข้อที่ 3 ของนิวตันโดยใช้เครื่องชั่งสปริง
2.ขั้นทำความเข้าใจ	2.ขั้นทำความเข้าใจ
2.1 ครูให้นักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลชื่อ Bbblocks.ip และ attack.ip จากใบงานตามลำดับ 2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองจากหน้าจอคอมพิวเตอร์	*เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงกิริยากับขนาดของแรงปฏิกิริยา*
3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	3.ขั้นปฏิบัติกิจกรรม
นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน	นักเรียนทำการทดลองตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 164-165 หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและตอบคำถามตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 166 -172

การวัดและประเมินผล

1.สังเกตความสนใจ และการให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติกิจกรรม

2.ตรวจผลงาน

2.1 จากใบงานที่เกี่ยวกับการประกอบกิจกรรมของกลุ่มทดลองหรือการตอบคำถามจากหนังสือเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม

2.2 การรายงานปากเปล่าและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ครูควรจัดเตรียมแฟ้มข้อมูล Bbblocks.ip และ attack.ip ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว 2. กิจกรรมนี้มีให้แยกประเภทของแรง ครูควรย้ำให้เห็นชัดเจนในตอนสรุปอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนถึงคู่ของแรงกิริยา-ปฏิกิริยาที่มีในใบงาน เนื่องจากในใบงานจะย้ำถึงการตอบคำถามของคู่แรงดังกล่าว ทั้งสาเหตุการเกิด และขนาดของแรงนั้นที่มาจากการกระทำของวัตถุใด รวมทั้งสาเหตุของการเกิดแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยานั้น ไม่จำเป็นต้องเกิดเฉพาะเมื่อมีการสัมผัสกัน โดยครูกล่าวเตือนถึงในกรณีของแรงดึงดูดระหว่างมวลก็เป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา แต่จุดกระทำของแรงไม่ได้อยู่ตรงจุดสัมผัส แต่อยู่ที่จุดศูนย์กลางมวล 3. ให้ครูย้ำกับนักเรียนหลังจากที่เรียนจบ ถึงประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันในเรื่องของกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน เช่น การตอกตะปู การเล่นชักคะเย่อ การเดินหรือวิ่งไปบนพื้นถนน เป็นต้น	1.นำหนังสือวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ว.021มาทุกคน 2. ควรทำการทดลองบนพื้นโต๊ะที่ลื่น และพื้นต้องเป็นแนวระดับ (ในกรณีที่จะวางเครื่องชั่งสปริงลงบนโต๊ะ) 3. การทดลองควรจับให้เครื่องชั่งสปริงทั้งสองวางตามแนวระดับ และอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน 4. ในขณะที่อ่านค่าจากตาชั่งสปริง ต้องให้เครื่องชั่งสปริงอยู่นิ่ง 5. เครื่องชั่งสปริงสองอันที่นำมาใช้ ถ้ามีความคลาดเคลื่อนก็ต้องมีความคลาดเคลื่อนเท่ากันด้วย 6. ให้ครูย้ำกับนักเรียน ถึงประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การตอกตะปู การเดินหรือวิ่งไปบนพื้นถนน เป็นต้น

คำแนะนำสำหรับครูในการควบคุมนักเรียนขณะร่วมกันทำกิจกรรมในห้องเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอน

(Simulated Computer Program Advice Of Instructional Package for activity between teacher and students in class)

1. ครูผู้สอนควรได้ทำการทดลองในแต่ละแฟ้มข้อมูลเพื่อเมื่อเกิดปัญหาจะได้สามารถแก้ไขได้และทำให้การเรียนการสอนมีชีวิตชีวา ไม่สูญเสียไปกับปัญหาที่คาดไม่ถึง
2. ครูควรเตือนนักเรียนให้ศึกษาไปตามขั้นตอนของกิจกรรมทีละข้อ อย่าอ่านหรือทำข้ามข้อเพราะเป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องกัน
3. ครูควรตรวจสอบว่านักเรียนทำตามกิจกรรมนักเรียนในหัวข้อนั้นๆ ถ้านักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลผิดหรือสับสน ครูควรบอกให้นักเรียนยกมือและดำเนินการแก้ไขไปแต่ละคน
4. ในแต่ละกิจกรรมนักเรียนแต่ละคนต้องใช้ความคิด การสังเกต และใช้ทักษะอื่นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการฝึกฝนที่ต้องใช้สมาธิและความตั้งใจมาก ดังนั้นครูควรให้นักเรียนแต่ละคนไม่ส่งเสียงดัง และไม่ควรอย่างยิ่งที่นักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มจะเดินไปดูคำตอบของกลุ่มอื่น เพราะจะทำให้การฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ไม่เกิดผล และทำลายสมาธิของกลุ่มอื่น
5. ครูไม่ควรนั่งที่โต๊ะเพียงอย่างเดียว ควรเดินดูผลของการทำงานของนักเรียน อย่าลืมว่าคอมพิวเตอร์ไม่สามารถจะแทนท่านได้ มันเป็นเพียงสื่อประกอบการสอนเท่านั้น
6. ถ้าหากมีนักเรียนคนใดหรือกลุ่มใดทำกิจกรรมนั้นๆเสร็จก่อน ให้ครูแนะนำนักเรียนหรือกลุ่มตรวจสอบให้แน่ใจในความถูกต้อง ครูควรเน้นไม่ให้นักเรียนแข่งขันกันในแง่ความเร็วโดยเน้นให้เห็นว่าผู้ที่ทำเสร็จเร็วกว่าไม่ใช่ผู้ที่เก่งกว่า หรือเหนือกว่าผู้อื่น แต่การทำอะไรก็ตามยิ่งมีความรอบคอบที่จะทำให้ถูกต้อง จะสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพของบุคคลนั้นๆ เพราะทักษะทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เน้นที่ทำเสร็จเร็ว แต่เน้นที่การกระทำไปตามขั้นตอนด้วยความคิดจนได้ผลลัพธ์ที่สมเหตุสมผล ถูกต้อง และน่าเชื่อถือ
7. ถ้าหากมีกลุ่มใดที่ทำช้ากว่ากลุ่มอื่นๆมาก ครูต้องให้กลุ่มดังกล่าวได้ไปฝึกฝนนอกเวลาโดยไม่ทำให้นักเรียนของท่านเสียกำลังใจว่าทำได้ช้ากว่ากลุ่มอื่น ทั้งๆที่นักเรียนเหล่านั้นได้ตั้งใจทำ ขอให้ครูระลึกไว้เสมอว่าเพื่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของท่านจะดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้การรับรู้ในเนื้อหาการเรียนดีขึ้นตามไปด้วย ความเสียสละของท่านจะส่งผลดีในตัวนักเรียนแน่นอน
8. สำหรับกลุ่มหรือนักเรียนที่ไม่ตั้งใจทำ ท่านควรจะดำเนินการทันทีและไม่ควรปล่อยให้นักเรียนเปิดแฟ้มข้อมูลอื่นๆเล่น ถ้าหากยังไม่ถึงกำหนดเวลาที่เหมาะสม

ความมุ่งมั่นในตัวครูบวกกับความตั้งใจของนักเรียนย่อมเปรียบเสมือนเมืองที่มุ่งสร้างป้อมปราการเข้มแข็งอันเป็นฐานในการเผชิญกับปัญหาในจุดอื่นต่อๆไป

<u>คำอธิบายสำหรับครูในการติดตั้งโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ลงในอุปกรณ์เก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์(ฮาร์ดดิสก์)</u>

(Installing Guide into Harddisk for interactive physics program)

ก่อนการติดตั้งโปรแกรม Interactive Physics ลงบนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์ควรมีคุณสมบัติของเครื่องดังนี้

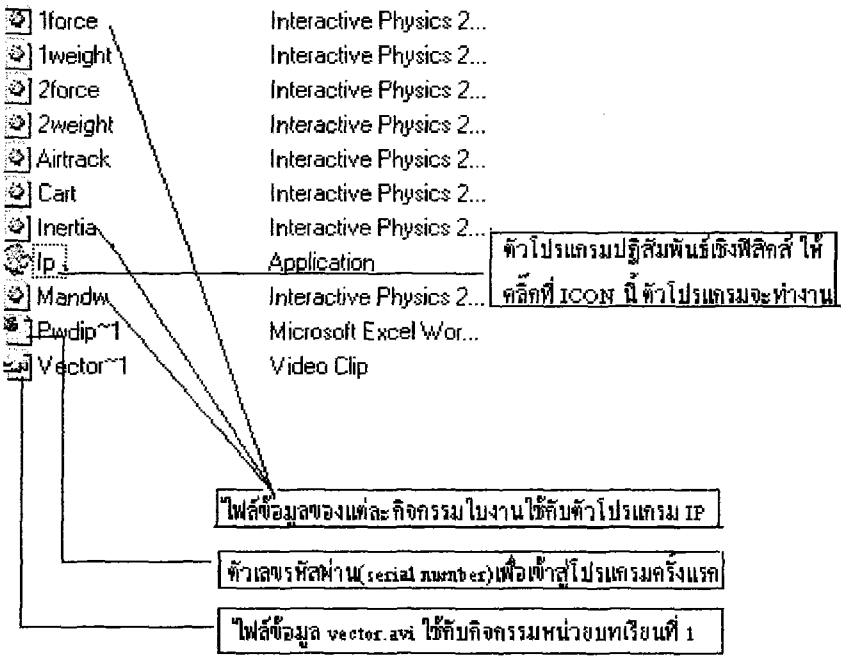
- 486-based CPU หรือสูงกว่า
- แผ่นความจุขนาด 3.5" floppy disk drive (สำหรับการติดตั้งตัวโปรแกรม)
- เนื้อที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์อย่างน้อยที่สุด 6 MB
- RAM มีอย่างน้อยที่สุด 4MB ที่ไว้ใช้กับโปรแกรม (บางภาพกราฟฟิกอาจต้องการมากกว่า ถ้าเป็นภาพที่เล่นสีมากขึ้นหรือภาพที่ต้องการความละเอียด) สภาพที่เหมาะสมกว่าควรมี RAM ตั้งแต่ 8 MB ขึ้นไป

การติดตั้งโปรแกรม

การติดตั้งโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ลงบนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์.ใช้แผ่นที่ผู้วิจัยเตรียมไว้โดยกระทำได้ดังนี้

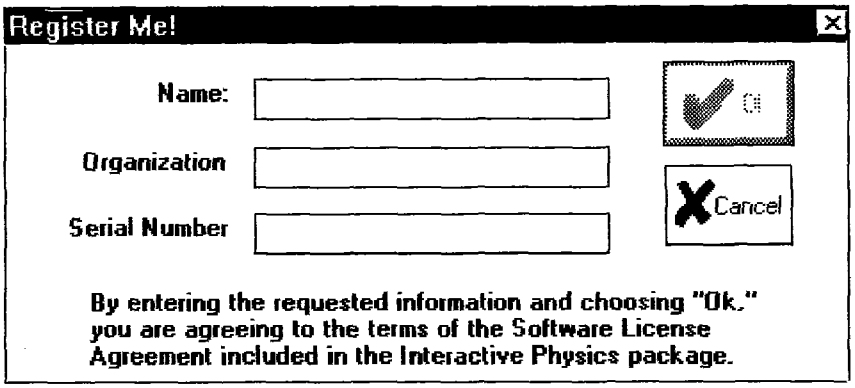
ใส่แผ่นดิสก์ที่ drive A:\ แล้วพิมพ์คำว่า Unzip ดังตัวอย่าง

A:\unzip เสร็จแล้วกด Enter เครื่องคอมพิวเตอร์จะจัดการสร้างห้อง**(folder) ชื่อว่า Ip** ไว้ให้ ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนชื่อห้องเองได้ และผู้ใช้สามารถเปิดไฟล์ต่าง ๆเพื่อดูรายละเอียดได้จากใน windows explorer ของทั้งระบบวินโดว์ 95 และ 98 ผู้ใช้เพียงแต่คลิ๊กเม้าส์ไปที่ห้องชื่อดังกล่าวข้างต้น รายละเอียดจะปรากฏคล้าย ๆข้างล่างนี้



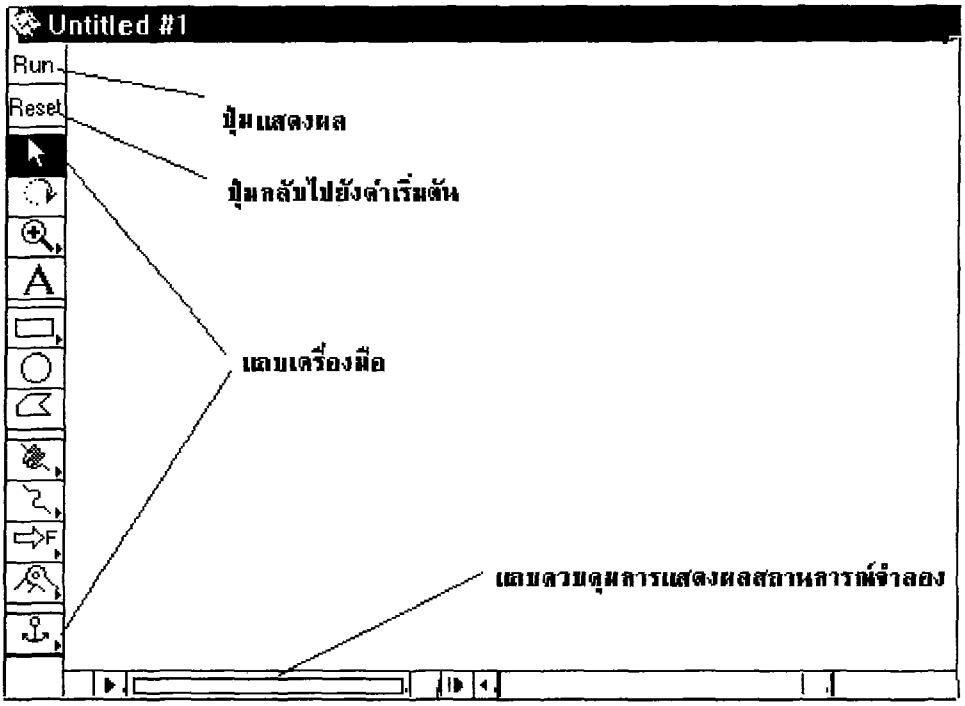
ภาพประกอบ รายละเอียดแฟ้มต่าง ๆที่ติดตั้งเข้ามาในฮาร์ดดิสก์

ส่วนที่เป็นรูปสัญลักษณ์ที่แสดงถึงตัวโปรแกรม(application) คือ โดยการดับเบิ้ลคลิ๊กที่รูปสัญลักษณ์นี้ เพื่อเริ่มเปิดตัวโปรแกรม ตัวโปรแกรมเมื่อถูกเปิดขึ้นมาจะปรากฏเป็นกรอบโต้ตอบว่า Register Me(ลงทะเบียน) โดยจะปรากฏตอนติดตั้งโปรแกรมเฉพาะครั้งแรกเท่านั้น



ภาพประกอบ กรอบโต้ตอบให้ลงทะเบียนสำหรับการติดตั้งตัวโปรแกรมครั้งแรก

ผู้ใช้เพียงแต่พิมพ์ให้ครบทุกช่อง โดยช่อง Name กับ Organization จะพิมพ์คำอะไรก็ได้ ส่วนช่อง Serial Number จะต้องใส่เลขรหัส ให้ครบ(ถูกใส่ไว้ในไฟล์ชื่อ Pwdip~1) เสร็จแล้วให้กดปุ่ม O.K. จะปรากฏว่ามีกรอบโต้ตอบโดยให้พิมพ์คำตามหมายเลขหน้า เปิด**ไฟล์ชื่อ Pwdip~1(คำรหัสผ่าน)** อีกครั้ง และพิมพ์คำให้ตรงกับหมายเลขหน้าที่กำหนด กดปุ่ม O.K.อีกครั้ง ตัวโปรแกรมปฏิสัมพันธ์เชิงฟิสิกส์จะปรากฏขึ้น โดยขึ้นกรอบภาพวินโดว์ใหม่โดยไม่ได้ระบุ ชื่อ(Untitled) ดังนี้



ภาพประกอบ แสดงกรอบวินโดว์จากการเปิดเข้ามาในตัวโปรแกรมเพื่อใช้งาน

คำอธิบายในการเปิดแฟ้มข้อมูลเพื่อใช้ประกอบกับใบงานและใบความรู้
(ครูต้องแนะนำนักเรียนทุกคน)

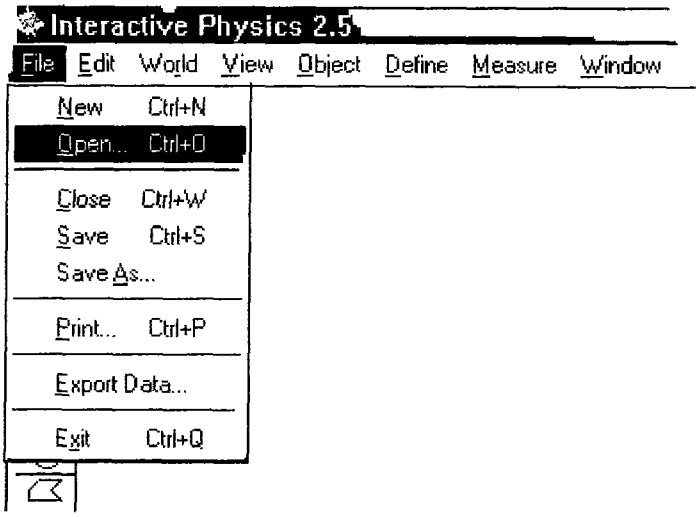
(Guide for opening files)

ครูสามารถเปิดดูแฟ้มข้อมูลที่สร้างไว้แล้วได้โดยตรงโดยผ่านโปรแกรม windows explorer จาก menu start ใช้เม้าส์คลิ๊กที่แฟ้ม windows explorer แล้วเข้าไปห้องที่ชื่อว่า **Ip** เมื่อเห็นรายละเอียดปรากฏขึ้นสามารถทำการดับเบิ้ลคลิ๊กที่ตัวไฟล์ข้อมูล (เป็นชื่อไฟล์ต่างๆที่ถูกสร้างไว้สังเกตได้จากนามสกุลของแฟ้มข้อมูลจะใช้คำว่า ip) ดูตัวอย่างแฟ้มในภาพประกอบ 2

การเปิดแฟ้มข้อมูลสามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

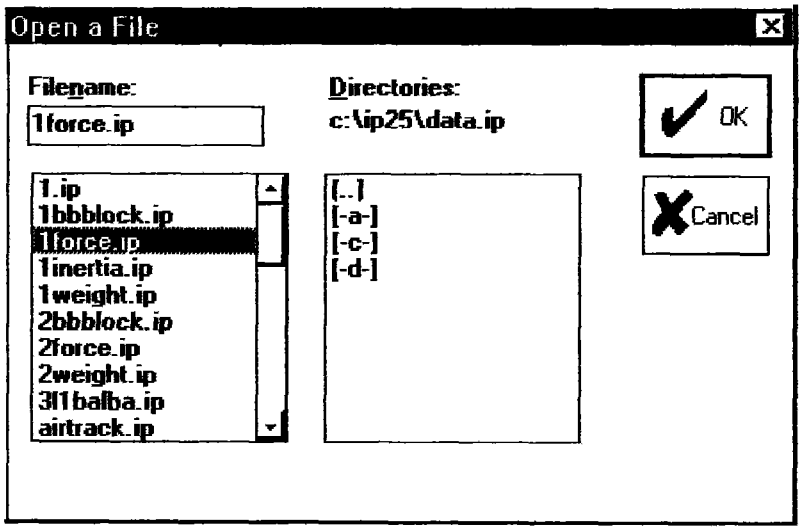
1.ดับเบิ้ลคลิ๊กที่ตัวไฟล์ข้อมูลโดยตรง กรอบวินโดว์จะขึ้นมาพร้อมเปิดแฟ้มข้อมูลที่เลือกแล้วโดยอัตโนมัติ (วิธีนี้ต้องใช้กับการเปิดแฟ้มข้อมูล vector.avi ด้วย ในบทเรียนย่อยที่ 1 เรื่องแรง)

2.โดยการดับเบิ้ลคลิ๊กที่รูป(icon) เพื่อเป็นการ**เข้าสู่ตัวกรอบวินโดว์ของโปรแกรมก่อน**แล้วเข้าไปคลิ๊กตรงคำว่า File ใต้รูปไอคอน ดังรูปข้างล่าง จะพบคำว่า new และ open ให้เลือกคำว่า open รูป(icon)ที่อยู่ตรงหัวมุมบนสุดด้านที่ติดกับแถบเครื่องมือ



ภาพประกอบ การเปิดแฟ้มข้อมูลที่สร้างไว้แล้วโดยดับเบิ้ลคลิ๊กที่รูป(icon)แล้วเลือกคำว่า Open จากเมนู File

โปรแกรมจะขึ้นรายการว่า Open a File(เปิดแฟ้มที่ต้องการ) การเปิดแฟ้มข้อมูลเพียงแต่ใช้เม้าส์คลิ๊กที่ชื่อแฟ้มซึ่งจะปรากฏเป็นแถบสีเข้มตรงกับชื่อแฟ้มที่เลือก ซึ่งชื่อที่เลือกจะปรากฏในกรอบที่ว่างด้านบนแถบสีเข้มเพื่อยืนยันแฟ้มที่ได้เลือกไว้ เสร็จแล้วกดปุ่ม O.k. ตัวโปรแกรมจะเปิดแฟ้มให้ทันทีพร้อม Run เพื่อดูผลของสถานการณ์จำลองได้



ภาพประกอบ แสดงการเลือกชื่อแฟ้มข้อมูลจากหลายๆแฟ้มข้อมูลที่สร้างไว้แล้ว ในที่นี้ผู้ใช้ต้องการเปิดแฟ้มที่ชื่อว่า 1force.ip

การเปิดแฟ้มข้อมูลได้หรือไม่นั้นต้องเป็นแฟ้มข้อมูลที่ได้สร้างไว้ก่อนล่วงหน้าแล้วจึงจะเปิดได้ แล้วไปเลือกชื่อแฟ้มที่ต้องการภายหลัง

คำแนะนำสำหรับการใช้โปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์เบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางต่อการทำคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองอันใหม่

(Interactive Physics Guide for crating new simulation)

โปรแกรมปฏิสัมพันธ์เชิงฟิสิกส์เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการสร้างสถานการณ์จำลองทางฟิสิกส์ที่อยู่ภายใต้หลักกลศาสตร์พื้นฐานของนิวตัน โดยการวาดวัตถุต่างๆลงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยเม้าส์ และสามารถเห็นถึงการกระทำต่อกันของวัตถุด้วยตา ซึ่งครั้งหนึ่งเคยเป็นภาพนิ่งอยู่ในหนังสือเรียน โดยที่ผู้ใช้สามารถประมวลผลของสถานการณ์จำลองซ้ำได้หลายๆครั้งด้วยการกดปุ่ม Run และสามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ ในขณะที่ยัง Run อยู่หรือ ตั้งเงื่อนไขใหม่เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของปริมาณทางฟิสิกส์ เช่น ความเร็ว ความเร่ง โมเมนตัม และโมเมนตัมเชิงมุม ค่าพลังงานจลน์สามารถถูกวัดได้ขณะดูผลจากสถานการณ์จำลอง เพื่อไปสู่ผลสรุปที่ว่า "สิ่งนี้จะเป็นอย่างไร ถ้าหากสิ่งนั้นเกิดขึ้น"

นอกจากนี้ผู้ที่จะนำไปใช้ทางการสอนสามารถให้นักเรียนใช้ในการตอบปัญหาในการทำนายผลไว้ล่วงหน้า แล้วมองดูผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือให้นักเรียนทำการสร้างสถานการณ์ขึ้นมาใหม่ได้ รวมทั้งสร้างสถานการณ์จำลองจากโปรแกรมนี้ให้เข้ากับโจทย์ในคู่มือหนังสือตำราต่างประเทศบางเล่มที่มีรายชื่อหนังสือดังนี้

Conceptual Physics (by Hewitt)

Addison-Wesley Publishing Company

Greg Gardner (415) 853-2573

Internet: gregg@aw.com

Physics for Scientists and Engineers (by Serway)

Saunders College Publishing

Jennifer Bortel (215) 238-8473

Principles of Physics (by Serway)

Saunders College Publishing

Jennifer Bortel (215) 238-8473

College Physics (by Serway, Faughn)

Saunders College Publishing

Jennifer Bortel (215) 238-8473

ตัวโจทย์จากหนังสือตัวอย่างเหล่านี้ที่จะนำมาสร้างบนตัวโปรแกรมนั้นจะมีเครื่องหมาย

อยู่ตรงหัวมุมโจทย์ด้านบนของแต่ละข้อ เป็นการแสดงว่าดจทย์ข้อดังกล่าวสามารถทำการทดสอบได้ด้วยโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ และหนังสือดังกล่าวข้างต้นมีอยู่ในหอสมุดของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเกือบทุกเล่ม

หลังจากติดตั้งและเข้ามาในตัวโปรแกรมแล้ว ผู้วิจัยขออธิบายในส่วนของการใช้โปรแกรมเฉพาะพื้นฐานที่จะนำไปสร้างสถานการณ์จำลองใหม่ๆได้ แต่ในส่วนที่มีการสร้างที่ซับซ้อนขึ้น ขอให้ผู้สนใจติดตามได้จากเวบเบราว์เซอร์ในวิธีการในการใช้โปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ ฉบับสมบูรณ์ใน Help file ซึ่งอยู่ในแผ่น C.D. ตัวอย่าง(Demo) ของบริษัท Knowledge Revolution ซึ่งผู้สนใจสามารถติดต่อขอได้ฟรีตามที่อยู่ในอินเตอร์เนต คือ **www.krev.com**

คำแนะนำซึ่งเป็นวิธีการในการใช้โปรแกรมเพื่อสร้างสถานการณ์ใหม่มีส่วนประกอบที่สำคัญเพื่อความเข้าใจในการนำโปรแกรมไปใช้งานได้ มีดังนี้

1.เริ่มเปิดโปรแกรมฟิสิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์

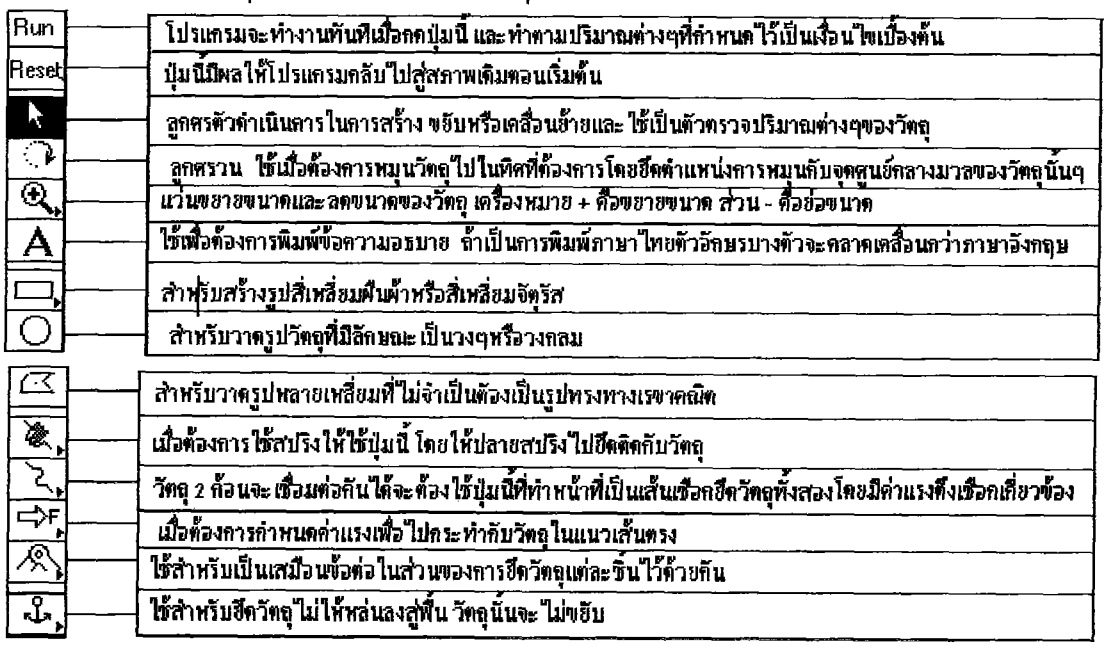
สถานการณ์จำลองใหม่(**new untitled simulation**)ที่ยังไม่ได้ตั้งชื่อ(**untitled**)จะปรากฏขึ้นในกรอบวินโดว์ จากภาพจะเห็นแถบเครื่องมือ(**lab toolbox**)อยู่ทางซ้ายมือและแถบควบคุม(**Tape Player Controls**)การแสดงภาพสถานการณ์จำลองวางไปทางด้านล่างของกรอบวินโดว์

1.1 แถบเครื่องมือ

แถบเครื่องมือได้บรรจุเครื่องมือต่างๆที่จะใช้สร้างสถานการณ์จำลอง เครื่องมือได้ถูกแบ่งไว้สำหรับการสร้างมวล สปริง เส้นเชือก แรงและวัตถุอื่นๆ แถบเครื่องมือยังมีปุ่มสำหรับการแสดงผล (Run) และการย้อนกลับ (Reset) ไปสู่สถานการณ์จำลองเริ่มต้น

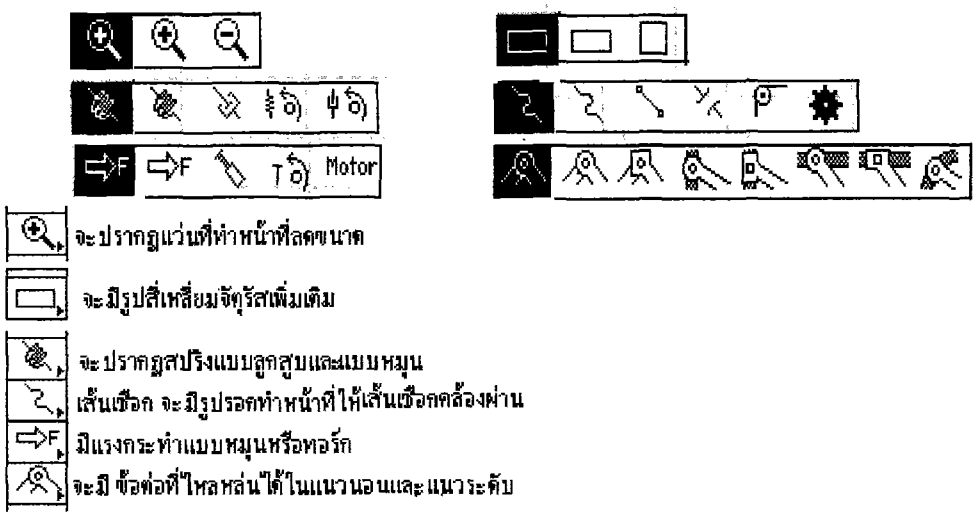
1.2 แถบควบคุม

ถูกกำหนดให้สามารถทำการควบคุมได้มากขึ้น ทั้งการแสดงผลและการดูภาพของสถานการณ์จำลอง ผู้ใช้สามารถหยุดภาพสถานการณ์จำลองทีละเฟรม(กรอบ)ได้โดยการใช้แถบควบคุม และการแสดงภาพย้อนกลับ รวมทั้งกำหนดเวลาที่เจาะจงเพื่อดูผลของสถานการณ์จำลองในขณะนั้น รายละเอียดของปุ่มในแถบเครื่องมือแต่ละปุ่มนั้นทำหน้าที่อะไร รายละเอียดมีดังนี้



ภาพประกอบ คำอธิบายรายละเอียดของเครื่องมือจากแถบเครื่องมือ

หมายเหตุ : ปุ่มที่มีเครื่องหมายสามเหลี่ยมเล็กหมายถึงยังมีเครื่องมืออื่นๆถูกเก็บอยู่ในปุ่มนี้ ผู้ใช้เพียงคลิ๊กเม้าส์ตามปุ่มที่ต้องการค้างไว้ ปุ่มนั้นจะยืดออกแสดงเครื่องมือที่เก็บอยู่ให้เห็น ดังตัวอย่างข้างล่าง



ภาพประกอบ รายละเอียดเครื่องมืออื่นๆจากปุ่มที่มีรูปสามเหลี่ยมมุมขวาด้านล่าง

ผู้ใช้สามารถใช้เม้าส์คลิ๊กไปที่รูปใดรูปหนึ่งแล้วนำไปวางไว้กับวัตถุที่ต้องการ และให้ลองกดปุ่ม Run ลองสังเกตดูผลที่เกิดขึ้นผู้ใช้ก็จะพอทราบว่าปุ่มเหล่านี้ทำหน้าที่ใด (การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุดด้วยการกระทำ : Learning By Doing)

2. ขั้นตอนในการสร้างสถานการณ์จำลองอันใหม่

ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นเพียงแนวทางว่าจะใช้โปรแกรมปฏิสัมพันธ์เชิงฟิสิกส์อย่างไรในการสร้างและทำการแสดงผล

2.1 เลือก New จากเมนู File เพื่อเปิดแฟ้มเอกสารใหม่

2.2 วาดและกำหนดตำแหน่งของวัตถุและกำหนดเงื่อนไขบังคับต่างๆ

2.3 ใช้แถบเครื่องมือเพื่อวาดวัตถุอย่างที่ต้องการด้วยการคลิ๊กเม้าส์ค้างไว้และทำการลากเม้าส์ให้ได้ขนาดของวัตถุตามที่ต้องการ แล้วปล่อยเม้าส์

2.4 ดับเบิ้ลคลิ๊กที่ตัววัตถุเพื่อดูค่าปริมาณทางฟิสิกส์เริ่มต้นของมัน อย่างเช่น ความเร็ว ส.ป.ส.ความเสียดทาน หรือ มวล และสามารถทำการเปลี่ยนค่าปริมาณเหล่านี้ได้โดยการใช้เม้าส์ลากในช่องที่แสดงค่าเหล่านั้นจะเกิดแถบสีให้แก้ไข ผู้ใช้เพียงแต่พิมพ์ค่าใหม่ที่ต้องการลงไป แล้วกด Enter

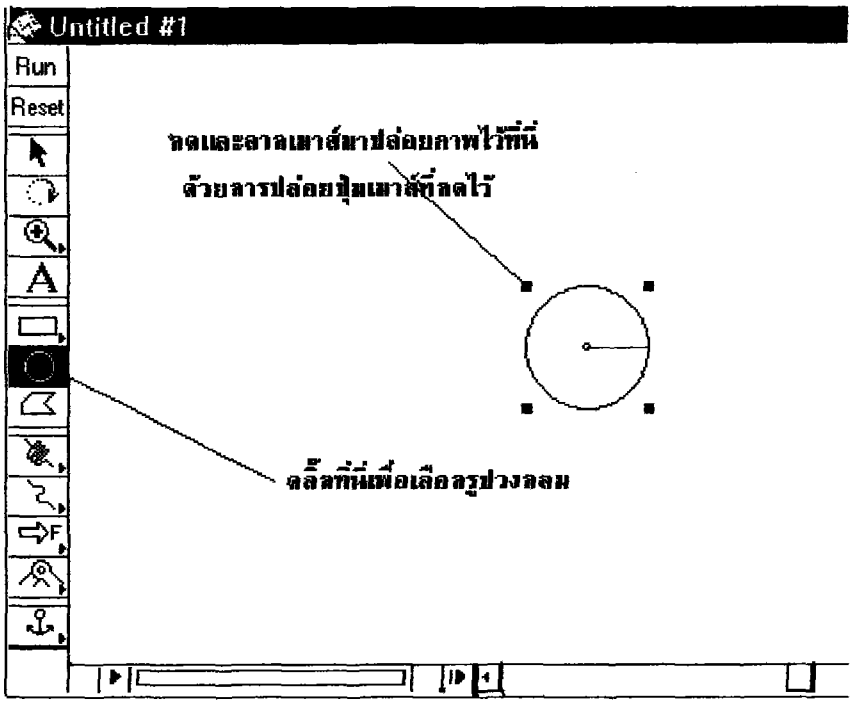
2.5 เลือกจากแถบเมนูแล้วคลิ๊กเลือกคำว่า Measure เพื่อใส่ค่าที่จะทำการวัด เช่น ความยาวและกราฟเพื่อดูการแสดงของข้อมูลในรูปกราฟระหว่างการแสดงผลของสถานการณ์จำลอง

2.6 คลิ๊ก Run ในแถบเครื่องมือ เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผล

2.7 เลือก Save จากเมนู File เพื่อทำการบันทึกสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น

การวาดวงกลมและการตั้งค่าความเร็วเริ่มต้น

ในหัวข้อนี้ จะเป็นการฝึกใช้เครื่องมือจากแถบเครื่องมือเพื่อทำการสร้างสถานการณ์จำลองตัวอย่าง เช่นการวาดวงกลมเพื่อแสดงการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์และให้ผู้ใช้ลองกำหนดค่าความเร็วเริ่มต้น เพื่อจะเห็นการเคลื่อนที่จากหน้าจอขณะที่แสดงผลสถานการณ์จำลอง



ภาพประกอบ ภาพสำหรับคำอธิบายข้อ 1-4

1.เลือก New จาก File Menu ตัวกรอบ วินโดว์ ใหม่ที่ยังไม่ได้ตั้งชื่อจะปรากฏขึ้น

2.เลือกภาพวงกลมจากแถบเครื่องมือโดยการ ดับเบิ้ลคลิ๊ก

3.ลากเมาส์โดยยังคงกดปุ่มเมาส์อยู่แล้วกำหนดตำแหน่งว่าจะให้วงกลมอยู่ที่ใดในที่ว่างบนหน้าจอ โดยเครื่องหมายลูกศรจะเปลี่ยนรูปกากะบาท ซึ่งแสดงว่าพร้อมในการวาดวัตถุแล้ว

4.กำหนดขนาดของวงกลมที่วาดตามต้องการแล้วค่อยปล่อยปุ่มเมาส์

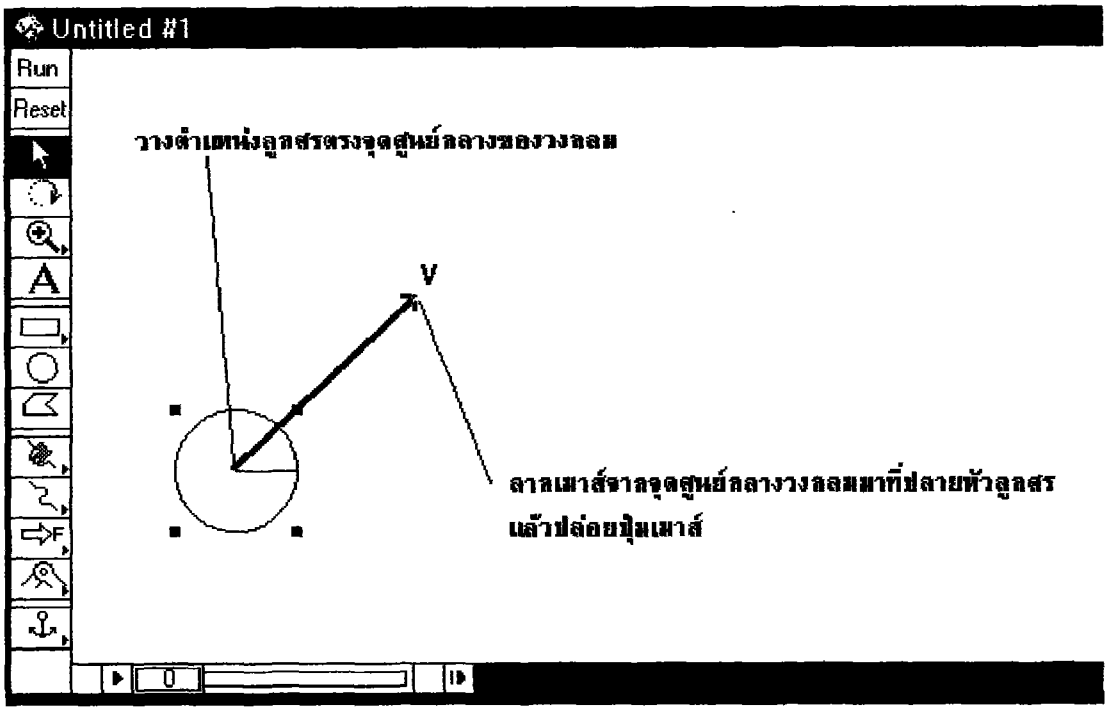
5.ถ้าต้องการเลื่อนวงกลมไปอยู่ที่อื่นสามารถทำได้โดยใช้ลูกศรไปวางในวงกลมแล้วคลิ๊กปุ่มเมาส์ค้างไว้แล้วเลื่อนภาพ แล้วจึงปล่อยปุ่มเมาส์เมื่อได้ตำแหน่งตามที่ต้องการ

6.กำหนดค่าความเร็วของวงกลมโดยการนำลูกศรไปชี้ที่จุดศูนย์กลางของวงกลมแล้วทำการกดปุ่มเมาส์ซึ่งจะเห็นเส้นแสดงความเร็วยื่นออกมา แล้วทำการปล่อยปุ่มเมาส์เมื่อได้ความเร็วที่ต้องการ

7.ลากที่ปลายหัวลูกศรของความเร็วเมื่อต้องการปรับทิศทาง

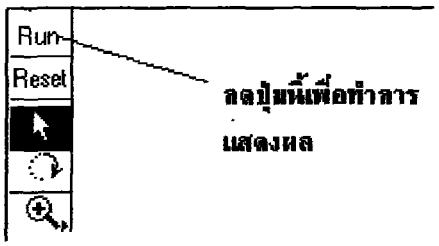
8.กดปุ่มแสดงผลในแถบเครื่องมือ

วัตถุวงกลมจะเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์ เนื่องจากจะมีการตั้งค่าความโน้มถ่วงไว้โดยอัตโนมัติ



ภาพประกอบ ภาพสำหรับคำอธิบายข้อที่ 5-7

3. การประมวลผลสถานการณ์จำลอง

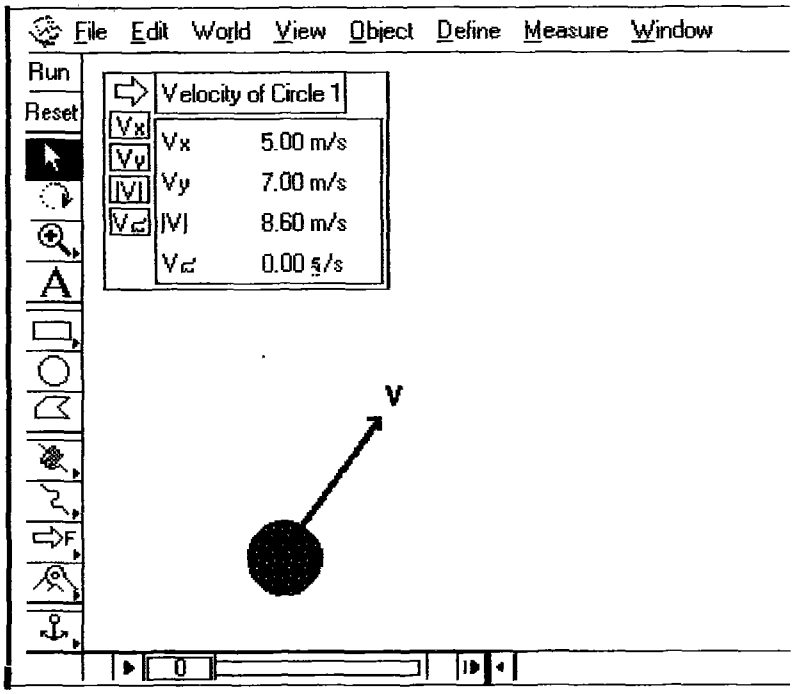


กดปุ่ม Reset ในแถบเครื่องมือเพื่อย้อนกลับไปตอนเริ่มต้น

1.5 วิธีการวัดความเร็ว

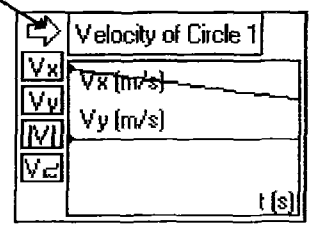
จากภาพวงกลมที่กำหนดความเร็วลงไปแล้วโดยการคลิ๊กเม้าส์ค้างไว้ตรงจุดศูนย์กลางของวงกลมแล้วทำการลากเม้าส์ออกมาจะได้ความยาวลูกศรออกมาดังภาพที่ผ่านมา ถ้าต้องการจะทำการวัดค่าความเร็วทั้งแนวแกนราบและแนวแกนดิ่งรวมทั้งแรงลัพธ์ที่คิดจากทั้ง 2 แนวคือทั้งแนวราบและแนวดิ่ง สามารถทำได้โดยการเลือกคำว่า Measure จาก menu File จะปรากฏเมนูย่อย ให้คลิ๊กเลือกคำว่า All จะปรากฏกรอบแสดงค่า V_x (ค่าความเร็วแนวแกนราบ)และ V_y (ค่าความเร็วแนวแกนดิ่ง)และ $|V|$ (ค่าแรงลัพธ์ที่คิดจากทั้ง 2 แนวคือทั้งแนวราบและแนวดิ่ง) เรียงกันเป็นแถวเดียวใน

แนวดิ่ง และเมื่อกดปุ่ม Run รูปวงกลมจะเคลื่อนที่และทันทีที่รูปวงกลมเคลื่อนที่จะปรากฏตัวเลขในกรอบทันทีและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่รูปวงกลมเคลื่อนที่ ถ้ากดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการเคลื่อนที่ของรูปวงกลม แล้วทำการ Reset ค่าตัวเลขในกรอบจะปรับไปหยุดตอนเริ่มต้นตอนแรก ดังปรากฏดังภาพข้างล่างนี้



ภาพประกอบ แสดงการวัดค่าความเร็วที่เป็นตัวเลขทั้ง $V_x, V_y, |V|$

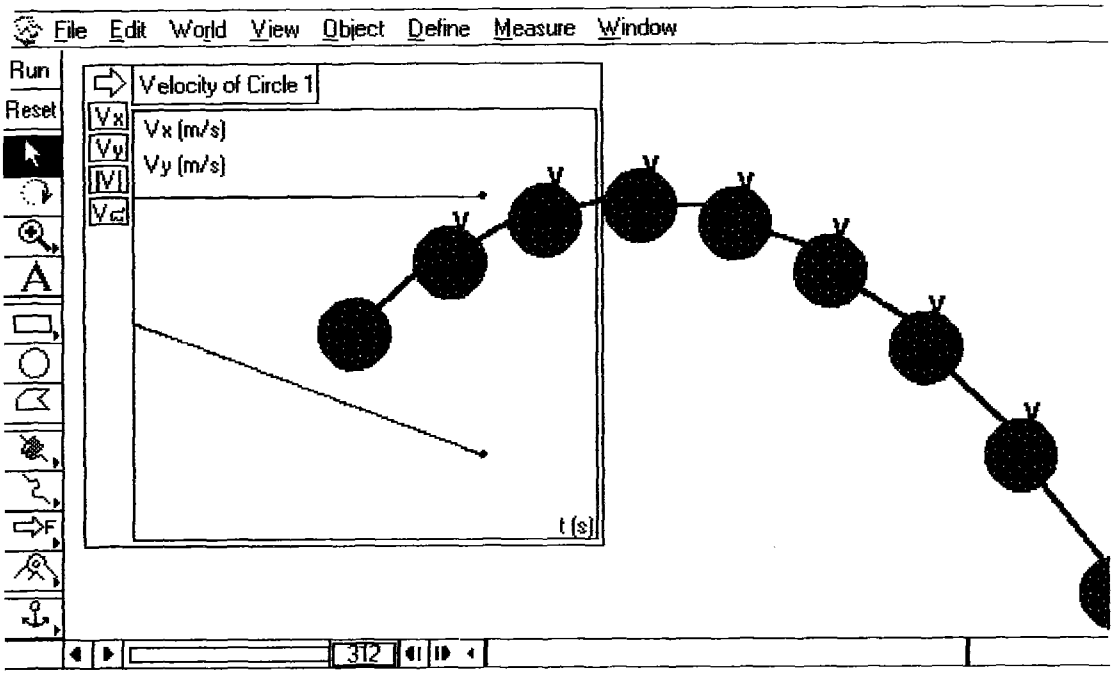
ถ้าต้องการเปลี่ยนการวัดค่าความเร็วจากตัวเลขเป็นการแสดงด้วยกราฟสามารถกระทำได้โดยใช้เม้าส์คลิ๊กไปที่**รูปลูกศร**ที่วางตัวในแนวนอนและมีทิศชี้ไปทางขวาที่อยู่ตรงขอบบนด้านซ้ายของกรอบแสดงตัวเลข ดังภาพ



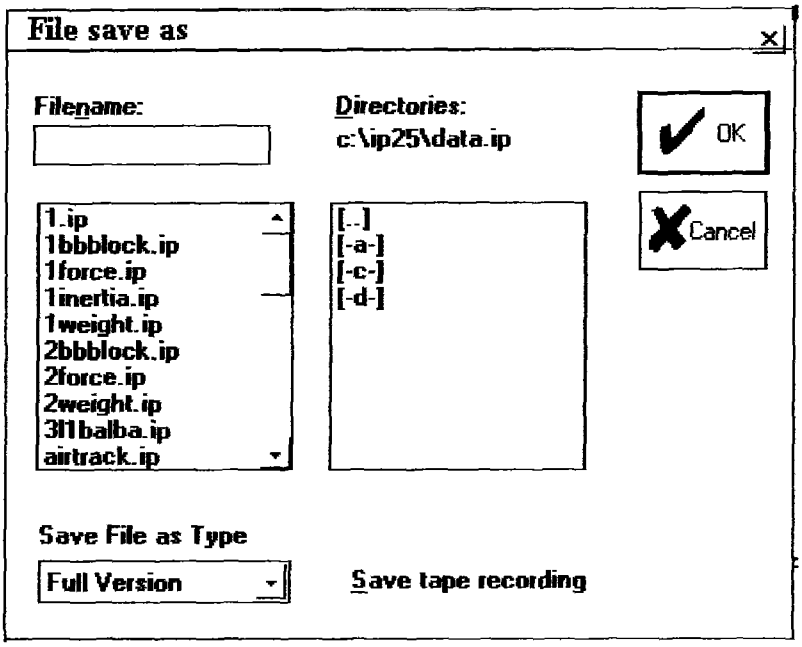
จะพบว่าค่าตัวเลขจะเปลี่ยนเป็นเส้นกราฟทันที ในกรณีนี้รูปวงกลมมีการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์ ซึ่งความเร็วในแนวแกนราบจะคงที่ ดังนั้นเส้นกราฟจึงขนานกับแกนราบดังที่เห็น ส่วนความเร็วในแนวแกนราบจะลาดชันลงเป็นเพราะตัวโปรแกรมกำหนดให้ตัวเลขค่าบวกอยู่ด้านล่าง

ในกรณีที่ต้องการเห็นภาพการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องสามารถไปที่แถบ menu ด้านบนแล้วเลือกคำว่า World แล้วเลือกคำว่า tracking ซึ่งจะเป็นการกำหนดความละเอียดของภาพต่อเนื่อง ถ้ากำหนดตัวเลขน้อย หมายความว่าต้องการแสดงภาพต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้นๆนั่นคือจะได้ภาพต่อ

เนื่องถี่มากขึ้น โดยปกติจะเลือกทุกๆ 8 ช่วงของภาพที่เคลื่อนที่ให้ปรากฏภาพค้างไว้ ดังแสดงให้เห็นจากภาพตัวอย่างด้านล่าง

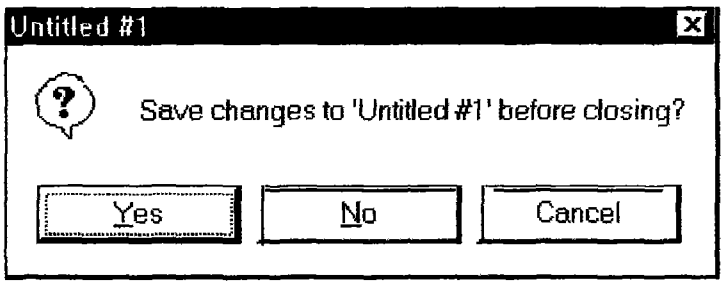


1.6 การบันทึกงานที่สร้างไว้แล้ว สามารถทำได้โดยการเลือกจาก menu คลิ๊กคำว่า File จะปรากฏเมนูย่อย ให้คลิ๊กเลือกคำว่า Save กรอบโต้ตอบในการเก็บงานจะปรากฏขึ้น



สังเกตว่าตรงแถบหัวด้านบนปรากฏคำว่า File save as หมายถึงให้ใส่ชื่อหรือตั้งชื่อให้กับงานที่สร้างไว้เพื่อเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลไว้ใช้คราวต่อไป

ในกรณีที่เปิดแฟ้มข้อมูลใดก็ตามเมื่อมีการปิดแฟ้มข้อมูลใดก็ตามรวมไปถึงแฟ้มข้อมูลที่ต้องเปิดใช้ในกิจกรรมของใบงาน ตัวโปรแกรมจะปรากฏกรอบย้ำเตือนว่าต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ใช้เมื่อครู่นี้หรือไม่ ดังภาพ



ภาพประกอบ แสดงกรอบย้ำการเปลี่ยนแปลงหลังจากต้องการปิดแฟ้มข้อมูล ในกรณีภาพนี้เป็นแฟ้มข้อมูลที่ยังไม่ตั้งชื่อ(Untitled)

ถ้าหากไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงก็เพียงคลิ๊กคำว่า No ในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรบางตัวไปแล้ว เมื่อปิดแฟ้มข้อมูล กรอบย้ำจะปรากฏขึ้น ถ้าต้องการเก็บแฟ้มข้อมูลเดิมไว้ใช้ในครั้งต่อไปจะต้องกดคำว่า No เท่านั้น ดังนั้นกรณีแฟ้มข้อมูลที่ต้องใช้กับใบงานจึงไม่ควรประมาท ให้กดคำว่า No ทุกครั้งเพื่อเป็นการเก็บแฟ้มไว้ใช้ได้ตลอด ในกรณีที่กันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ควรทำการก๊อบปี้แฟ้มข้อมูลเก็บไว้สำรองเสมอ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นาย วินัย เลิศเกษมสันต์
วันเดือนปีเกิด	15 สิงหาคม 2512
สถานที่เกิด	สำเหร่ กรุงเทพมหานครฯ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	28/427 อาคารเอื้ออมรสุข ซ.มูลทรัพย์ 1 ถ.รามคำแหง คลองตัน คลองเตย กทม.(10250)
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	----------
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ร้านรุ่งกิจเจริญ 80 ถ.จรัลฯ บางพลัด บางกอกน้อย กทม (10700)
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2530	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2535	ค.บ.(วิทยาศาสตร์ทั่วไป) เกียรตินิยมอันดับ 2 จากสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
พ.ศ. 2542	กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา(ฟิสิกส์)) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ