



**การใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง แรงเสียดทานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ศิริรัตน์ ใจดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**USING SCIENCE TOYS TO DEVELOP LEARNING ACHIEVEMENT
ON FRICTION FOR GRADE 7 STUDENTS**

SIRIRAT JAIDEE

**A THESIS SUBMIT IN PARTIAL FULLFILMENT OF THE REQUIMENTS
FOR THE DEGREE MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RACHATHANI UNIVERSITY
YEAR 2013
COPPYRIGHT OF UBON RACHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอู่บลราชธานี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง แรงเสียดทานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัย นางสาวศิริรัตน์ ใจดี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ศักดิ์ดา น้อยบาง)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพรพร)

..... กรรมการ

(ดร.ทิพวรรณ สายพิน)

..... คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอู่บลราชธานี รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอู่บลราชธานี

ปีการศึกษา 2556

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และตรวจแก้ไขจนกระทั่งการจัดทำวิทยานิพนธ์เสร็จ สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพรราช และ ดร.ทิพวรรณ เกษพิณ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี รวมถึงคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ได้ถ่ายทอด ความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการวิจัย อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยจน แล้วเสร็จ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านภูมิศาลา พร้อมทั้งคณะครูในโรงเรียน ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ ตลอดจนอำนวยความสะดวกและให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ชาววิทยาศาสตร์ศึกษาและชาวฟิสิกส์ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจเสมอมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมถึงญาติพี่น้องทุกคนที่ได้ให้ความ ช่วยเหลือและให้กำลังใจจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจาก วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิคามารดา ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาท ความรู้แก่ผู้วิจัย

(นางสาวศิริรัตน์ ใจดี)

ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ปัญหาการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขอบเขตการศึกษาต้นคัว	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์	5
2.2 การสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	7
2.3 บทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	9
2.4 บรรยากาศการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	12
2.5 การพัฒนานวัตกรรมด้านการเรียนการสอน	12
2.6 ลักษณะและอุปกรณ์ของเครื่องมือที่ดี	14
2.7 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้	15
2.8 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ normalized gain	22
2.9 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้โดยใช้ normalized gain	24
2.10 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงเสียดทาน	25
2.11 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12 เจตคติ	30
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง	34
3.2 แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย	34
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	34
3.4 การประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์	35
3.5 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	37
3.6 การสร้างแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	38
4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ของเล่น เชิงวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แรงเสียดทาน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75	39
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดย ใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน	40
4.3 ผลการวิเคราะห์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง normalized gain	42
4.4 ผลการศึกษาระดับของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อ วิชาวิทยาศาสตร์	43
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	
ก แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	56
ข คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน	62
ค การประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์	65
ง แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและคำถามท้ายบท	68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
จ. แผนวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์	111
ฉ. ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ	113
ช. ภาพประกอบการจัดกิจกรรม	123
ประวัติผู้วิจัย	125

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	บทบาทของครูในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	10
2.2	การเพิ่มและลดแรงเสียดทาน	26
2.3	ประโยชน์ของการเพิ่มและลดแรงเสียดทาน	27
4.1	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทาน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75	39
4.2	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้	40
4.3	ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยแยกเป็นรายกิจกรรม	42
4.4	แสดงค่าระคายของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน	43
ข.1	ค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องแรงเสียดทาน	63
ข.2	คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน	64
ฉ.1	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้	114
ฉ.2	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วย t-test	115
ฉ.3	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง	117
ฉ.4	การวิเคราะห์ ค่าความยาก/อำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ	119
ฉ.5	การวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD ของแบบทดสอบ	120
ฉ.6	สรุปผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ	121
ฉ.7	สรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน	122

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างของเล่นพื้นบ้านกับวิทยาศาสตร์	30
3.1	การผ่ากะลามะพร้าวตามแนวตั้ง	36
3.2	หลอดด้ายสำหรับทำสื่อ	36
3.3	สัตว์กะลา	37
4.1	ค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ผู้แยกเป็นรายบุคคล	41

บทคัดย่อ

- ชื่อเรื่อง : การใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงเสียดทานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- โดย : ศิริรัตน์ ใจดี
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา
- ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง
- คำท่สำคัญ : ชุดการเรียนรู้ ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ความก้าวหน้าทางการเรียน แรงเสียดทาน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน (2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทาน และ (3) ศึกษาระดับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบแผนการวิจัยที่ใช้คือการทดลองแบบกลุ่มเดียวสลับก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนบ้านภูมิศาลา อำเภออุ้มผาง จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 18 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องแรงเสียดทาน และแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที และความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยทั้งชั้นอยู่ระดับปานกลาง เท่ากับ 0.67 และระดับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง

ABSTRACT

TITLE : USING SCIENCE TOYS TO DEVELOP LEARNING ACHIEVEMENT ON FRICTION FOR GRADE 7 STUDENTS

BY : SIRIRAT JAIDEE

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : SAKDA NOINANG, Ph.D.

KEYWORDS : LEARNING MODULE / SCIENCE TOYS / FRICTION FORCE / NORMALIZED GAIN

The aims of this research were (1) to create science toys, (2) to develop students' learning achievement scores on the topic of friction force by using science toys and (3) to study the subject students' attitude towards science on the topic of friction learning activities by using science toys. The one group pretest- posttest design was employed in carrying out the study. The samples were purposively selected consisting of 18 grade seven students in second semester of academic year 2011 from the Phoomsala School, a secondary school in Khukhan, Sisaket Province. The research tools consisted of the science toys, lesson plan, friction conceptual test, and the subject students' attitude towards the topic of friction learning activities by using science toys. The data were analyzed into the average percentage, standard deviation, t-test, and normalized gain. The results showed that the average students' achievement score increased with statistical significance at the level of .05. The class average normalized gain was in the high gain $\langle g \rangle = 0.67$. Most of the students also have high attitude towards the topic of the friction learning activities by using science toys.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงเรียนบ้านภูมิศลา ตำบลโคกเพชร อำเภอชุมขันธ์ จังหวัดศรีสะเกษ เป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง จากประสิทธิภาพในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในระยะเวลาที่ผ่านมา พบว่าวิธีการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยไม่สามารถกระตุ้นการเรียนรู้ และความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจหลักการ และทักษะกระบวนการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ จึงเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ ผลการทดสอบระดับชาติ (O-Net) ปี 2551, ปี 2552 และ ปี 2553 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 38.11, 20.22 และ 30.49 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับที่ควรปรับปรุง จากการศึกษาของสำนักงานปฏิรูปการศึกษา (2544) พบว่าในช่วงหลายปีที่ผ่านมาคุณภาพของผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปรับปรุง เป็นข้อมูลที่สะท้อนให้เห็นว่าต้องดำเนินการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาของครูผู้สอนอย่างเร่งด่วน ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญและมุ่งหวังที่จะแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียน และเริ่มทำการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาจากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพราะเป็นปีแรกที่ต้องได้รับการฝึกฝนให้มีพื้นฐานความรู้ที่ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ โดยเลือกหน่วยการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทานเป็นหัวข้อหลัก เพราะจากการวิเคราะห์พบว่านักเรียนส่วนมากขาดความรู้ความเข้าใจหลักการเรื่องนี้มากที่สุด จึงได้คิดหาวิธีการเรียนการสอนแบบต่างๆ มาช่วยแก้ปัญหาหลายวิธีดังนี้

1.1.1 การจัดการเรียนการสอน โดยการบรรยาย ข้อดีคือครูและนักเรียนได้สนทนากันแต่มีข้อเสียคือนักเรียนไม่ได้ร่วมกิจกรรม เกิดการเบื่อหน่าย

1.1.2 การจัดการเรียนการสอน โดยใช้การสาธิต ข้อดีคือนักเรียนได้ดูและจดตาม ตอบคำถาม แต่มีข้อเสียคือขาดอุปกรณ์ในการสาธิต อุปกรณ์สาธิตมีเฉพาะบางเรื่องเท่านั้น

1.1.3 การจัดการเรียนการสอน โดยใช้แบบฝึก ข้อดีคือนักเรียนได้ฝึกหลากหลายแบบฝึก แต่มีข้อเสีย ครูต้องใช้เวลาเตรียมแบบฝึกที่หลากหลาย

1.1.4 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงาน ข้อดีคือนักเรียนได้เรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่ม ได้ปฏิบัติจริงเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความคิดสร้างสรรค์ แต่ข้อเสียคือนักเรียนเสียเวลาในการศึกษา บางคนไม่ให้ความร่วมมือเพราะขาดครูที่ปรึกษาในแต่ละเรื่อง

1.1.5 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ ข้อดีคือนักเรียนมีโอกาสและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอน และมีกระบวนการที่เหมาะสมกับหน่วยการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน

จากแนวคิดและปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการใช้ชุดการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน เพื่อฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งดวงเดือน อ่อนน่วมและทิศนา แคมมณี (2548 : 22-23) ได้สรุปองค์ความรู้จากการวิจัยและพัฒนาเพื่อปฏิรูปการเรียนรู้ทั้งโรงเรียนพบว่า แนวทางและวิธีการพัฒนาการคิดแนวทางหนึ่งคือ การสอนและการฝึกทักษะการคิดโดยตรงโดยใช้โปรแกรม หลักสูตร คือ วัสดุ กิจกรรมที่พัฒนาขึ้นอย่างสำเร็จรูป และอีกแนวทางคือ การสอน และการฝึกทักษะการคิด ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามทฤษฎี หลักการ แนวคิดที่ส่งเสริมการคิด ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ควบคู่กับการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถ และมีอิสระในการคิด สามารถคิดวิเคราะห์และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ลดบทบาทการสอนของครู เพิ่มบทบาทในการเรียนของนักเรียน โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญมากขึ้น พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการต่าง ๆ และส่งเสริมเจตคติ ของนักเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งผลที่ได้จากการพัฒนาชุดการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น นำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น พร้อมทั้งจะพัฒนาตนเองและสังคมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

1.2.2 เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องแรงเสียดทาน

1.2.3 เพื่อเสริมสร้างเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน

1.3 ปัญหาในการวิจัย

1.3.1 ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงเสียดทานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 หรือไม่

1.3.2 ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงเสียดทานจะสามารถที่พัฒนาขึ้น จะสามารถเพิ่มคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้หรือไม่

1.3.3 ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทานจะสามารถพัฒนาเจตคติ ต่อวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงเสียดทานได้หรือไม่ อย่างไร

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 ได้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน ที่มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 โดยใช้วัสดุที่หาง่ายและราคาถูก

1.4.2 นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทานมี พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.4.3 นักเรียนมีพัฒนาการด้านเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังจากการเรียนรู้ผ่าน ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทานสูงขึ้น

1.4.4 เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการเรียนรู้อื่นๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.5.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านภูมิศาลา อำเภออุ้มผาง จังหวัดศรีสะเกษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 3 ที่กำลัง ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 18 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านภูมิศาลา ปีการศึกษา 2554 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 18 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง

1.5.3 ตัวแปรในการวิจัย

1.5.3.1 ตัวแปรอิสระ ชุดการเรียนรู้

1.5.3.2 ตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียน

1.5.4 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเรื่องแรงเสียดทาน โดยอ้างอิงเนื้อหาหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนบ้านภูมิศาลา อำเภอชุมพวง จังหวัดศรีสะเกษ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ของเล่นที่ผู้วิจัยประดิษฐ์ขึ้นจากกระดาษพริ้ว เคลื่อนที่ได้ด้วยพลาสติก และการดึงเชือกบนหลังของกระดาษแล้วปล่อยให้เกิดการดึงเชือกกลับจากความยืดหยุ่นของยางยืด โดยออกแบบให้อยู่ในรูปของ“สัตว์กระดาษ”

1.6.2 ชุดการเรียนรู้ หมายถึง ชุดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทาน ซึ่งประกอบด้วยของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ คู่มือการประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ และชุดฝึก ซึ่งมีทั้งหมด 3 ชุดฝึก

1.6.3 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 หมายถึง คะแนนร้อยละจากการทำแบบฝึกระหว่างเรียนเทียบกับคะแนนร้อยละจากการทำแบบฝึกหลังเรียน

75 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากคะแนนทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากคะแนนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6.4 แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชิ้นที่สัมผัสกัน เป็นแรงที่ผิววัตถุผิวหนึ่งต้านทานการเคลื่อนที่ของผิววัตถุอีกผิวหนึ่งทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงเรื่อยๆ จนกระทั่งหยุดนิ่งในที่สุด

1.6.5 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบย่อยจาก 3 ชุดฝึก เรื่องแรงเสียดทาน วิเคราะห์โดยใช้ normalized gain (อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2551)

1.6.6 เจตคติ หมายถึง ความเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน โดยวัดจากแบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2.1.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องของธรรมชาติ ผ่านกระบวนการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ นับตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน ขณะศึกษาอยู่ในสถานศึกษา และหลังจากจบการศึกษาออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้
(กรมวิชาการ, 2545 : 3)

- 2.1.1.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
- 2.1.1.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 2.1.1.3 เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2.1.1.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 2.1.1.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 2.1.1.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 2.1.1.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงเป็นจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีการพัฒนาในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านสติปัญญา ด้านร่างกาย และด้านจิตใจ โดยผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้น การส่งเสริมให้มีความสนใจ และมีกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย

เกิดคำถามต่อสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่น และมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่การแก้ปัญหา สามารถตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลอย่างสร้างสรรค์และมีเหตุผล สามารถสื่อสารข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจ ที่สำคัญการเรียนรู้อุทยานศาสตร์จัดเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดสนุกสนาน ตื่นเต้น ท้าทาย มีการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง สามารถเข้าใจ และเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับสาขาวิชาอื่นๆ ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล ดังนั้นการประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จึงเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยการให้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียนที่แตกต่างกัน นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจ ช่างสังเกต ตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการองค์ความรู้หลายๆ ด้าน นำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ และพัฒนาคุณภาพชีวิต ให้มีความสามารถในการจัดการและร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

2.1.2 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การกำหนดวิสัยทัศน์เป็นมุมมองถึงสภาพอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งจะสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้ให้เป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ

การกำหนดวิสัยทัศน์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษา เพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งการเรียนรู้ และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545 : 3 - 4)

2.1.2.1 หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิด หลักการและกระบวนการที่เป็นสากล แต่สอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่นหลากหลาย

2.1.2.2 หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องตอบสนองผู้เรียนทั้งในด้านความถนัดความสนใจต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการเรียนต่อ และประกอบอาชีพ

2.1.2.3 ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมกระบวนการคิด ความสามารถในด้าน การเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ ความรู้

2.1.2.4 ใช้แหล่งที่เรียนรู้ในห้องเรียน โดยถือว่ามีค่าความสำคัญควบคู่กับการเรียนใน สถานศึกษา

2.1.2.5 ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนที่มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองต่อ ความต้องการ ความสนใจ และวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

2.1.2.6 การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาให้เรียนรู้ ได้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิต

2.1.2.7 การเรียนการสอนจะต้องมีการส่งเสริมพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 การสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย กระบวนการหลัก 5 ขั้นตอน คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด อย่างมี ความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้ นักเรียนสำรวจตรวจสอบ จะต้องเชื่อมโยงกับความคิดเดิม และนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ และ ได้ใช้กระบวนการ และทักษะต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ได้กล่าวถึงแต่ละขั้นตอนไว้ดังนี้

2.2.1 **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการ อภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่อง ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็น ที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วย การเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อนักเรียนมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็น ที่ต้องการศึกษา ต่อจากนั้นร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความ ชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่

จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจ ตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2.2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

2.2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanatton) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบ แล้วนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

2.2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น โดยครูและนักเรียนมีบทบาทดังนี้

2.2.4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ที่ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือการเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือเกิดความกระฉับกระสะบในความรู้ที่ได้ หรือเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้กับความรู้เดิม

2.2.4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมให้มีความละเอียดมากขึ้น ยกตัวอย่างสถานการณ์ อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้อย่างเป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งกว่าเดิม ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

2.2.5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไป

ประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นคำถาม หรือข้อปัญหาที่ต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ หรือที่เรียกว่า inquiry cycle ดังนั้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาหลักการและทฤษฎี ตลอดจนการได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

2.3 บทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ถือว่าเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 6 - 7)

2.3.1 ครูจะต้องเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้ซักถาม และต้องพยายามช่วยสร้างแรงจูงใจให้เกิดในตัวนักเรียน เมื่อเขาสามารถทำงานได้สำเร็จ ครูจะต้องคอยเสริมแรงให้เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

2.3.2 ครูจะต้องเป็นผู้กำกับและจัดระเบียบต่างๆ ของการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะให้นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบและดำเนินกิจกรรมอย่างถูกขั้นตอน

2.3.3 ครูจะต้องคอยสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น อยากศึกษาคำตอบของปัญหา

2.3.4 ครูจะต้องให้คำแนะนำหรือให้ข้อมูลแก่นักเรียนเมื่อเกิดความสงสัย และดึงช่วยแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหา

2.3.5 ครูไม่ควรชี้แนะปัญหาให้กับนักเรียน โดยการบอกข้อเท็จจริง แต่ควรใช้คำถามนำไปสู่การแก้ปัญหานั้นๆ

2.3.6 ครูจะต้องไม่ด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเอง แต่ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายซักถาม เพื่อที่จะได้เกิดแนวคิดกว้างขวางยิ่งขึ้นแล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป

2.3.7 ครูจะต้องพยายามหาวิธีการสอนที่หลากหลายวิธีมาช่วยในการสอนด้วย เพื่อทำให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

ดังนั้นบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง ดังตารางที่ 2.1 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2550)

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นตอน การเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
1. การสร้าง ความสนใจ (Engagement)	<ol style="list-style-type: none"> 1) สร้างความสนใจ 2) สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3) ตั้งคำถามให้นักเรียนคิด 4) ตั้งคำถามที่ซึ่งไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือความคิดรวบยอด 	<ol style="list-style-type: none"> 1) อธิบายความคิดรวบยอด 2) ให้คำจำกัดความและคำตอบ 3) สรุปประเด็นให้ 4) จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ 5) บรรยาย
2. การสำรวจ และค้นหา (Exploration)	<ol style="list-style-type: none"> 1) ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ 2) สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3) ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4) ให้นักเรียนในความคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ 5) ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1) เตรียมคำตอบไว้ให้ 2) บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา 3) จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ 4) บอกเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก 5) ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา 6) นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน
3. การอธิบาย (Explanation)	<ol style="list-style-type: none"> 1) ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือคำจำกัดความ 2) ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง 3) ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความ และชี้บอกส่วนประกอบในแผนภาพ 4) ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด 	<ol style="list-style-type: none"> 1) ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ 2) ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน 3) แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด หรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	<ol style="list-style-type: none"> 1) คาดหวังให้นักเรียนใช้ประโยชน์จากการซึบอกร่วมประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว 2) ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ 3) ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย 4) ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร 	<ol style="list-style-type: none"> 1) ให้คำตอบที่ชัดเจน 2) บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก 3) ใช้เวลามากในการบรรยาย 4) นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน 5) อธิบายวิธีการแก้ปัญหา
5. การประเมินผล (Evaluation)	<ol style="list-style-type: none"> 1) สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ 2) ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน 3) หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิด หรือพฤติกรรม ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม 4) ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร 	<ol style="list-style-type: none"> 1) ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง 2) ให้แนวคิดหรือความคิดรวบยอดใหม่ 3) ทำให้คลุมเครือ 4) ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ

จากตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการสอนนี้สามารถสะท้อนให้เห็นทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นรูปแบบการสอนของครู

2.4 บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดบรรยากาศการเรียนการสอนโดยทั่วไป ครูผู้สอนจะมีการสร้างบรรยากาศที่ดีโดยการสร้างความใกล้ชิด นำไปสู่สายสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน ให้ความเอาใจใส่ในการเรียนการสอนตลอดชั้นเรียน จัดสถานที่ให้เป็นระเบียบเรียบร้อยทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน เน้นอากาศปลอดโปร่งและจัดที่นั่งสภาพให้เป็นธรรมชาติ เพื่อให้เกิดทัศนียภาพร่มรื่น ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกผ่อนคลายระหว่างการเรียน และสามารถพักผ่อนหย่อนใจหลังเลิกเรียนได้

องค์ประกอบที่สำคัญในการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนการสอน คือ ครูผู้สอนและผู้เรียนนั่นเอง ครูผู้สอนและผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ ครูผู้สอนจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศ ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนองและเติมสีสันให้กับบรรยากาศการเรียนการสอนให้เป็นไปในรูปแบบต่างๆ กัน บรรยากาศการเรียนการสอนที่เป็นอิสระ มีทั้งความท้าทาย ตื่นเต้น ปลอดภัย และเป็นประชาธิปไตย ครูผู้สอนช่วยให้ความอบอุ่นทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้รับความเข้าใจ เป็นมิตร เกิดอาทรและหวังใย ตลอดจนให้ความดูแลช่วยเหลือ จะทำให้ผู้เรียนมีความกล้าและอยากเรียนรู้มากขึ้น สร้างบรรยากาศการเรียนการสอนที่มีการยอมรับมองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญ มีคุณค่า และสามารถเรียนได้ ผู้สอนมีการแสดงความรู้สึกถึงการยอมรับผู้เรียนอย่างจริงใจ กระตุ้นผู้เรียนให้ยอมรับฟังกันเองและเชื่อมั่นว่าตนเองจะสามารถทำงานได้สำเร็จ (อารี พันธฉิม, 2540 : 198)

2.5 การพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอน

การพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอน โดยทั่วไปนั้น มีกระบวนการหลัก ๆ ที่คล้ายคลึงกันดังนี้ (ทีศนา เขมมณี, 2553 : 421 - 423)

2.5.1 การระบุปัญหา (Problem) ความคิดในการพัฒนาวัตกรรมการสอนส่วนใหญ่จะเริ่มต้นที่การมองเห็นปัญหาในเรื่องนั้น และมีความต้องการจะแก้ไขปัญหานั้นเพื่อให้เกิดสภาพการณ์หรือผลที่ดีขึ้น

2.5.2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย (Objective) เมื่อระบุปัญหาได้ชัดเจนแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาวัตกรรมการสอน ว่านวัตกรรมที่จะพัฒนานั้นควรมีคุณสมบัติหรือประสิทธิภาพพออย่างไร และเพียงใด

2.5.3 การศึกษาข้อจำกัดต่างๆ (Constraints) ก่อนที่จะมีการประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรมต่าง ๆ ขึ้นมา ผู้พัฒนาจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาและข้อจำกัดต่างๆ ในบริบทที่จะใช้นวัตกรมนั้น เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาวัตกรรมการสอนให้สามารถใช้ได้จริงโดยสะดวก

2.5.4 การประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม (Innovation) ได้แก่ การแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ ข้อมูล และความคิดสร้างสรรค์ของผู้ประดิษฐ์คิดค้น นวัตกรรมที่สร้างขึ้นอาจเป็นการนำของเก่ามาดัดแปลงหรือปรับปรุง เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาและทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรืออาจเป็นการคิดค้นใหม่ทั้งหมดก็ได้ นวัตกรรมอาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน แล้วแต่ลักษณะของปัญหาและวัตถุประสงค์ของนวัตกรรมนั้น เช่น อาจมีลักษณะเป็นแนวความคิด หลักการ แนวทาง ระบบ รูปแบบ วิธีการ กระบวนการเทคนิค หรือสิ่งประดิษฐ์ และเทคโนโลยี เป็นต้น แต่ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบใด นวัตกรรมจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ วัตถุประสงค์ โครงสร้าง และรายละเอียดในการใช้นวัตกรรมนั้นให้ได้ผล

2.5.5 การทดลองใช้ (Experimentation) เมื่อคิดค้นหรือประดิษฐ์นวัตกรรมแล้ว ขั้นตอนที่สำคัญมากก็คือการทดลองใช้นวัตกรรมนั้น ซึ่งประกอบด้วยการทดลองใช้ การประเมินผล และการปรับปรุงแก้ไข การทดลองใช้เป็นการศึกษาเพื่อดูว่านวัตกรรมนั้น สามารถนำไปใช้ได้จริงและได้ผลเพียงใด ผลการทดลองใช้จะช่วยให้ผู้พัฒนาผู้จัดที่ควรปรับปรุงและหาทางแก้ไขเพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการ การทดลองใช้หากสามารถดำเนินการก่อนนำออกเผยแพร่หลายครั้ง จนแน่ใจว่านวัตกรรมนั้นสามารถใช้ได้ผลจริงจะช่วยให้นวัตกรรมนั้นประสบความสำเร็จมากขึ้น

2.5.6 การเผยแพร่ (Dissemination) เมื่อแน่ใจว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการนวัตกรรมนั้นก็พร้อมที่จะได้รับการเผยแพร่ให้เป็นที่รู้จัก และยอมรับนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย รูปแบบการเผยแพร่ที่ได้รับความนิยมกันมากโดยทั่วไปมีอยู่ 4 รูปแบบ คือ (สำลี ทองธวัช, 2545 : 99 - 146)

2.5.6.1 การเผยแพร่ที่อิงการใช้อำนาจสนับสนุนเบื้องสูง (Authority innovation decision model) เป็นการเผยแพร่โดยการชักจูงให้ผู้มีอำนาจในระดับสูงเห็นความสำคัญของการใช้นวัตกรรมนั้น และตัดสินใจสั่งการไปยังผู้ใช้ ซึ่งอยู่ในระดับล่างให้ใช้นวัตกรรมนั้น

2.5.6.2 การเผยแพร่แบบใช้มนุษย์สัมพันธ์ (Human interaction model) เป็นการเผยแพร่โดยการชักจูงบุคคลที่จะใช้นวัตกรรมนั้น โดยให้ความรู้ ความเข้าใจ และให้ความช่วยเหลือในการทดลองใช้ ซึ่งต่อไปบุคคลนั้นจะสามารถตัดสินใจได้ว่าสมควรรับนวัตกรรมนั้นไว้ใช้ต่อไป หรือหยุดใช้นวัตกรรมนั้น

2.5.6.3 การเผยแพร่ให้ใช้นวัตกรรม (User participation model) รูปแบบนี้เป็นการเผยแพร่ถึงตัวผู้ใช้นวัตกรรมโดยตรง ซึ่งจะเป็นกลุ่มประชากรที่ต่างจากข้อ 2.5.6.2 ซึ่งถือว่าเป็นผู้ยอมรับนวัตกรรมนั้นแต่ไม่ใช่ผู้ใช้นวัตกรรมนั้นโดยตรง เช่น นวัตกรรมในด้านการเรียนการสอน ผู้ยอมรับอาจเป็นศึกษานิเทศก์หรือครูใหม่ ซึ่งเป็นผู้เกี่ยวข้องไม่ใช่ผู้ใช้โดยตรง ผู้ใช้นวัตกรรมด้าน

การเรียนการสอน โดยตรงคือครู รูปแบบการเผยแพร่ถึงผู้ใช้โดยตรงนี้จะให้ผู้ใช้เป็นผู้ตัดสินใจในการที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับนวัตกรรมนั้น

2.5.6.4 การเผยแพร่แบบผสม (Eclectic process of change model) การเผยแพร่แบบนี้เป็นการเผยแพร่ผ่านตัวกลาง คือ ผู้ที่ทำหน้าที่เชื่อมระหว่างกลุ่มผู้ที่ต้องการเผยแพร่ นวัตกรรมกับกลุ่มผู้ต้องการใช้นวัตกรรม ซึ่งตัวกลางเผยแพร่ นวัตกรรมนั้นอาจจำเป็นต้องใช้วิธีการเผยแพร่ทั้ง 3 วิธีที่กล่าวข้างต้นผสมผสานกันไป

2.5.7 การยอมรับหรือต่อต้านนวัตกรรม เมื่อนวัตกรรมได้รับการเผยแพร่ในระยะเวลาพอสมควรแล้ว นวัตกรรมนั้นจะได้รับการพิสูจน์อย่างแท้จริงว่า ได้รับการยอมรับในระดับใด บางนวัตกรรมอาจได้รับการยอมรับถึงขั้นนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบงานปกติ ซึ่งต่อไปจะเปลี่ยนสภาพจากนวัตกรรมเป็นวิธีการปฏิบัติโดยทั่วไป ซึ่งนับได้ว่าเป็นความสำเร็จอย่างสมบูรณ์แบบของ นวัตกรรม ในขณะที่นวัตกรรมอาจได้รับการยอมรับนำไปใช้แต่ไม่แพร่หลายนัก บางนวัตกรรมอาจได้รับการนำไปใช้ในระยะเวลาหนึ่งและเลิกไป บางนวัตกรรมอาจไม่ได้รับการนำไปใช้อย่างสมบูรณ์ เต็มรูป และบางนวัตกรรมก็ตายไป เพราะไม่ได้รับการยอมรับนำไปใช้เลยก็มี ซึ่งก็จะต้องมีการ เริ่มต้นใหม่ตั้งแต่ขั้นแรกกันต่อไป

2.6 ลักษณะของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ดี

สื่อการเรียนรู้และเครื่องมือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนั้น หากจะให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ควรมีลักษณะดังนี้ (โช สาลักษณ์, 2534 : 27-29)

- 2.6.1 รูปร่างลักษณะจะต้องงูใจ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
- 2.6.2 ต้องทำงานได้ตามต้องการ เพราะถ้าอุปกรณ์ที่ใช้ไม่ทำงาน หรือให้ผลการทดลองที่ไม่แน่นอนจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายและขาดความเชื่อถือ
- 2.6.3 สะดวกในการใช้และปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการทำงานไม่เกะกะ ไม่เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย มีความปลอดภัยทั้งผู้สอน และผู้เรียน
- 2.6.4 มีความคงทนถาวร เพื่อเป็นการประหยัดไม่ต้องซื้อหรือซ่อมบ่อยๆ
- 2.6.5 วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย เช่น วัสดุที่มีในท้องถิ่น หรือวัสดุเหลือใช้ เพื่อว่ามีเมื่อออกแบบเสร็จแล้วจะได้ลงมือปฏิบัติได้ทันที
- 2.6.6 วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุราคาถูก เพื่อเป็นการประหยัดเงินของสถานศึกษาและทำให้สร้างวัสดุได้จำนวนมาก
- 2.6.7 ควรใช้งานได้หลายอย่าง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนั้นควรให้ใช้งานได้หลายๆ อย่าง จะทำให้ได้รับประโยชน์มาก และคุ้มค่าแก่การออกแบบสร้าง

2.6.8 สะดวกในการเก็บรักษาเครื่องมือที่สร้างควรมีรูปร่างกะทัดรัด ถ้าทำเป็นชุดๆ และสามารถถอดเก็บไปได้จะมีความสะดวกมากขึ้น แต่ไม่ควรมีจำนวนชิ้นส่วนมากนักเพราะอาจพกพาได้ง่าย

2.6.9 นิเสถียรภาพดี วัสดุที่ใช้สอนถ้าออกแบบไม่ดีอาจทำให้ล้มง่าย อาจทำให้เครื่องมือชำรุดเสียหาย จึงควรออกแบบให้มีจุดศูนย์กลางอยู่ภายในฐานตั้ง และต่ำใกล้ฐานจึงจะมีเสถียรภาพดี ไม่ล้มง่าย

2.6.10 เวลาสาธิตและปฏิบัติการทดลอง ต้องสามารถมองเห็นและสังเกตได้ง่าย อุปกรณ์ต้องไม่เล็กเกินไป ถ้าเป็นชิ้นส่วนประกอบต้องไม่บังกันเอง ถ้าเป็นวัสดุโปร่งแสงจะยิ่งดี เช่น แก้ว พลาสติกหรือฟิวส์ เป็นต้น

2.7 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้

2.7.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้จัดเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ที่มีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น ชุดการเรียนรู้ ชุดการเรียนรู้รายบุคคล ชุดการเรียนการสอน ชุดการเรียนสำเร็จรูป ชุดกิจกรรม ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่าชุดการเรียนรู้ และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ชุดการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการสอนที่ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิด และองค์ประกอบอื่น เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และมีการนำหลักทางจิตวิทยามาใช้ประกอบการเรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ (สุภารัตน์ ไผ่พงศาวงศ์, 2543 : 52)

ชุดการเรียนรู้ หมายถึง ชุดกิจกรรมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชนิดที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตัวเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุด ให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพโดยที่ครูน้อยที่สุด ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระ มีความสะดวกสบายตามความสามารถของแต่ละบุคคล (หนึ่งนุช กาพภักดิ์ (2543 : 14)

ชุดการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการเรียนสำเร็จรูปซึ่งประกอบด้วย คำชี้แจง ชื่อเรื่อง กิจกรรม จุดมุ่งหมายและการประเมินผล สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจที่เป็นขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดการเรียนนั้นๆ เพื่อช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ (ชลสิทธิ์ จันทาสี, 2543 : 10)

ชุดการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการเรียนสำเร็จรูปที่ประกอบด้วยสื่อหลายอย่างจัดไว้ด้วยกัน เป็นสื่อที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล

ชุดการเรียนนอกจากจะใช้สำหรับให้ผู้เรียนศึกษาเป็นรายบุคคลแล้ว ยังสามารถใช้ประกอบการสอนประกอบการบรรยายด้วย (อารีย์ ทวีลาภ, 2546 : 32)

ชุดการเรียนรู้หรือชุดกิจกรรม หมายถึง เป็นสื่อหรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบกับการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ได้พัฒนาสมรรถนะทางด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยให้บรรลุการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้ เป็นการฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ และสรุปเป็นความรู้ของตนเอง (ธงชัย ต้นทัพไทย, 2548 : 12)

ชุดการเรียนรู้ หมายถึง สื่อสำหรับจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีอิสระในการเรียนรู้ โดยใช้แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยครูต้องเป็นผู้วางแผน กำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ สิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูมีหน้าที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาเท่านั้น (พรศรี ดาวรุ่งสวรรค์, 2548 : 13)

ชุดการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งจะต้องประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ และเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นชุดกิจกรรมนั้น ได้ขยายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ โดยเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจนที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียน (Kapfer & Kapfer, 1972 : 3 - 10)

ชุดการเรียนรู้หรือชุดกิจกรรม หมายถึง เป็นชุดประสบการณ์จัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (Houston; et al., 1972 : 10 - 15)

ชุดกิจกรรม หมายถึง โปรแกรมการสอนทุกอย่างที่จัดไว้โดยเฉพาะ ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน คู่มือครู เนื้อหา เอกสารทดสอบ และข้อมูลที่เชื่อถือได้ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้อย่างชัดเจน ชุดกิจกรรมนี้ครูเป็นผู้จัดให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ศึกษาและฝึกฝนตนเอง โดยครูเป็นผู้แนะนำเท่านั้น (Good, 1973 : 306)

ชุดการเรียนรู้ หมายถึง ชุดของวัสดุอุปกรณ์และกระบวนการการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย องค์ประกอบพื้นฐาน ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล (Gordon, 1973)

จากความหมายของชุดการเรียนรู้ที่นักการศึกษาและเทคโนโลยีการศึกษา ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้ หมายถึง ชุดสื่อประสมหรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมาใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผลิตขึ้นอย่างมีระบบ มีความสมบูรณ์แบบในตัวเอง โดยมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ประสบการณ์ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ ตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนเพื่อให้บรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ชุดการเรียนรู้ได้กำหนดไว้

2.7.2 ประเภทของชุดการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายคนได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของชุดการเรียนรู้ ตามลักษณะของกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ โดยแบ่งชุดการเรียนรู้ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.7.2.1 ชุดการเรียนรู้แบบบรรยายหรือชุดการเรียนรู้สำหรับครู เป็นชุดสื่อประสมที่ผลิตขึ้นมาสำหรับครูใช้ประกอบการบรรยาย โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูสามารถใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดบรรยายของครูให้ลดน้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ภายในชุดการเรียนรู้จะจัดลำดับเนื้อหาและสื่อการสอนที่ครูจะใช้บรรยายในชั้นเรียนขนาดใหญ่ หรืออาจจะเป็นกลุ่มย่อยๆ ก็ได้ ครูผู้สอนจะนิยบทบาทสำคัญในการดำเนินการใช้ชุดการเรียนรู้ประเภทนี้

2.7.2.2 ชุดการเรียนรู้แบบกิจกรรมกลุ่มหรือชุดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียน คือชุดการเรียนรู้ที่จัดกระบวนการเรียนที่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนให้ทำกิจกรรมร่วมกัน จัดกิจกรรมการเรียนในรูปแบบของศูนย์การเรียน โดยชุดการเรียนรู้ประเภทนี้ต้องประกอบด้วยชุดกิจกรรมย่อยที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์กิจกรรมที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยการสอน ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น สำหรับสื่อที่ใช้ในศูนย์จะเป็นสื่อที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือร่วมกันทั้งกลุ่มได้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะปฏิบัติตามคำสั่งชี้แจงในสื่อการสอน โดยที่ครูเป็นเพียงผู้ควบคุมดูแลและประสานให้การดำเนินกิจกรรมสมบูรณ์ที่สุดเท่านั้น

2.7.2.3 ชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคล คือ ชุดสื่อประสมที่จัดระบบไว้เป็นขั้นตอนให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นตามความสามารถของแต่ละบุคคล สื่อทั้งผู้เรียนสามารถประเมินผลความก้าวหน้าของตนเองได้ ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา ชุดการเรียนรู้ชนิดนี้ช่วยส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคลให้มีการพัฒนาไปได้อย่างสูงสุดขีดความสามารถ โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น ซึ่งชุดการเรียนรู้รายบุคคลจะเป็นลักษณะและองค์ประกอบเป็นหน่วยการสอนย่อย สำหรับให้ผู้เรียนใช้ในการเรียนแนวอิสระ ประกอบด้วยหลักการและเหตุผล จุดประสงค์ แบบทดสอบก่อนเรียน กิจกรรมการเรียน แบบทดสอบความรู้ด้วยตนเองและแบบทดสอบหลังเรียน

ความแตกต่างระหว่างชุดการเรียนรู้แต่ละประเภท ชี้ให้เห็นถึงพื้นฐานปรัชญาที่นำมาใช้ในชุดการเรียนรู้ประเภทนั้นๆ แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างเกี่ยวกับบทบาทของครูผู้สอน บทบาทของผู้เรียน รวมถึงกิจกรรมการเรียนการสอนที่ถูกกำหนดไว้ในแต่ละชุดการเรียนรู้ ซึ่งมีข้อแตกต่างกันเพื่อให้ผู้ใช้ชุดการเรียนรู้ทำความเข้าใจ และนำชุดการเรียนรู้เหล่านั้นไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สมศักดิ์ อภิบาลศรี, 2537)

2.7.3 การหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดการเรียนรู้

สำหรับการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอน และการทดลองใช้ เป็นขั้นตอนเพื่อพิสูจน์ว่านวัตกรรมการเรียนการสอนที่จัดทำหรือพัฒนาขึ้น เมื่อนำไปใช้จริงจะเกิด ประโยชน์ สามารถแก้ปัญหาและช่วยปรับปรุงพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ กลุ่มค่าตรงตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ต้องการ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอน สามารถดำเนินการได้ตามวิธีการ ดังนี้ (พินิจ เมืองภิรมย์, 2554)

2.7.3.1 ขอความอนุเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาหรือสาระการเรียนรู้ที่ตรงกับนวัตกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ช่วยตรวจสอบด้านเนื้อหา กิจกรรม และความเหมาะสม ของรูปแบบ ชนิดและประเภทของนวัตกรรมว่าสามารถแก้ปัญหาหรือพัฒนาประสิทธิผลของการเรียนรู้ ได้ตรงตามมาตรฐานสาระการเรียนรู้และมาตรฐานช่วงชั้นที่กำหนดหรือไม่อย่างไร

2.7.3.2 ทดลองใช้กับผู้เรียนในกลุ่มเป้าหมายกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 4-5 คน ซึ่งเป็น กลุ่มผู้เรียนที่ไม่เคยผ่านการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระนี้มาก่อน เก็บรวบรวมข้อมูลผลของการทดลองใช้ ตามสภาพจริงจากผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย (ตัวผู้เรียน ผู้ปกครอง เพื่อนผู้เรียน เพื่อนครูในโรงเรียน) แล้ว นำข้อมูลสภาพจริงที่ได้มาพัฒนาปรับปรุงนวัตกรรมการเรียนการสอนก่อนที่จะไปใช้จริง

2.7.3.3 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนวิธีการนี้ เป็นการคาดหมายของผู้จัดทำหรือ พัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนว่าไว้ จากนั้นเมื่อผู้เรียนได้ดำเนินการกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆ ของนวัตกรรมครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้ว ค่าเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนระหว่างดำเนินกิจกรรม ทุกกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดจะมีค่าใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์ของคะแนนหลังการดำเนินกิจกรรมทุก กิจกรรมของผู้เรียน โดยถือค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 2.5-5% นั่นคือ เปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนน ทั้ง 2 ชุด ไม่ควรแตกต่างกันมากกว่า 5% สำหรับกระบวนการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนด้วยวิธีการนี้ ส่วนใหญ่เมื่อจัดทำนวัตกรรมการเรียนการสอนเสร็จแล้ว ครูผู้จัดทำหรือ พัฒนาจะนำนวัตกรรมดังกล่าวไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่เคยเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้นั้นๆ มาก่อน แล้วนำผลการประเมินของผู้เรียนทั้ง 2 ชุด และนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดว่าเป็นไปตามที่ คาดหมายหรือไม่เพียงใด

การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เทคนิค E_1/E_2 : 80/80 นวัตกรรมการเรียนการสอนที่จัดทำหรือพัฒนาขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนจริงจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมนั้นๆ ให้มั่นใจว่าเป็นนวัตกรรมเรียนการสอนที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ทั้งรูปแบบและเนื้อหา สามารถส่งเสริมพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิผล การตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมการเรียน

การสอนทำได้หลายวิธี ในที่นี้จะเสนอเทคนิควิธีการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยการคำนวณผลกรรทดลองนำนวัตกรรมการเรียนการสอนไปทดลองใช้ก่อนใช้จริง เรียกว่า การหาประสิทธิภาพนวัตกรรมการเรียนการสอนโดยเทคนิค $E_1/E_2 : 80/80$ การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนตามวิธีการนี้ ตั้งอยู่บนสมมติฐานว่าหากนวัตกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพจริง เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินการกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆ ของนวัตกรรมครบทุกขั้นตอน จะพบว่าเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนระหว่างการดำเนินการกิจกรรมทุกกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์ของคะแนนหลังการดำเนินการกิจกรรม จากทุกกิจกรรมของผู้เรียน (Post-test) โดยถือค่าแปรปรวนอยู่ในระหว่าง 2.5-5% นั่นคือเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนทั้ง 2 ชุด ไม่ควรแตกต่างกันมากกว่า 5% ขั้นตอนของกระบวนการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนด้วยวิธีการนี้มี ดังนี้

- 1) นวัตกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ ชุดฝึกทักษะ บทเรียนสำเร็จรูป ชุดการเรียนรู้หรือบทเรียนสำเร็จรูป ต้องมีแบบประเมินผลการเรียนรู้ครบถ้วนทุกกิจกรรม และแบบประเมินผลการเรียนรู้ประจำบทประจำชุดทุกชุดต้องได้รับการรับรอง ว่าเป็นแบบประเมินที่มีประสิทธิภาพและเที่ยงตรงโดยผ่านกระบวนการหาค่า IOC ค่า P และค่า r มาเรียบร้อยแล้ว
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้หลังการเรียนการสอนหรือหลังการใช้ นวัตกรรมจะต้องผ่านกระบวนการหาความเที่ยงตรงของข้อทดสอบเช่นเดียวกับแบบประเมินผลการเรียนรู้ประจำบทในข้อ 1
- 3) นำนวัตกรรมการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนในชั้นเรียนที่ไม่เคยเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้หรือหน่วยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้และชุดฝึกนี้มาก่อน เพื่อหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมหรือชุดฝึก ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยเริ่มทดลอง ชั้นที่ 1 ชั้นหนึ่ง ต่อหนึ่งกับนักเรียนที่ไม่เคยเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้และชุดฝึกนี้มาก่อน จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของประเด็นคำถาม ชุดคุย ภาษาที่ใช้ขั้นตอนของกิจกรรม ความยากง่ายของเนื้อหาและแบบประเมินต่างๆ ที่ใช้ โดยทำการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างละเอียดนำไปปรับปรุงพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป
- 4) นำผลการทดลองในข้อ 3 มาพัฒนาปรับปรุงและจัดทำชุดฝึกทักษะแบบประเมินที่เกี่ยวข้อง และแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครบถ้วนตามเค้าโครงที่กำหนดและออกแบบไว้ จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ระดับตำบลหรือช่วงชั้นเดียวกัน ซึ่งควรจะเป็นครูผู้สอนประจำชั้นหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ชั้นๆ จำนวน 5 คน เพื่อช่วยตรวจสอบความสอดคล้องและเหมาะสม โดยใช้แบบตรวจสอบความสอดคล้องและเหมาะสม ระหว่างจุดประสงค์

การเรียนรู้กับชุดฝึกทักษะและแบบประเมินการเรียนรู้หรือแบบประเมินพัฒนาการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนาครั้งนี้ โดยให้สูตร

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

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง เหมาะสมของรายการข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence)

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทุกคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

** ตัดเลือกรายการข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป มาใช้ในการพัฒนาครั้งนี้

5) นำผลการดำเนินการในข้อ 4 มาพัฒนาปรับปรุงชุดฝึกทักษะหรือแบบประเมินต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองชั้นกลุ่มขนาดเล็กกับนักเรียนในชั้นที่ไม่เคยเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้นี้มาก่อน และต้องไม่ใช่ นักเรียนในชั้นที่ 3 ประมาณ 10-20 คน เมื่อนักเรียนดำเนินการตามแผนที่กำหนดเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทำแบบประเมินที่เตรียมไว้ สำหรับใช้ประเมินผลการเรียนรู้หรือประเมินพัฒนาการของนักเรียน ก่อนและหลังการพัฒนา บันทึกผลการทดลองในชั้นนี้อย่างละเอียด จากนั้นนำข้อมูลไปปรับปรุงพัฒนาวัตกรรมการหรือชุดฝึกแบบประเมินต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ หรือแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้อีกครั้งหนึ่ง

6) นำนวัตกรรมหรือแบบประเมินต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และแผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ที่ปรับปรุงพัฒนาแล้วในข้อ 5 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อวัสดุอุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการนิเทศการเรียนการสอน ซึ่งเป็นศึกษานิเทศก์ จำนวนไม่น้อยกว่า 5 คน ช่วยตรวจสอบความสอดคล้องเหมาะสมและประสิทธิภาพของนวัตกรรมหรือชุดฝึกทักษะ แบบประเมินต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบตรวจสอบความสอดคล้องเหมาะสมและประสิทธิภาพของนวัตกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ และแบบประเมินต่างๆ ของนักเรียน

7) นำผลการดำเนินการในข้อ 6 มาพัฒนาปรับปรุงนวัตกรรม ชุดฝึกทักษะหรือแบบประเมินต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองในชั้นกลุ่มภาคสนามกับนักเรียนในชั้นเรียนซึ่งไม่เคยเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้หรือชุดฝึกนี้มาก่อน จำนวนอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 1 ห้องเรียน ไม่ควรน้อยกว่า 30 คน เมื่อนักเรียนดำเนินการตามแผนที่กำหนดเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทำแบบ

ประเมินที่เตรียมไว้สำหรับประเมินนักเรียนทั้งก่อนและหลังการพัฒนา ทำการบันทึกผลการทดลองในขั้นนี้อย่างละเอียด นำข้อมูลไปปรับปรุงพัฒนานวัตกรรมหรือชุดฝึกทักษะ แบบประเมินต่างๆ และแผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สักครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะนำไปใช้พัฒนานักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

การกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใด ควรกำหนดไว้ก่อนว่าในครั้งนี้จะให้มาตรฐานหรือเกณฑ์มาตรฐานเป็นเท่าใด โดยยึดเกณฑ์การพิจารณากำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

- เนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ความจำ ควรตั้งเกณฑ์ให้สูงไว้ คือ 80/80, 85/85, 90/90
- เนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะ ความคิดเห็นหรือเจตคติ ควรตั้งเกณฑ์ให้ต่ำลงมาเล็กน้อย คือ 70/70, 75/75 แต่อาจตั้งเกณฑ์สูงกว่านี้ก็ได้

การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยที่ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) หมายถึง ประเมินพฤติกรรมย่อยๆ จากการทำกิจกรรมของผู้เรียนในบทเรียนทุกกิจกรรมหรือจากการที่นักเรียนได้อ่านบทเรียนดูมากน้อยเพียงใด ซึ่งหาได้จากสูตร

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{N \times A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการดำเนินการดำเนินกิจกรรมของนวัตกรรม การเรียนการสอน

$\sum X_1$ คือ คะแนนรวมของการประเมินผลในทุกหน่วย ทุกบท ทุกชุด ในระหว่างการดำเนินการของผู้เรียนทุกคน

A คือ ผลรวมของคะแนนเต็มของแบบประเมินผลทุกหน่วยทุกบท ทุกชุด ของนวัตกรรมการเรียนการสอน

N คือ จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) หมายถึง การประเมินผลลัพธ์ของนักเรียนโดยพิจารณาจากผลการทดสอบหลังเรียน (Post-test)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{N \times B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากกรณีดำเนินการของ
นวัตกรรมการเรียนการสอน

$\sum X_2$ คือ คะแนนรวมของการประเมินหลังดำเนินการเสร็จสิ้น
ทุกหน่วยทุกบททุกชุดของผู้เรียนทุกคน

B คือ คะแนนเต็มของแบบประเมินหลังการดำเนินการเสร็จสิ้น
ทุกหน่วยทุกบททุกชุด

N คือ จำนวนผู้เรียน

8) หลังจากคำนวณค่า E_1/E_2 ออกมาแล้ว หากไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่
กำหนดข้างต้นจะต้องพัฒนาปรับปรุงนวัตกรรมการเรียนการสอนที่จัดทำหรือพัฒนาขึ้นมาใหม่ แล้ว
ทดลองซ้ำจนกว่าจะเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

2.7.4 การยอมรับประสิทธิภาพ

2.7.4.1 สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์
ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบนักเรียนสำเร็จรูปได้
95/95

2.7.4.2 เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้ง
ไว้พอดี เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบนักเรียนสำเร็จรูปได้ 90/90

2.7.4.3 ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์
ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 1 2.5 %

2.8 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ normalized gain

Normalized gain เป็นวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบ
ผลการทดสอบก่อนเรียน (pretest) และหลังเรียน (posttest) โดยดูความแตกต่างกันระหว่างคะแนน
สองอย่างนี้ว่ามีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่ อย่างไร และเทียบกับโอกาสสูงสุดที่ผู้เรียนแต่ละคนจะ
สามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นได้ โดย normalized gain สามารถวัดผลในแต่ละแนวคิดรวบยอด วัดราย
ข้อ และรายบุคคล (อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2551) สามารถแบ่งประเภทของ normalized gain ได้ดังนี้

2.8.1 แบบแต่ละชั้นเรียน (Class normalized gain) หมายถึง การพิจารณาผลการเรียนรู้
ของนักเรียนทั้งชั้นนั้น ว่าเพิ่มขึ้นคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ โดยดูได้
จากคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้น ทั้งก่อนและหลังเรียน

การพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในลักษณะนี้ใช้เพื่อพิจารณาผลการเรียนการสอน โดยภาพรวมของทั้งชั้นนั้นมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งโดยทั่วไปนักวิจัยจะอ้างถึงเนื่องจากสามารถบอกเป็นภาพรวมของทั้งชั้น อย่างไรก็ตามในการคิดคำนวณเพื่อหาค่า normalized gain นี้ อาจใช้การนับคะแนนหรือนับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง เพื่อมาเข้าสู่สูตรการคำนวณ ผลการคำนวณที่ได้จะเห็นการบอกภาพรวมของทั้งชั้นว่ามีผลการเรียนดีขึ้นมากน้อยเพียงใด แต่ถ้าหากต้องการดูว่านักเรียนแต่ละคนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอย่างไร จะไม่สามารถสรุปได้ด้วยวิธีการนี้ แต่จะดูได้ด้วยวิธีการที่จะได้กล่าวในวิธีต่อไปนี้

2.8.2 แบบแต่ละรายบุคคล (Single student normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการการเรียนรู้เป็นอย่างไร โดยดูได้จากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

สำหรับการหาค่า normalized gain ของนักเรียนแต่ละคนทั้งชั้นแล้วหาค่าเฉลี่ย (average of the single student normalized gain) หรืออาจจะเรียกว่าเป็นค่าเฉลี่ย normalized gain ของนักเรียนห้องนี้ ซึ่งควรจะเป็นค่าเดียวกันกับ class normalized gain แต่ค่าที่ได้จากวิธีนี้จะพบว่ามีค่าไม่เท่ากัน โดยค่าที่ได้ด้วยวิธีนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง $\pm 5\%$ ของ class normalized gain โดยที่จำนวนประชากรที่ทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเราอาจทำได้ลำบากสำหรับการที่จะดู normalized gain ของนักเรียนแต่ละคนเนื่องจากต้องใช้เวลาหากถ้านักเรียนมีจำนวนมาก แต่สำหรับชั้นเรียนที่มีนักเรียนจำนวนน้อยเราสามารถดูได้ และเป็นการดี เนื่องจากทำให้ครูสามารถดูพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี อันจะเป็นแนวทางในการช่วยเสริมให้กับนักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ทำได้ หรืออาจให้นักเรียนที่ผลการเรียนที่ติดอยู่แล้วมาช่วยเหลือเพื่อนได้ การพิจารณาในลักษณะนี้เป็นการพิจารณารายคน แต่หากต้องการดูว่าข้อสอบแต่ละข้อนักเรียนตอบได้มากน้อยเพียงใด หรือมีพัฒนาการต่อข้อสอบข้อนั้นอย่างไรต้องดูด้วยวิธีต่อไปนี้

2.8.3 แบบแต่ละรายข้อ (Single test item normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดของข้อสอบข้อที่เรากำลังพิจารณา ในการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การพิจารณาในลักษณะนี้ข้อดีคือทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อข้อสอบในข้อนั้นๆ เป็นอย่างไร ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบข้อนั้นๆ เป็นอย่างดี สำหรับข้อสอบชุดหนึ่งๆ โดยเฉพาะข้อสอบที่เป็น conceptual test โดยจะมีการแบ่งหมวดหมู่ของข้อสอบออกเป็นกลุ่มตามแนวความคิดรวบยอด (concept) ที่ผู้สร้างแบบทดสอบได้ตั้งไว้ตั้งแต่ตอนแรก ดังนั้นจึงนิยมที่จะพิจารณาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียน

ต่อกลุ่มข้อสอบกลุ่มนั้นๆ อันจะทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อแนวความคิดรวบยอดนั้นๆ เป็นอย่างไร สำหรับการพิจารณาในลักษณะนี้สามารถทำได้ด้วยวิธีที่จะได้กล่าวต่อไปนี้

2.8.4 แบบแต่ละความคิดรวบยอด (conceptual dimensional normalized gain) เป็นการดูว่าพัฒนาการหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่มีต่อ concept หนึ่งๆ เป็นอย่างไร

การพิจารณาผลการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะใช้ในกรณีที่ต้องการดูว่านักเรียนมีผลการเรียนหรือมีพัฒนาการต่อการเรียนในหัวข้อนั้นๆ เป็นอย่างไร เนื่องจากการสอบครั้งหนึ่งๆ จะมีการสอบรวบยอดเพื่อที่จะดูผลการเรียนที่นักเรียนสอบได้ต่อข้อสอบชุดนั้นๆ ซึ่งข้อสอบมาตรฐานทั่วไปจะมีการวัดความเข้าใจหลายๆ Concepts อยู่ในข้อสอบชุดเดียวกัน ดังนั้นหากเราดูเฉพาะคะแนนรวมจะไม่อาจบอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวความคิดรวบยอดนั้นมากนักเลยเพียงใด ดังนั้นจึงเป็นการดีที่เราจะดูได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจคิดในเรื่องใดมากหรือน้อย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนได้ตรงประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจคิดกันมาก ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีอยู่แล้วเราก็สามารถนำไปพัฒนาต่อให้ดีขึ้นไปอีกได้เช่นกัน

2.9 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงโดยใช้ normalized gain

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้ normalized gain เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้น (maximum possible gain) หลังจากการใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน หากได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจริงต่อผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ โดยเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (Hake, R.R., 2001)

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \text{ post-test}) - (\% \text{ Pre-test})}{(100\%) - (\% \text{ Pre-test})}$$

โดยที่ $\langle g \rangle$ คือ ค่า normalized gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์ *

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์ *

*หมายเหตุ คัดเฉพาะนักเรียนคนที่สอบทั้งก่อนและหลังเรียนเท่านั้น

ข้อสังเกต: การคำนวณหา normalized gain นี้ไม่จำเป็นต้องใส่เป็นเปอร์เซ็นต์ก็ได้ โดยให้ใช้คะแนนสอบจริงแทน โดย Pre-test คือ คะแนนสอบก่อนเรียน Post-test คือคะแนนสอบหลังเรียน และใช้คะแนนเต็มของข้อสอบชุดนั้นแทน 100%

การวิเคราะห์ผลมีเกณฑ์ดังนี้

“High gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$

“Medium gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.7 \leq \langle g \rangle \leq 0.3$

“Low gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

$\langle g \rangle$ หรือ normalized gain แปลความได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน

(actual gain = (% post-test) - (% Pre-test)) คิดเป็นกึ่งท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้

(maximum possible gain = (100 %) - (% Pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 - 1.0

2.10 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงเสียดทาน

2.10.1 ความหมายของแรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชิ้นที่สัมผัสกัน เป็นแรงที่ผิววัตถุผิวหนึ่งต้านทานการเคลื่อนที่ของผิววัตถุอีกผิวหนึ่ง ทำให้วัตถุมีการเคลื่อนที่ช้าลงเรื่อยๆ จนกระทั่งหยุดนิ่งในที่สุด

2.10.2 ประเภทของแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

2.10.2.1 แรงเสียดทานสถิต หมายถึงแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุแต่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่ (แรงเสียดทานสถิตมีได้หลายค่า เริ่มตั้งแต่มีค่าเป็นศูนย์ถึงค่าสูงสุดซึ่งค่าสูงสุดนี้ จะวัดได้ก็ต่อเมื่อวัตถุเริ่มจะเคลื่อนที่)

2.10.2.2 แรงเสียดทานจลน์ หมายถึงแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

2.10.3 ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน มีดังนี้

2.10.3.1 มวลของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะกดทับลงบนพื้นผิวมาก จะทำให้เกิดแรงเสียดทานมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อยซึ่งจะกดทับลงบนพื้นผิวน้อย เช่น การวิ่งของนักกีฬา คนที่มีมวลมากจะมีแรงเสียดทานมากกว่าคนที่มวลน้อย

2.10.3.2 ลักษณะผิวสัมผัส ผิวสัมผัสที่เรียบจะเกิดแรงเสียดทานน้อยกว่าผิวสัมผัสที่ขรุขระ เช่น เราต้องออกแรงถึง 3 เท่า ในการผลักวัตถุชนิดเดียวกันขนาดเท่ากัน ไปบนพื้นไม้เมื่อเทียบกับการผลักไปบนพื้นเหล็กเรียบ

2.10.3.3 ชนิดของวัตถุ เช่น ขางมีแรงเสียดทานมากกว่าไม้ พื้นไม้มีแรงเสียดทานมากกว่าพื้นเหล็ก

2.10.4 การเพิ่มและลดแรงเสียดทาน

จากนิยามของแรงเสียดทาน อาจจะทำให้หลายคนคิดว่าแรงเสียดทานอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพราะว่าแรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ความจริงมีหลายวิธีในการช่วยเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน ตามสถานการณ์หรือความต้องการในการใช้ประโยชน์จากแรงเสียดทานนั้น ดังตารางที่ 2.2 ด้านล่างนี้

ตารางที่ 2.2 การเพิ่มและลดแรงเสียดทาน

การเพิ่มแรงเสียดทาน	การลดแรงเสียดทาน
1) ยางรถยนต์มีดอกยางเป็นลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน	1) การใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบี
2) การหยุดรถต้องเพิ่มแรงเสียดทานที่เบรก เพื่อหยุดหรือทำให้รถแล่นช้าลง	2) การใช้ระบบลูกปืน
3) บริเวณพื้นรองเท้าต้องมีลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานทำให้เวลาเดินไม่ลื่น	3) การใช้ลูกปืนต่างๆ เช่น ลูกปืน
4) การปูพื้นห้องน้ำควรใช้กระเบื้องที่มีผิวขรุขระ เพื่อช่วยเพิ่มแรงเสียดทาน เวลาเปียกน้ำจะได้ไม่ลื่นล้ม	4) การออกแบบรูปร่างของยานพาหนะให้เพียวลมทำให้ลดแรงเสียดทาน

2.10.5 สมบัติของแรงเสียดทาน

2.10.5.1 แรงเสียดทานมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุไม่มีแรงภายนอกมากระทำ

2.10.5.2 ขณะที่ม่แรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ วัตถุยังไม่เคลื่อนที่แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีขนาดต่างๆ ตามขนาดของแรงที่มากระทำ แรงเสียดทานที่มีค่ามากที่สุด คือ แรงเสียดทานสถิต ซึ่งเกินแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

2.10.5.3 แรงเสียดทานมีทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.10.5.4 แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทานจลน์เล็กน้อย

2.10.5.5 แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส ผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวเรียบและลื่น

2.10.5.6 แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่กดลงบนพื้น ถ้าน้ำหนักหรือแรงกดมากแรงเสียดทานก็จะมากขึ้นด้วย

2.10.5.7 แรงเสียดทานไม่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือพื้นที่ของผิวสัมผัส

2.10.6 ประโยชน์ของการเพิ่มและลดแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานทำให้ยานพาหนะ แล่นช้า สิ้นเปลืองพลังงาน และเกิดความร้อนสูง แต่ก็ช่วยให้รถเคลื่อนที่ไต่กำแพงหน้า และยึดเกาะถนน มนุษย์จึงนำแรงเสียดทานมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งการเพิ่มแรงเสียดทาน และลดแรงเสียดทาน ดังตารางที่ 2.3 ด้านล่างนี้

ตารางที่ 2.3 ประโยชน์ของการเพิ่มและลดแรงเสียดทาน

ประโยชน์ของการเพิ่มแรงเสียดทาน	ประโยชน์ของการลดแรงเสียดทาน
1) ช่วยให้มีแรงยึดเหนี่ยวที่ดีขึ้น เช่น การผลิตนอตให้มีเกลียว เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน	1) ดับลูกปืนในพัดลมและมอเตอร์ ช่วยทำให้ไม่เกิดเสียงดัง
2) ช่วยให้การเดินหรือการทรงตัวดีขึ้น เช่น บนพื้นลื่น ไม่มีแรงเสียดทานจะทำให้คนเดินได้ลำบาก สิ้นลื่นง่าย การทำพื้นให้มีความขรุขระทำให้เดินหรือทรงตัวดีกว่าพื้นเรียบขัดมัน พื้นรองเท้าใช้วัสดุที่เพิ่มแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับรองเท้า เพื่อการทรงตัวและการเคลื่อนไหวที่สะดวกขึ้น	2) Treatment กระจกน้ำมันและเพิ่มสมรรถนะเครื่องยนต์ ใช้ลดแรงเสียดทานของเครื่องยนต์ลงได้ ทำให้เกิดผลดี คือ ประหยัดน้ำมัน ความร้อนเครื่องยนต์ลดลง เครื่องเดินเรียบ และ เสียงเครื่องยนต์เรียบลง อัตราเร่งดีขึ้นแรงจັນ และเรียกกำลังเครื่องได้ เครื่องสตาบิลิตีลดง่ายป้องกันการสึกหรอ
3) ช่วยให้อานพาหนะเกาะถนนที่เปียกได้ดียิ่งขึ้น เช่น การทำยางรถมีสวดลายหรือดอกยางเพื่อให้รีดน้ำและเพิ่มแรงเสียดทานในการยึดเกาะถนน	3) ลูกกอล์ฟที่มีรอยบุบนั้น ดีไปได้ไกลกว่าลูกผิวเรียบ จึงพยายามลดแรงเสียดทานพื้นผิวลูกกอล์ฟระหว่างที่พุ่งผ่านอากาศและช่วยพุงให้ลูกกอล์ฟอยู่ในอากาศได้นานขึ้น
4) แรงเสียดทานช่วยในการเคลื่อนที่ไต่ของผิวของวัตถุ เช่น เมื่อนักแข่งรถเสียดตัวทำมุมกับพื้น หากปราศจากแรงเสียดทานรถจะเคลื่อนที่หลุดออกจากแนวการวิ่งไปไม่สามารถเสียดได้ ทำให้รถจักรยานยนต์สามารถเสียดได้	4) การออกแบบการลดแรงเสียดทานของหัวไม้กอล์ฟ ให้โค้งมน ซึ่งช่วยลดแรงเสียดทานในการตีลูกๆ โกลได้อย่างดี
5) แรงเสียดทานช่วยให้วัตถุหยุดเคลื่อนที่ หากปราศจากแรงเสียดทานแล้ววัตถุก็ไม่อาจหยุดเคลื่อนที่ในเวลาที่ตั้งการจะหยุดได้เพราะ ไม่มีแรงที่มาช่วยด้านการเคลื่อนที่ไว้	5) การออกแบบชุดว่ายน้ำให้เนื้อผ้ามีน้ำหนักเบา อมน้ำน้อย เพื่อช่วยในการลดแรงเสียดทาน ขณะว่ายน้ำทำให้นักว่ายน้ำว่ายได้เร็วขึ้น

2.11 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

ความหมายของของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการสืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติของมนุษย์ ด้วยการใช้กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับโดยทั่วไป (ภพ เกาหไพบูลย์, 2542 : 2)

ของเล่น หมายถึง ของสำหรับเด็กเล่นเพื่อให้สนุกหรือเพลิดเพลิน ของเล่นเป็นสิ่งของวัสดุอุปกรณ์ ที่นำมาให้เด็กเล่น เป็นสิ่งที่ช่วยให้เด็กได้สัมผัส รู้จัก รู้จำ รู้กระทำ และรู้ประติษฐ์ คิดสร้าง (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2542)

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ของเล่นที่ได้จากการใช้วัสดุเหลือใช้หรือวัสดุที่มีในท้องถิ่น มาทำเป็นของเล่นให้เด็กเล่นหรือเด็กอาจเป็นผู้ประดิษฐ์คิดค้นเอง โดยใช้ประกอบการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมพัฒนาการทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 7 มาตรา 27 และมาตรา 29 ได้กำหนดแนวทางในการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมุ่งการปลูกจิตสำนึก ให้ภาคภูมิใจในความเป็นไทย ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมของชุมชนตนเอง และชาติไทย สร้างความตระหนักยอมรับในสิ่งที่สังคมที่บรรพชนได้สร้างสรรค์ บทบาทและหน้าที่อันสำคัญของสถานศึกษา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องจำเป็นต้องพยายามสืบเสาะแสวงหาความรู้แหล่งการเรียนรู้ และวิธีการนำเสนอที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ถ่ายทอดสอดประสานความรู้ทั้งในและนอกชั้นเรียน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

ดังนั้นการจัดการศึกษาไม่สามารถแปลกแยกไปจากท้องถิ่น การจัดการศึกษาจะต้องนำประเด็นในท้องถิ่นนั้นๆ มาเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เด็กได้เกิดความรู้สึกภาคภูมิใจในภูมิปัญญา และวัฒนธรรมของตน ส่งเสริมให้เด็กที่จบการศึกษามีส่วนร่วมรับผิดชอบ และสามารถสร้างสรรค์สังคมได้อย่างปกติ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541 : 183)

ของเล่นจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สะท้อนอัตลักษณ์ของชุมชน ที่แสดงให้เห็นถึงความคิด และสร้างสรรค์คุณค่าที่มากกว่ามูลค่า ซึ่งมีแหล่งบ่มเพาะทางปัญญามาจากความเป็นตนเองอย่างแท้จริง การเรียนวิทยาศาสตร์จากของเล่นที่บ้าน จึงสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนสืบเสาะความรู้ โดยใช้บริบทของท้องถิ่นเป็นฐานการเรียนรู้ แล้วนำมาเทียบเคียงกับบริบทสากลได้อย่างมีความหมาย ของเล่นช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ควบคู่ไปกับสุนทรียภาพ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความงามทางสติปัญญา และให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

(ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม, 2546 : 66-72) เมื่อเด็กได้สัมผัส เกิดความคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ได้แก่

ทักษะการสังเกต เด็กสามารถใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายๆ อย่าง ร่วมกัน เช่น หู ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย เพื่อกระตุ้น ชูแพทย์ ความกระหายใคร่รู้จากของเล่น เด็กจะค้นหา ข้อมูลที่เป็นรายละเอียดและส่วนประกอบ รูปทรง ลักษณะ สีพื้นผิว โครงสร้างของเล่น

ทักษะการวัด เด็กสามารถวัดหาริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลข ได้อย่างเหมาะสม กับสิ่งที่วัด อาจจะใช้อุปกรณ์วัดที่หาได้ง่าย เช่น ไม้บรรทัดหรือการสร้างเครื่องมือวัดง่ายๆ

ทักษะการคำนวณ เป็นการนำจำนวนที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ และสามารถนำตัวเลขที่นับมาเสนอได้

ทักษะการจำแนกประเภท แบ่งพวก หรือเรียงลำดับ เด็กสามารถใช้ความเหมือนหรือ ความแตกต่างหรือสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่ง มาจัดแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ หรือประเภท เช่น รูปทรง รูปร่าง สี พื้นผิว

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปกกับสเปซ และสเปกกับเวลา เด็กสามารถ นำเสนอออกมาเป็น 3 มิติ หรือ 2 มิติ และรวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ เกิดเป็น มิติสัมพันธ์ในขณะที่เด็กกำลังสัมผัสกับของเล่น

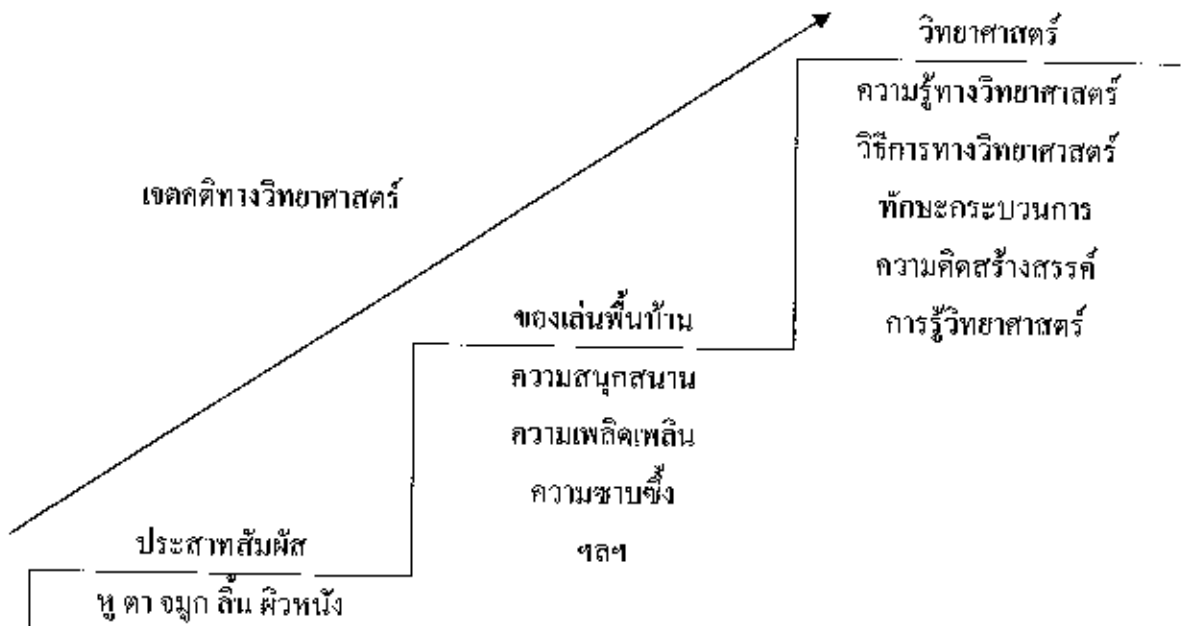
ทักษะการจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมายข้อมูล เด็กสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการ สังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำใหม่ และนำเสนอได้อย่างมีความหมาย ระบุความสัมพันธ์ ความผิดปกติ และความปกติ การจำและเรียกชื่อสิ่งของ

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เด็กสามารถอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล ช่างัย ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย เช่น ปริมาณ ขนาด รูปทรง รูปร่าง สี สัน

ทักษะการพยากรณ์ เด็กสามารถทำนายหรือคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัย ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ระหว่าง การเล่นกับของเล่นนั้น

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากวิถีชีวิตวัฒนธรรมและประเพณี ที่เกี่ยวข้องกับผู้เล่น ซึ่งช่วย ส่งเสริมการสร้างเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Mbajiorgn and Ali, 2003 : 36) ซึ่งเป็นหัวใจที่นำไปสู่ วิธีการคิด และแสวงหาแนวทางเพื่อสร้างเสริมองค์ความรู้ เช่น เกิดความอยากรู้อยากเห็น เพื่อจะ ต้องการทราบข้อมูล ทราบข้อเท็จจริง และยินดียิ่งหากได้รับคำอธิบายและค้นพบคำอธิบาย เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น มีความเพียรพยายามในการแสวงหาคำตอบ สนใจอย่างจับจดกับของเล่นอย่าง ไม่ทอดทิ้ง มีเหตุผลที่จะยอมรับ หรือปฏิเสธคำอธิบาย สามารถหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลได้ อย่างมีความหมาย มีความซื่อสัตย์ ไม่มีอคติ เพื่อส่งเสริมเต็มแต่งความต้องการของตนเอง มีความ เป็นระเบียบ รอบคอบ วางแผนในขั้นตอนต่างๆ ของการเล่นกับของเล่น และมีความใจกว้าง ยอมรับ

ความคิดเห็นของผู้อื่น ที่มีความคิดเห็นแตกต่างไปจากตนเอง ยินดีและยอมรับความเปลี่ยนแปลงสู่ความสมบูรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างของเล่นที่บ้านกับวิทยาศาสตร์

2.12 เจตคติ

2.12.1 ความหมายของเจตคติ

คำว่า “เจตคติ” เป็นคำศัพท์ที่มีความหมายเช่นเดียวกับคำว่า “ทัศนคติ” ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Attitude” หมายถึง ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ที่จะสนับสนุนหรือต่อต้านสถานการณ์บางอย่างของบุคคลหรือสิ่งใดๆ เช่น รัก เกลียด กลัว พอใจ หรือไม่พอใจมากน้อยเพียงใดต่อสิ่งนั้นๆ (Good, 1973: 48)

2.12.2 ลักษณะของเจตคติ

ลักษณะของเจตคติ สรุปได้ดังนี้ (เชดทักส์ โฆวาฮินซ์, 2530 : 66 - 67)

2.12.2.1 เจตคติเป็นความรู้สึกทางจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

2.12.2.2 เจตคติเป็นผลที่ขึ้นอยู่กับบุคลิประเพณีผลจากสิ่งแวดล้อมแปรเปลี่ยนมา

เป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจที่จะแสดงพฤติกรรม

2.12.2.3 เจตคติเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าเป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นเองหรือมีมาโดยตั้งแต่กำเนิด

2.12.2.4 เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วก็จะมึลักษณะคงที่และเปลี่ยนแปลงได้ยาก แต่ถ้การเรียนรู้หรือประสบการณ์เปลี่ยนไปเจตคดีย่อมเปลี่ยนแปลงได้ไปด้วย

2.12.2.5 เจตคติของบุคคลแปรค่าได้ทั้งคุณภาพและความเข้มข้น โดยกรครอบคลุม ช่วงเจตคติ คือ ทางบวก ทางลบ หรือ เป็นกลาง

2.12.3 การวัดเจตคติ

การวัดเจตคติทำได้หลายวิธี บางวิธีเน้นความเป็นมิติเดียวกัน บางวิธีเน้นทางด้าน การกำหนดช่วงคะแนนเท่ากัน บางวิธีเน้นในการสร้างทฤษฎี ผู้วิจัยสามารถที่จะเลือกตัดสินใจใช้วิธี วัดแบบใดแบบหนึ่งหรือหลายแบบก็ได้ (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, 2546) แต่ที่นิยมกันได้แก่การวัด ของลิเคิร์ท เพราะเป็นมาตรการวัดเจตคติแบบวัดโดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สอบถาม ความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้น การตอบสนองข้อความนั้นอาจเป็นไปได้ทั้งเห็นด้วย ไม่เห็น ด้วย หรือแสดงความไม่แน่ใจกับข้อความนั้น มีวิธีการสร้างข้อความโดยเขียนข้อความเกี่ยวกับ คุณลักษณะของเรื่องที่จะสอบถามให้ครอบคลุมครบถ้วนทุกแง่มุม โดยการสร้างควรให้มีข้อความที่ แสดงคุณค่าทั้งทางด้านบวกและด้านลบ กำหนดระดับ (scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความ ที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

- 1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly agree)
- 2) เห็นด้วย (agree)
- 3) ไม่แน่ใจ (uncertain)
- 4) ไม่เห็นด้วย (disagree)
- 5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การให้น้ำหนักคะแนนเพื่อแทนระดับเจตคติตามวิธีการของลิเคิร์ท สามารถให้ ได้ 3 วิธี คือ ใช้หลักของคะแนนมาตรฐาน วิธีการกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาผลรวมของน้ำหนัก ความเกี่ยวเนื่องทั้งสามวิธีนี้ จะได้น้ำหนักความคิดเห็นของบุคคลที่สอดคล้องและสัมพันธ์กัน ในเชิง ปฏิบัตินิยมกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ 5-4-3-2-1 หรือแบบ 4-3-2-1-0 แต่ถ้าข้อความใดกล่าวในลักษณะลบ การให้น้ำหนักความเห็นของข้อความนั้นจะให้กลับ เป็น 1-2-3-4-5 หรือ 0-1-2-3-4 เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความวัดเจตคติมีค่าประจำ ดายตัว การหาว่าบุคคลใดมีเจตคติเป็นอย่างไรให้ใช้วิธีการรวมน้ำหนักหรือคะแนนการตอบทุกข้อความ ของแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมด มีค่าสูงแสดงว่าระดับเจตคติของบุคคลนั้น ต่อสิ่งนั้นเป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือน้ำหนักรวมต่ำแสดงว่าบุคคล นั้นมีเจตคติไม่ดีต่อสิ่งนั้นหรือมีความรู้สึกไม่พอใจคัดค้านสิ่งนั้น

2.12.4 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ คือ เจตคติที่เกิดขึ้นจากความรู้สึก เป็นสถานภาพทางอารมณ์ของบุคคลที่เกิดจากความเชื่อในด้านดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นความเชื่อต่อวิชาวิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือมีความคิดเห็นที่ดีในด้านทั่วไป รู้สึกถึงความสำคัญชอบและสนใจ รวมทั้งความตั้งใจที่เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และใช้วิถีทางการวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้มีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (มัสยา แสนสม, 2552) การสร้างชุดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (เยาวลักษณ์ นิ่มสกุล, 2549) อาหารและสารอาหาร (จารุณี ใจซื่อ, 2551) กลไกมนุษย์ (นฤมล ศรีวิเศษ, 2546) ของเล่นพื้นบ้าน (จามรี สันจรรุณศักดิ์, 2547) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (อัครเดช สมศิลา, 2541) สสารและความร้อน (ปราโมทย์ ขวัญชัยรัตนภูมิ, 2537) สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (สุดสงวน พิมทานาม, 2537) สารเคมี (คะเนิงนิช ชุตินาสถาพร, 2541) ปรัชญาการณเวียนกระชก (สุวรรณ อรุโทยพิพัฒน์, 2542) การให้จ่ายของนักเรียน (Shorter, 1982) วิทยาศาสตร์กายภาพ (Bard, 1975) ประสิทธิภาพในการสอนแบบจุดภาค (Edwards, 1975) และการบอกเวลาแก่เด็กเรียนช้า (Brawley, 1975) ผู้วิจัยทุกคนต่างให้ผลการวิจัยตรงกันว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาความรู้ความเข้าใจให้แก่ักเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ของเล่นในการจัดการเรียนการสอน เช่น การวิจัยของเล่นของใช้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้นักเรียนมีความรู้ ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ได้ลงมือปฏิบัติจริง และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี (นาถนลิน ภูมิรัง, 2551) งานวิจัยชุดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ของเล่นของใช้โดยกระบวนการเรียนรู้แบบ ST สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 89.93/81.39 นอกจากนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ภาวณา เว็บบรมะดิน, 2549) การพัฒนาชุดการเรียนรู้เรื่อง การใช้ของเล่นพื้นบ้านเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และพบว่าแผนการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้ของเล่นพื้นบ้านที่พัฒนาจากแนวคิดภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งจัดว่าเป็นแผนจัดการประสบการณ์การเรียนการสอนที่นำไปใช้กับนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างเหมาะสม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการใช้ของเล่นที่บ้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (อรรวรณ เตชะ โสภ, 2552) หรือการศึกษากการเสริมสร้างเจตคติทางทางวิทยาศาสตร์ของเล่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าหลังการเรียนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นอยู่ในระดับสูงขึ้น (สุภาภรณ์ มั่นเกตุวิทย์, 2547) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบใช้ชุดกิจกรรมกับวิธีการสอนด้วยวิธีสอนแบบธรรมดา พบว่า วิธีการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนด้วยวิธีธรรมดา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นของผู้ที่อยู่ในกลุ่มทดลองทุกคน โดยทำการสำรวจทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าทุกคนมีพัฒนาการทางเจตคติที่ดีต่อการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Meek, 1972: 4296 - 4296 - A)

จากการศึกษาผลงานวิจัยทางการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน นอกจากนี้การใช้ของเล่นประกอบการจัดการเรียนการสอนยังสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ ช่วยสร้างจินตนาการ และเจตคติที่ดีต่อการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิจัยการใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยชุดการเรียนรู้ประกอบด้วยคู่มือการประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์สี่ตัวกะลา แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน และแบบสอบถามสำหรับวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยที่ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์สี่ตัวกะลาประดิษฐ์ขึ้นจากวัสดุที่หาได้ง่าย ประกอบกันขึ้นเป็นชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน ซึ่งนักเรียนนั้นสามารถทำการศึกษาและทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 กลุ่มประชากรตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างและประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านภูมิศาลา อำเภอชุมขันธ์ จังหวัดศรีสะเกษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 18 คน

3.2 แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง (one group pretest-posttest design) มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยการใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.3.1 ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน

3.3.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

3.3.3 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องแรงเสียดทาน

3.3.4 แบบสอบถาม เพื่อวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

สรุปวิธีการเก็บข้อมูลในการวิจัยได้ดังนี้

(1) สร้างเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลเบื้องต้น

- (1.1) แบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
- (1.2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน
- (1.3) ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
- (1.4) แผนการจัดการเรียนรู้

(2) นักเรียนตอบแบบสอบถามเพื่อวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

- (3) วิเคราะห์เจตคติของนักเรียนจากการตอบแบบสอบถาม
- (4) ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
- (5) คัดเลือกของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ
- (6) ประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน
- (7) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มโดยเฉลี่ยระดับความสามารถในแต่ละกลุ่มให้เท่าเทียมกัน
- (8) จัดการเรียนการสอนตามแผนการสอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
- (9) วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนด้วยแบบทดสอบหลังเรียน
- (10) นักเรียนตอบแบบสอบถามเพื่อวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

หลังการเรียนตามแผนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

- (11) วิเคราะห์ข้อมูลจากข้อ 3 ข้อ 9 และ ข้อ 10 เป็นข้อมูลเชิงสถิติ

3.4 การประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ : แก้วกะลา เป็นของเล่นที่ผู้วิจัยเลือกใช้ ซึ่งเป็นของเล่นพื้นบ้านของไทยที่ทำจากวัสดุท้องถิ่นที่หาได้ง่าย ไม่มีราคา นำมาผสมจินตนาการ และตกแต่งออกมาเป็นหนู เต่า หรือ กระต่าย ตามรูปร่างของกะลา ซึ่งมีวิธีการประดิษฐ์แบบง่ายๆ ดังนี้

อุปกรณ์ที่ใช้

- (1) กะลามะพร้าว
- (2) หลอดด้ายทำเป็นลวด
- (3) กระดาษทราย
- (4) ตะไบเหล็ก
- (5) สว่าน

(6) เศษไม้

(7) ด้าย

(8) มีด

(9) กาว

(10) ยางยืด

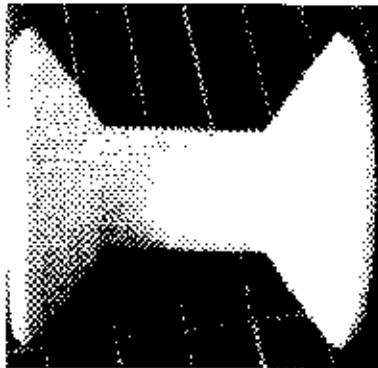
วิธีทำ

(1) นำกะลามะพร้าวมาผ่าครึ่งตามแนวตั้ง แล้วขัดแต่งกะลาให้สะอาดเจาะรูตรงกลาง และบากร่อง 2 ร่องทั้งสองข้างของกะลาเพื่อร้อยยางยืด



ภาพที่ 3.1 การผ่ากะลามะพร้าวตามแนวตั้ง

(2) ทำล้อโดยใช้เศษไม้มาเหลาเป็นลักษณะกลมและขุดตรงกลางไม้ให้มีขนาดเล็กกว่ากะลา แล้วบากหัวท้ายทั้งสองฝั่ง หรือใช้หลอดด้ายแทนเพื่อความสะดวกรวดเร็ว



ภาพที่ 3.2 หลอดด้ายสำหรับทำล้อ

(3) แต่งกะลาเป็นรูปร่างต่างๆ ตามใจชอบ เช่น ถ้าทำเป็นเต่าก็เหลาไม้มาใส่เป็นหัวและหาง

(4) นำมาประกอบกันโดยใส่ยางรัดที่ลูกธนูแล้วใช้เชือกความยาว 50 เซนติเมตร มัดลูกธนูไว้แล้วพันเชือกตามลูกธนูไปทางด้านหัว นำปลายเชือกอีกข้างไปสอดออกทางกะลาด้านบนที่เจาะรูไว้ นำปลายเชือกมัดติดกับไม้ท่อนเล็กๆ ไว้ดัง



ภาพที่ 3.3 สัตว์กะลาที่ประดิษฐ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว

(5) วิธีเล่น ให้ดึงเชือกบนกะลาและปล่อย สัตว์กะลานั้นก็จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

3.5 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทานของนักเรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน ประกอบด้วยวิธีการประดิษฐ์ของเล่นสัตว์กะลา แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมเรื่องแรงเสียดทาน แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเรื่องแรงเสียดทาน และแบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยออกแบบวิธีการดำเนินการวิจัยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

หลังจากวางแผนการดำเนินการวิจัยเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความชัดเจนของเนื้อหา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเพื่อให้มีความเหมาะสม แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มนักเรียน 3 กลุ่ม คือเด็กเก่ง เด็กปานกลาง และเด็กอ่อน เพื่อตรวจสอบความชัดเจน ความเข้าใจและความสมบูรณ์ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นที่น่าพอใจ จากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและเก็บข้อมูลนำมาวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยค่า t -test dependent โดยทดสอบความแตกต่าง

ที่นัยสำคัญ .05 วิเคราะห์พัฒนาการหลังการใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ ในการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ หลังการใช้ชุดการเรียนรู้ จากนั้นวิเคราะห์ผลการประเมินเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ

3.6 การสร้างแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ โดยการกำหนดค่าระดับเฉลี่ยตามวิธีการของลิเคิร์ต ซึ่งเป็นตัวสถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาได้จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดในการสร้างแบบวัดเจตคติ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนดังนี้ (Likert, 1967)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน

การแปลความหมายคะแนน กำหนดเกณฑ์ความหมายของคะแนนเฉลี่ยของคำตอบ โดยแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ดังนี้ (ชานินทร์ ศิลปีจารุ, 2552)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูงมาก

3.51 – 4.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง

2.51 – 3.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ

1.00 – 1.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำมาก

จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้นนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของภาษา และได้นำข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้แบบวัดเจตคติที่สมบูรณ์ถูกต้อง จากนั้นนำแบบวัดเจตคติไปวัดเจตคติของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัยเรื่องการใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนบ้านคูมิสาธา อำเภออุทุมพรพิสัย จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 18 คน โดยวิธีการ รุ่มแบบเจาะจง ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทาน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทาน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

การทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ	30	23.05	76.83
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์	15	11.28	75.20

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทาน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่ตั้งไว้ พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 76.83 ส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 75.20 ดังนั้นประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทานที่สร้างขึ้น จึงมีค่าเท่ากับ 76.83/75.20 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 แสดงว่าชุดการเรียนรู้นี้ สามารถนำมาใช้ในการวิจัยได้ และค่า 75.20 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งได้จากร้อยละของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้จึงสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

ทั้งนี้จากการออกแบบชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน เพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยทำการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาผ่านการทดลองในแต่ละกิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรม ทั้งการประดิษฐ์ของเล่น

สัตว์กะลาเพื่อใช้ในการทดลอง ที่ต้องใช้ความอดทน ความประณีต และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจากการทดลองทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจหลักการเรื่องแรงเสียดทาน ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างในการเคลื่อนที่ของสัตว์กะลาระหว่างพื้นผิววัสดุต่างๆ ทำให้ได้ระยะทางจากการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน และสรุปผลการทดลองออกมาเป็นองค์ความรู้ที่ตนเองได้เรียนรู้มา นอกจากนี้นักเรียนยังได้ใช้ทักษะในการวัดปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแรงเสียดทาน ผ่านชุดกิจกรรมในแต่ละชุด ได้แก่ ระยะทาง แรงและการควบคุมพลังงานจากความยืดหยุ่นของยางยืด เพื่อเป็นตัวแปรควบคุมก่อนการปล่อยให้สัตว์กะลาเคลื่อนที่ไปในขณะทดลอง ซึ่งจากการทดลองในแต่ละกิจกรรมนักเรียนจะได้รับประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ทั้งการใช้วัสดุอุปกรณ์ของห้องวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการจัดซื้อ การใช้วัสดุอุปกรณ์ของเล่นสัตว์กะลาที่นักเรียนตั้งใจประดิษฐ์ด้วยตนเอง และการใช้วัสดุเหลือใช้ อย่างเช่น ก่อ่งสังข์ ผงพลาสติก ที่ไม่จำเป็นต้องจัดซื้อแต่มีประโยชน์เมื่อนำมาใช้ในการทดลอง เพราะผู้วิจัยคำนึงถึงการใช้อุปกรณ์ที่หาง่าย มีอยู่ในท้องถิ่น โดยไม่จำเป็นต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย นักเรียนสามารถประดิษฐ์ได้ด้วยตนเอง มีวิธีการที่ไม่ซับซ้อน วิธีการเล่นที่ง่าย ส่งผลให้นักเรียนมีความสนุกสนาน สอดแทรกด้วยความรู้ นอกจากนี้นักเรียนยังมีการทบทวนความรู้ความเข้าใจด้วยใบกิจกรรมและคำถามท้ายบท ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้หลักการเรื่องแรงเสียดทานจากห้องเรียน นำไปสู่การประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน ประโยชน์และโทษของแรงเสียดทาน ที่ล้วนแต่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรา เพราะว่าการเรียนรู้ในสิ่งใดๆ จะเกิดประโยชน์อันสูงสุดได้ก็ต่อเมื่อมีการนำความรู้นั้นไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตต่อไป

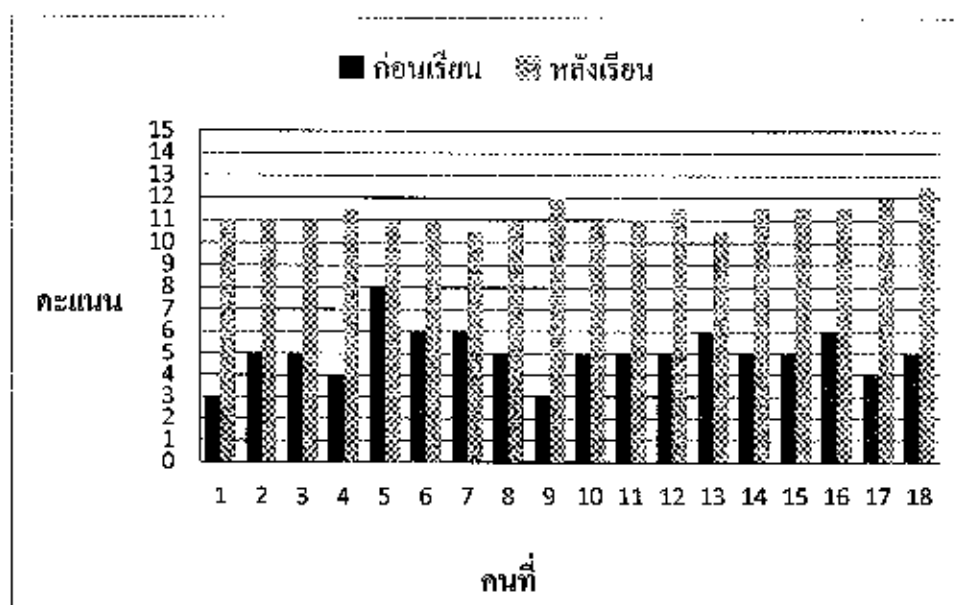
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ของตนเอง เชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้

การทดสอบ	N	\bar{X}	SD	t - test	P
ก่อนเรียน	18	5.06	1.16	17.87	< 0.05*
หลังเรียน	18	11.28	0.52		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df = 17, t (วิกฤติ) = 1.69

จากผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง 18 คน ค่า t -test จากคำนวณ มีค่าเท่ากับ 17.87 มากกว่าค่า t วิกฤติ คือ 1.69 และคะแนนค่าเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ผ่านชุดการเรียนรู้ของเล่นวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทานที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ผ่านชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ เกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่หลักการเรื่องแรงเสียดทานได้



ภาพที่ 4.1 ค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้แยกเป็นรายบุคคล

จากภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แยกเป็นรายบุคคล ซึ่งมีนักเรียนเข้าสอบจำนวน 18 คน และนักเรียนทั้ง 18 คน ที่เข้าสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านความรู้ความเข้าใจเรื่องแรงเสียดทานเพิ่มขึ้น หลังผ่านการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประดิษฐ์ขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังได้ร่วมกันเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่ม สร้างปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ได้ตอบปัญหากัน ทำให้นักเรียนที่ผลการเรียนก่อนได้มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรม ได้รับการอธิบายความรู้จากเพื่อนนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจากกิจกรรมถือเป็นการประยุกต์ใช้ของเล่นจากวัสดุเหลือใช้ นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องของแรงเสียดทานของวัสดุในแต่ละพื้นผิว ส่งผลให้นักเรียนได้รับทั้งความสนุกสนานและความรู้ความเข้าใจเรื่องแรงเสียดทานควบคู่กัน

4.3 ผลการวิเคราะห์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง normalized gain (ภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยแยกเป็นรายกิจกรรม

กิจกรรม ที่	Pretest	Posttest	Actual gain	Maximum possible gain	Avg. Normalized gain
1	30.00	77.22	47.22	70.00	0.67 (Medium)
2	34.44	78.33	43.89	65.56	0.67 (Medium)
3	29.44	75.56	46.12	70.56	0.65 (Medium)
เฉลี่ย	31.29	77.04	45.74	68.71	0.67 (Medium)

จากการศึกษาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ของนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน ทุกกลุ่มกิจกรรมมีค่าความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) คือมีค่า Normalized gain เฉลี่ยเท่ากับ 0.67 ซึ่งเมื่อพิจารณาแยกรายกิจกรรมพบว่ามีความก้าวหน้าแตกต่างกันไม่มากนัก โดยค่าความก้าวหน้าของกิจกรรมที่ 3 มีค่าต่ำสุด สาเหตุอาจจะเป็นเพราะกิจกรรมที่ 3 เป็นเรื่องของการเพิ่มและลดแรงเสียดทานซึ่งนักเรียนต้องคิดถึงการประยุกต์ใช้หลักการเรื่องแรงเสียดทาน เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพราะนักเรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างถึงปานกลาง การคิดเชื่อมโยงคำตอบเพื่ออธิบายการนำไปใช้ประโยชน์ยังไม่ชัดเจน แม้ว่าความจริงในชีวิตประจำวันนักเรียนจะมีเกี่ยวข้องกับหลักการเรื่องเสียดทานอยู่ตลอดเวลา สำหรับกิจกรรมที่ 1 และ 2 เป็นเรื่องของการทำความเข้าใจเกี่ยวกับแรงเสียดทาน ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน คำถามทบทวนท้ายกิจกรรมเน้นการตอบคำถามจากภาพเป็นหลัก ทำให้นักเรียนได้รับรู้และสามารถอธิบายคำตอบต่างๆ ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ความก้าวหน้าทางการเรียนจึงมีค่าสูงกว่าความก้าวหน้าของกิจกรรมที่ 3 เล็กน้อย

4.4 ผลการศึกษาในระดับของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4.4 ค่าระดับของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน

ที่	รายการประเมิน	ระดับค่าของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์					
		ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		\bar{X}	SD	ระดับ	\bar{X}	SD	ระดับ
1	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ทันสมัย	2.83	0.71	ปานกลาง	3.83	0.38	สูง
2	นักเรียนเข้าเรียนวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง	2.67	1.08	ปานกลาง	3.89	0.32	สูง
3	วิชาวิทยาศาสตร์สร้างความท้าทายให้กับนักเรียน	2.28	0.67	ต่ำ	3.72	0.46	สูง
4	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	2.56	0.70	ปานกลาง	3.83	0.38	สูง
5	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้มนุษย์รู้จักวิธีการแก้ปัญหามากขึ้น	2.33	0.77	ต่ำ	3.83	0.38	สูง
6	นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่มีความสนุกสนาน ไม่ชอบทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์	1.56	0.78	สูง	3.78	0.94	ต่ำ
7	นักเรียนต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพราะเรียนแล้วมีความสุข	2.17	0.86	ต่ำ	3.78	0.43	สูง

ตารางที่ 4.4 ค่าระดับของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้วยชุดการเรียนรู้ของเล่มเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	ระดับค่าของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์					
		ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		\bar{X}	SD	ระดับ	\bar{X}	SD	ระดับ
8	นักวิทยาศาสตร์ทั้งในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคต มีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ	2.56	0.62	ปานกลาง	3.89	0.32	สูง
9	เมื่อครูให้ทำการทดลองนักเรียนชอบและอยากให้มีการทดลองบ่อยๆ	2.50	0.79	ปานกลาง	3.89	0.32	สูง
10	นักเรียนนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	2.28	0.75	ต่ำ	3.78	0.43	สูง
	เฉลี่ย	2.37	0.77	ต่ำ	3.82	0.44	สูง

จากตารางที่ 4.4 พบว่าเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน โดยคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.37 ซึ่งจากเกณฑ์ความหมายของคะแนนเฉลี่ยของค่าตอบโดยแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์ แสดงว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าเจตคติของนักเรียนต่อรายการประเมินข้อที่ 6 ซึ่งเป็นข้อความในเชิงลบ คือ นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่มีความสุขสนุกสนาน ไม่ชอบทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง สาเหตุอาจเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาของผู้วิจัย ที่ยังไม่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนอยากรู้ ส่วนมากเน้นการทำแบบฝึกและใบงาน หลังจากการบรรยายของครูผู้สอน ส่วนรายการประเมินด้านอื่นๆ มีระดับเจตคติอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ นักวิทยาศาสตร์ทั้งในอดีต ปัจจุบันหรืออนาคตล้วนแต่มีส่วนช่วยสนับสนุน

ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ เมื่อครูให้ทำการทดลองนักเรียนชอบ สนใจ และอยากให้มีการทดลองบ่อยๆ วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ทันสมัย และนักเรียนเข้าเรียนวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง และรายการประเมินที่มีระดับเจตคติอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างความท้าทายให้กับผู้เรียน วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้มนุษย์รู้จักวิธีการแก้ปัญหามากขึ้น นักเรียนนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และนักเรียนต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทักษะทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข ซึ่งสรุปได้ว่าเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงเจตคติของนักเรียนต่อไป

สำหรับการประเมินเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยมีค่า 3.82 ซึ่งจากเกณฑ์ความหมายของคะแนนเฉลี่ยของคำตอบโดยแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์แล้วแสดงว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง และที่สำคัญผู้วิจัยพบว่ารายการประเมินหนึ่งรายการที่ได้ผลแตกต่างจากการประเมินระดับเจตคติของนักเรียนก่อนเรียนอย่างชัดเจน และถือเป็นสัญญาณที่ดีต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างมาก คือ ระดับคะแนนเจตคติของนักเรียนต่อรายการประเมินข้อที่ 6 ซึ่งเป็นข้อความในเชิงลบ คือ นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่มี ความสนุกสนาน ไม่ชอบทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่าผลจากระบบการจัดการเรียนการสอนผ่านชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถช่วยส่งเสริมเจตคติ ทำให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไปในทางที่ดี

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์พัฒนาชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75/75 สำหรับใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ศึกษาระดับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่แบบแผนการวิจัยในครั้งนี้คือการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนบ้านภูมิศาลา อำเภอขุขันธ์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 18 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงเสียดทานของนักเรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทาน มีประสิทธิภาพ

ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

จากการศึกษาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน พบว่ามีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 76.83 และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.20 แสดงให้เห็นว่าชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.83/75.20 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่ตั้งไว้ ซึ่งเหตุผลที่ชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากก่อนการใช้ชุดการเรียนรู้นี้ ผู้วิจัยได้วางแผนและทำการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทำให้นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ อีกทั้งยังสอดแทรกความสนุกสนานในการเรียนรู้ ส่งเสริมทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ ทำให้นักเรียนสามารถทำการเชื่อมโยงประสบการณ์การทดลองไปสู่ความรู้ และความเข้าใจหลักการของแรงเสียดทานต่อไป นอกจากนี้นักเรียนยังได้ทบทวนความรู้ความเข้าใจจากการทำใบกิจกรรมและคำถามท้ายกิจกรรม ตามแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นขั้นตอน

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงเสียดทาน

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่าคะแนนร้อยละของผลการทดสอบก่อนเรียน มีค่าเท่ากับร้อยละ 33.73 ส่วนค่าร้อยละของคะแนนผลการทดสอบหลังเรียน มีค่าเท่ากับร้อยละ 75.20 และเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการทดสอบ t-test พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์พัฒนาการ (normalized gain) โดยพบว่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงมีค่าคิดเป็น 0.67 ของผลการเรียนรู้สูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ แสดงว่าชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทานช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้

5.1.3 ระดับของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์ผลระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน พบว่าโดยรวมอยู่ค่าเจตคติอยู่ในระดับต่ำ และหลังการเรียนรู้ผ่านชุดการเรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน พบว่าค่าระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับสูง แสดงว่าชุดการเรียนรู้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทานส่งผลต่อค่าระดับเจตคติของนักเรียน โดยเฉพาะค่าระดับของเจตคติต่อรายการประเมินค่านักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่มีความสนุกสนาน และไม่ชอบทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งก่อนเรียนที่เพิ่มจากระดับสูงมาเป็นระดับต่ำ ซึ่งถือว่าเป็นสัญญาณที่ดีที่นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านของเล่นที่ได้ช่วยกันประดิษฐ์ด้วยตนเอง โดยการให้แผนการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งได้สอดคล้องความสุขและความสนุกสนานขณะทำการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.2.1.1 ของเล่นสัตว์กลาที่สร้างขึ้นมีข้อจำกัดในการเล่นบนพื้นผิววัสดุบางชนิด เช่น พื้นหญ้าสูงๆ เป็นต้น

5.2.1.2 ในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนต้องติดตามดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้การปฏิบัติกิจกรรมเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

5.2.1.3 เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพผู้สอนควรใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานเดียวกันในการประดิษฐ์ของเล่น

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

5.2.2.1 การพัฒนาของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความทันสมัยและตรงกับ
ความสนใจของนักเรียนใน โอกาสต่อไป

5.2.2.2 พัฒนาของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. สำรวจและมาตรฐานการเรียนรู้อุณหภูมิและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ในหลักสูตรการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่ง
 สิ้นค้าและพัสดุภัณฑ์, 2544.
- กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ :
 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2551.
- โกวิท กระช่าง และชัยวัฒน์ โปญจพงษ์. ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : ศูนย์การพิมพ์,
 2546.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. World Education Indicators Project: ข้อมูลและดัชนี
ทางการศึกษาของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2541.
- คะเนียง ชุติมาสถาพร. การสร้างชุดการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องสารเคมีสำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต :
 มหาวิทยาลัยบูรพา, 2542.
- จารุณี ใจชื่อ. ผลการใช้ชุดการเรียนรู้เรื่อง อาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- จามรี สินจรรุญศักดิ์. ผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยใช้ชุดกิจกรรมของเล่นที่บ้านที่ประดิษฐ์จากพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
 มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.
- ชลลิต์ จันทาลี. การศึกษเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถ
ในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดย
การใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์
 ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตการพิมพ์,
 2544.
- โซ สาลีนัน. เทคโนโลยีพื้นฐาน การประดิษฐ์ การสร้างอุปกรณ์ และเครื่องมือทดลองทาง
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2534.
- เชิดศักดิ์ โฉวาสินธุ์. การฝึกสมรรถภาพทางสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. วิทยานิพนธ์ปริญญา
 ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2530.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ดวงเดือน ต่อน่วม และทัศนากา เขมมณี. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2548.
- ทัศนากา เขมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- ธงชัย ตันทัพไทย. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และค่านิยมการบริโภคอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548.
- กานินทร์ ศิลป์จารุ. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : วิสจihen สารเอนด์ดี, 2552.
- นฤมล ศรีวิเศษ. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และชุดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กลไกมนุษย์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2547.
- นากนลิน ภูมิรัง. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาเรื่องของเล่นของใช้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551.
- ปัญญา ธนบุญสมบัติ. สอนวิทย์คิดสนุก. กรุงเทพฯ : สารคดี, 2549.
- บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. มหาสารคาม : โรงพิมพ์สุวิวัฒนาการ, 2537.
- บุญเกื้อ กวรวนเวช. นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2530.
- ประสาธ นื่องเฉลิม. "ของเล่นระดับปฐมวัยกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์", วารสารวิชาการ. 6(3) : 66-72, 2546.
- ปราโมทย์ ขวัญชัยรัตนภูมิ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สสารและความร้อนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พรศรี ดาวรุ่งสวรรค์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้
ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548.
- พินิจ เนื่องภิรมย์. เอกสารประกอบการสอนวิชา Innovation and information technology 54.
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2554.
- ภพ เกาห์ไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- ภาวนา เรียมริมนะคัน. การพัฒนาชุดการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องของเล่นของใช้โดย
กระบวนการเรียนรู้แบบ 5H (Inquiry cycle) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยบูรพา, 2549.
- มัทยา แสนสม. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกาเรียนรู้อยู่ด้วยชุดกิจกรรม
พัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญา
 ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2552.
- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2542.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2547.
- สมศักดิ์ อภิบาลศรี. ชุดการสอน. นครราชสีมา : สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, 2537.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด
 สามลดา, 2546.
- สุดารัตน์ ไผ่พงคาวงค์. การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบ
CIPPA MODEL เรื่องเส้นขนานและความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์
 ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- สุดสงวน พิมพ์านม. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความ
คงทนในการเรียนในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง "สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ"
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุภาภรณ์ มั่นเกตุวิทย์. การเสริมสร้างเจตคติทางทางวิทยาศาสตร์ของเล่นทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต :
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.
- สุวรรณา อรุโณทัยพิพัฒน์. การสร้างและทดลองใช้ชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้
เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก วิชาวิทยาศาสตร์ (ว.102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 :
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2542.
- ลำลี ทองทิว. การเผยแพร่วัฒนธรรมทางกรศึกษาสำหรับผู้บริหารและครูยุคปฏิรูปการศึกษา.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- เสาวลักษณ์ นิ่มตลุง. การสร้างชุดการเรียนรู้แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต :
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2549.
- หนึ่งนุช กาพภักดี. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ชุดกิจกรรม
วิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวอุดมสตรัคคีวิจัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- อภิสิทธิ์ ทรงไชย และคนอื่นๆ. การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและ
หลังเรียน. สถาบันวัฒนธรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล :
มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551.
- อรพรรณ เดชะไสด. การใช้ของเล่นพื้นบ้านเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต :
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2552.
- อักรเดช สมศิลา. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2541.
- อารี พันธุ์มณี. คิดอย่างสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : บริษัทต้นอ่อนแถมมี จำกัด, 2540.
- อารีย์ ทวีลาภ. การศึกษาแบบการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามระบบ 4 MAT. วิทยานิพนธ์
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Allport, Gordon W. Personality: A Psychological Interpretation. New York: Henry Holt and Company, 1973.
- Bard, Eugene Dwight. "Development of a Variable Step programmed System of Instruction For College Physical", Dissertation Abstract International. 35(a): 5947-A, 1975.
- Brawley, Oletha Daniels. "A Study to Evaluate the Effects of using Multimedia Instructional Modules to Teach Time-Telling to Retard Learners", Dissertation Abstracts International. 37(7): 4280-A, 1975.
- Edward, Clefford H. "Changing Teacher through self Instruction and Supervised Micro Teaching In Competency Based Program", The Journal of Educational Research. 87(2): 25, 1984.
- Good, Cater Victor. Dictionary of Education. New York: McGraw-Hill Book Co., 1973.
- Houston, Robert W. and et al. Development of Instructional Modules A Modular System for Writing Modules College of Education. Texas: University of Houston, 1972.
- Kapfer, Phillip and Mirian Kapfer. Instructional to Learning Package in American Education. New Jersey: Education Technology Publication, Englewood Cliffs, 1972.
- Likert, Rensis. The Method of Constructing and Attitude Scale. New York: Wiley & Son, 1967.
- Mbajorgu, N.M. and Ali, A. "Relationship Between STS Approach, Scientific Literacy, and Achievement in Biology", Science Education Research. 87: 31-39, 2003.
- Meeks, Elija Bruce. "Learning Package Versus Conventional Method of Instruction", Dissertation Abstracts International. 33(10): 4295-A, 1972.
- Shorter, G.S. "Effect of a Supervised Occupational Experience Instructional Package on Vocational Agriculture Student Economic Involvement in Agriculture", Dissertation Abstracts International. 42(11): 4692-A, 1982.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องแรงเสียดทาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 30 นาที

คำชี้แจง

- 1) แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก
- 2) ให้นักเรียนพิจารณาคำตอบที่ถูกค้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
- 3) เมื่อนักเรียนต้องการเลือกคำตอบใหม่ให้ขีดฆ่าทับเครื่องหมายเดิมให้ชัดเจนทุกครั้ง แล้วทำเครื่องหมายกากบาทลงในข้อใหม่ที่ต้องการ
- 4) ให้นักเรียนส่งกระดาษคำตอบพร้อมแบบทดสอบเมื่อหมดเวลา

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
- 2) อธิบายสมบัติของแรงเสียดทานได้
- 3) อธิบายประเภทของแรงเสียดทานได้
- 4) ทดลองเกี่ยวกับการเพิ่มและการลดแรงเสียดทานได้
- 5) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผิวสัมผัสและแรงเสียดทานได้
- 6) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของวัตถุที่กดลงบนพื้นกับแรงเสียดทานได้
- 7) อธิบายวิธีการเพิ่มหรือลดแรงชนิดต่างๆ เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมได้

1. นักเรียนถูกเพื่อนผลักแต่ไม่เคลื่อนที่ จะสรุปเหตุการณ์นี้ว่าอย่างไร
 - ก. แรงเสียดทานเป็นศูนย์
 - ข. แรงที่เพื่อนกระทำเป็นศูนย์
 - ค. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อนักเรียนเป็นศูนย์
 - ง. แรงกระทำมีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทาน

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกรเพิ่มแรงเสียดทาน
 - ก. การใช้พื้นเอียงบนของขึ้นที่สูง
 - ข. การใช้รถเงินในการขนของไปยังที่ต่าง ๆ
 - ค. การทำผิวยางรถยนต์ให้มีร่องเป็นลวดลาย
 - ง. การใส่ด้ายลูกปืนในระบบล้อและเพลา

3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของแรงเสียดทาน
 - ก. หวีกับผม
 - ข. มือกับช้อน
 - ค. น้ำยาล้างจานกับจาน
 - ง. เครื่องยนต์กับน้ำมันหล่อลื่น

4. การกระทำข้อใดเป็นการลดแรงเสียดทาน
 - ก. เกลีใส่ผม
 - ข. ผ้าชุบน้ำถูพื้น
 - ค. แปรงใส่ยาสีฟัน
 - ง. น้ำมันใส่โซ่จักรยาน

5. แรงที่ต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุคือแรงอะไร
 - ก. แรงดึงในแนวอน มีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
 - ข. แรงเสียดทาน มีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
 - ค. แรงเสียดทาน มีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
 - ง. แรงดึงแนวอน มีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

6. การลดแรงเสียดทานระหว่างถุงทรายกับพื้นควรทำอย่างไร

- ก. วางถุงทรายบนพื้นที่เรียบ
- ข. วางถุงทรายบนกระดาษทราย
- ค. วางถุงทรายบนรถตุ๊กตุ๊ก
- ง. วางถุงทรายบนพื้นที่มีผิวขรุขระ

7. สิ่งใดต่อไปนี้ที่ไม่มีผลต่อการต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุ

- ก. แรงกด
- ข. ผิวสัมผัส
- ค. สีของวัตถุ
- ง. น้ำหนักของวัตถุ

8. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

- ก. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัส
- ข. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับชนิดของผิวสัมผัส
- ค. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับแรงกดตามแนวตั้ง
- ง. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักที่กดลงพื้น

9. แรงที่ต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเรียกว่าอะไร

- ก. แรงดึง
- ข. แรงกด
- ค. สัมประสิทธิ์
- ง. แรงเสียดทาน

10. เหตุใดยางรถยนต์จึงมีลวดสายและผิวขรุขระ

- ก. เพิ่มแรงเสียดทาน
- ข. ลดแรงเสียดทาน
- ค. ให้ความสวยงาม
- ง. สะดวกสบายเวลาเปลี่ยนยาง

11. กรณีใดเป็นการเพิ่มแรงเสียดทาน
- บูชในพัตลัม
 - คลีบลูกกอล์ฟที่ลื่น
 - รองเท้าไม้
 - ทางรถยนต์
12. เมื่อรถวิ่งไปข้างหน้า แรงเสียดทานของถนนจะมีทิศทางใด
- ทิศทางตรงข้ามกับรถวิ่ง
 - ทิศทางเดียวกับรถวิ่ง
 - ทิศทางไม่แน่นอน
 - พื้นถนนมีแรงเสียดทานทุกทิศทาง
13. เหตุการณ์ใดสนับสนุนข้อความที่ว่า ถ้าไม่มีแรงเสียดทานรถจะเล่นไม่ได้
- รถที่วิ่งขึ้นเขา ต้องเร่งเครื่องมากกว่ารถที่เล่นในที่ราบ
 - ขณะรถวิ่งลงจากเขา เมื่อดับเครื่องรถยังวิ่งต่อไปได้
 - เมื่อรถวิ่งผ่านถนนที่มีน้ำมันเครื่องหกอยู่เต็ม รถจะหมุนคว้าง
 - รถที่เล่นเร็วจะต้องใช้ระยะเบรกไกลกว่ารถที่เล่นช้า
14. สาเหตุใดจึงออกแบบรูปทรงรถแข่งให้มีลักษณะเพรีียวลม
- ลดต้นทุนในการผลิต
 - เพื่อความสวยงาม คล่องตัว
 - ลดแรงต้านการเคลื่อนที่ของอากาศ
 - ลดแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อรถ
15. เหตุการณ์ในข้อใดไม่ต้องการแรงเสียดทาน
- วัตถุตกแบบเสรี
 - คนเดินไปตามพื้น
 - การหยุดของรถเมื่อใช้เบรกมือ
 - การยกของจากพื้นไปวางบนโต๊ะ

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องแรงเสียดทาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 30 นาที

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ง	6	ค	11	ง
2	ค	7	ค	12	ก
3	ข	8	ก	13	ค
4	ก	9	ง	14	ค
5	ค	10	ก	15	ก

ภาคผนวก ข

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน

ตารางที่ ข.1 ค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องแรงเสียดทาน

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน (15 คะแนน)	หลังเรียน (15 คะแนน)
1	3	11
2	5	11
3	5	11
4	4	12
5	8	11
6	6	11
7	6	11
8	5	11
9	3	12
10	5	11
11	5	11
12	5	11
13	6	10
14	5	11
15	5	12
16	6	12
17	4	12
18	5	12
\bar{x}	5.06	11.28
SD	1.16	0.57
ร้อยละ	33.73	75.20
t-test	17.87	

ตารางที่ ข.2 คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน

ที่	คะแนนใบกิจกรรมที่					
	1		2		3	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3	7	4	9	4	9
2	5	8	4	8	3	7
3	4	8	5	8	3	7
4	3	8	4	8	4	8
5	4	9	4	9	3	7
6	3	7	3	7	4	7
7	2	8	3	7	2	7
8	3	8	3	7	2	6
9	3	7	3	7	4	9
10	2	7	3	8	2	7
11	3	8	4	8	3	7
12	3	9	3	7	4	8
13	2	8	3	8	3	7
14	2	8	4	8	2	8
15	2	7	3	8	2	7
16	3	7	3	8	2	8
17	4	8	2	7	3	8
18	3	7	4	9	3	9
รวม	54	139	62	141	53	136
เฉลี่ย	3.00	7.72	3.44	7.83	2.94	7.56
ร้อยละ	30.00	77.22	34.44	78.33	29.44	75.56

ภาคผนวก ค
การประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

การประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ : สัตว์กะลา เป็นของเล่นที่ผู้วิจัยเลือกใช้ เป็นของเล่นพื้นบ้านของไทยที่ทำจากวัสดุท้องถิ่นที่หาได้ง่าย ไม่มีราคา นำมาผสมจินตนาการ และตกแต่งออกมาเป็นหนู เต่า หรือ กระต่าย ตามรูปร่างของกะลา ซึ่งมีวิธีการประดิษฐ์แบบง่ายๆ ดังนี้

อุปกรณ์ที่ใช้

- | | |
|-----------------------|-------------|
| (1) กะลามะพร้าว | (6) เศษไม้ |
| (2) หลอดด้ายทำเป็นลวด | (7) ด้าย |
| (3) กระดาษทราย | (8) มีด |
| (4) ตะไบเหล็ก | (9) กาว |
| (5) สีว่าน | (10) ขางยึด |

วิธีทำ

- (1) นำกะลามะพร้าวมาผ่าครึ่งตามแนวตั้ง แล้วขัดแต่งกะลาให้สะอาดเจาะรูตรงกลาง และบากร่อง 2 ร่องทั้งสองข้างของกะลาเพื่อร้อยขางยึด



ภาพที่ 3.1 การผ่ากะลามะพร้าวตามแนวตั้ง

- (2) ทำลวดโดยใช้เศษไม้มาเหลาเป็นลักษณะกลมและขุดตรงกลางไม้ให้มีขนาดเล็กกว่ากะลา แล้วบากหัวท้ายทั้งสองฝั่ง หรือใช้หลอดด้ายแทนเพื่อความสะดวกรวดเร็ว



ภาพที่ 3.2 หลอดด้ายสำหรับทำลวด

(3) แต่งกะลาเป็นรูปร่างต่างๆ ตามใจชอบ เช่น ถ้าทำเป็นแต่ก็เทศาไม้มาใส่เป็นหัวและหาง

(4) นำมาประกอบกันโดยใส่ยางรัดที่ลูกล้อยแล้วใช้เชือกความยาว 50 เซนติเมตร มัดลูกล้อยไว้แล้วพันเชือกตามลูกล้อยไปทางด้านหัว นำปลายเชือกอีกข้างไปสอดออกทางกะลาด้านบนที่เจาะรูไว้ นำปลายเชือกมัดติดกับไม้ท่อนเล็กๆ ไว้ตั้ง

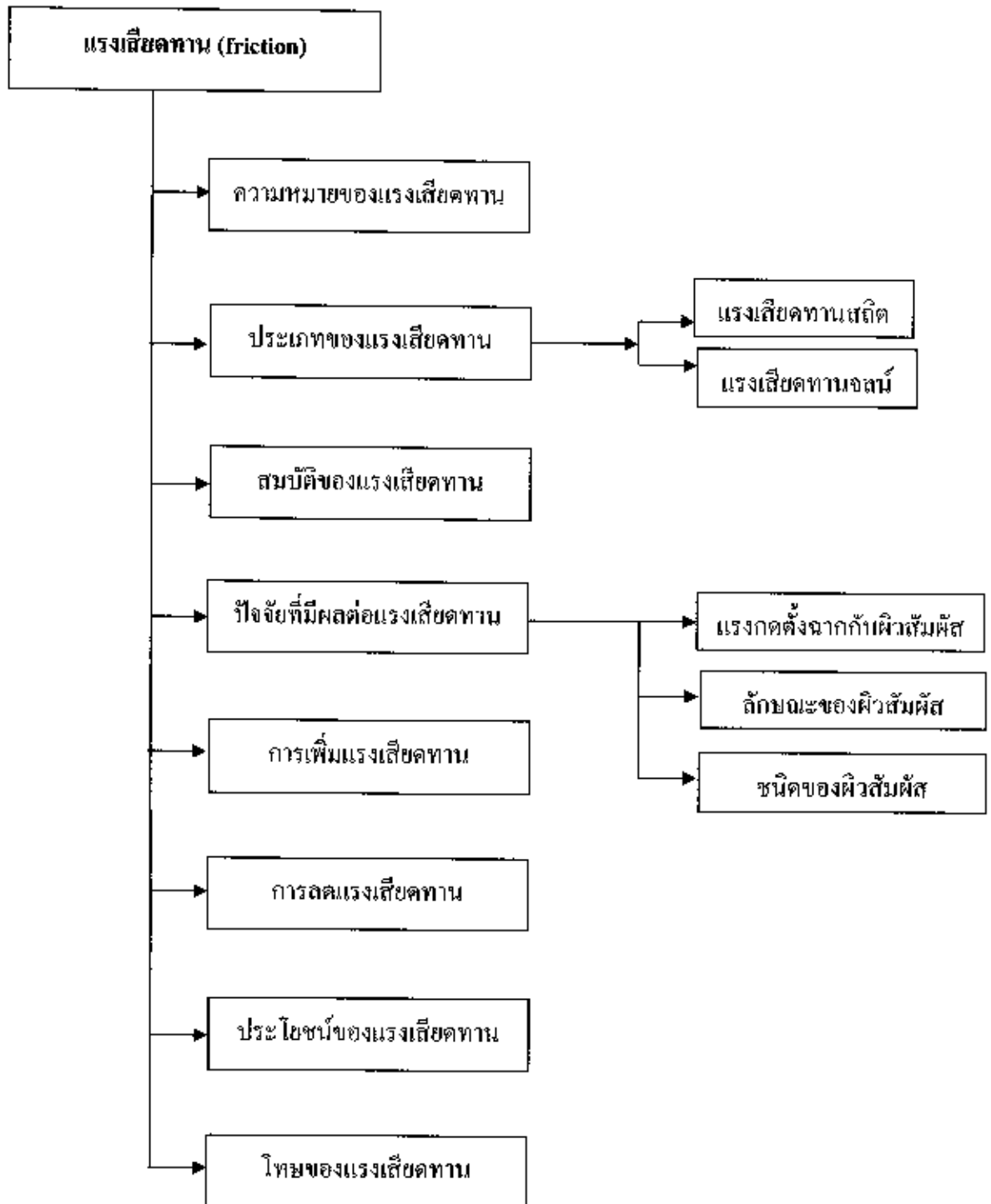


ภาพที่ 3.3 สัตว์กะลาที่ประดิษฐ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว

(5) วิธีเล่น ให้ตั้งเชือกบนกะลาและปล่อย สัตว์กะลานั้นก็จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ภาคผนวก ง
แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและคำถามท้ายบท

ผังความคิดเรื่องแรงเสียดทาน



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชาวิทยาศาสตร์	หน่วยที่ 5 แรงและการเคลื่อนที่
เรื่องแรงเสียดทาน	จำนวน 1 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2554
ผู้สอน นางสาวศิริรัตน์ ใจดี	โรงเรียนบ้านภูมิศาลา

1. **มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2** เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระสำคัญ

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุสองชิ้น เป็นแรงพยายามด้านไม่ให้ผิวสัมผัสทั้งสองขยับเคลื่อนจากกัน แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

4. สาระการเรียนรู้

- 4.1 ความหมายของแรงเสียดทาน
- 4.2 ประเภทของแรงเสียดทาน
- 4.3 สมบัติของแรงเสียดทาน

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 5.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
- 5.2 นักเรียนสามารถทดลองและอธิบายประเภทของแรงเสียดทานได้
- 5.3 นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติของแรงเสียดทานได้
- 5.4 นักเรียนสามารถระบุทิศทางของแรงเสียดทานในสถานการณ์ตัวอย่างได้

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้

6.1 สร้างความสนใจ

6.1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 15 ข้อ 15 คะแนน

6.1.2 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

6.1.3 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกสถานการณ์การออกแรงผลักวัตถุ แล้วปล่อยให้

ให้วัตถุไถลไปตามพื้นราบในแนวระดับ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแรงผลักวัตถุให้ไถลไปตามพื้นราบ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูถามว่า “วัตถุจะเคลื่อนที่ไประยะหนึ่งแล้วหยุด นักเรียนคิดว่า ทำไมวัตถุจึงหยุดการเคลื่อนที่”

แนวคำตอบ มีแรงต้านการเคลื่อนที่กระทำระหว่างผิววัตถุกับพื้น

6.2 สำรวจและค้นหา

6.2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน ทำการทดลองเพื่อทำความเข้าใจกับแรงเสียดทานตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องมารู้จักกับแรงเสียดทาน

6.2.2 คิวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องแรงน้อยชนิดพิชิตถุงทราย

6.2.3 นักเรียนร่วมกันเฉลยคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 เรื่องแรงน้อยชนิดพิชิตถุงทราย

6.3 อธิบายและลงข้อสรุป

นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 และร่วมกันอภิปรายสรุปการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องมารู้จักกับแรงเสียดทาน ซึ่งได้แนวสรุปดังนี้

1. แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส โดยมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่ผิวสัมผัสเคลื่อนที่

2. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่มีแรงกระทำแต่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต ซึ่งมีขนาดขึ้นกับขนาดแรงภายนอกที่มากระทำ ลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส และขนาดของแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส

3. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ ขนาดของแรงเสียดทานจลน์ขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส

6.4 ขยายความรู้

6.4.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการเกิดแรงเสียดทานในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน และสมบัติของแรงเสียดทาน

6.4.2 ครูช่วยขยายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงเสียดทานในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน และสมบัติของแรงเสียดทาน

6.5 ประเมิน

6.5.1 ประเมินจากการตรวจใบกิจกรรมที่ 1

6.5.2 ประเมินจากการตรวจใบงานที่ 1

6.5.3 ประเมินจากแบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 ใบกิจกรรมที่ 1

7.2 ใบความรู้ที่ 1

7.3 ใบงานที่ 1

7.4 แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม

8. กระบวนการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ตรวจการทำใบกิจกรรมที่ 1	ใบกิจกรรมที่ 1	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ตรวจการทำใบงานที่ 1	ใบงานที่ 1	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม	ระดับไม่น้อยกว่า คุณภาพปานกลาง ผ่านเกณฑ์

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

กิจกรรมที่..... เรื่อง

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

กลุ่ม

สมาชิกในกลุ่ม 1. 2.

3. 4.

5. 6.

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน		
	3	2	1
1. แสดงความคิดเห็นร่วมกัน			
2. กระตือรือร้นในการทำงาน			
3. รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย			
4. มีขั้นตอนในการทำงานที่เป็นระบบ			
5. ปฏิบัติงานสำเร็จลุล่วงตามเวลาที่กำหนดไว้			
รวม			

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดี
8-12	ปานกลาง
5-7	ปรับปรุง

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(.....)

ใบกิจกรรมที่ 1 มารู้จักกับแรงเสียดทาน

วัสดุอุปกรณ์

1. ลูกทรายขนาด 500 กรัม จำนวน 3 ลูก
2. เครื่องชั่งสปริง จำนวน 1 อัน

วิธีการทดลอง

1. ลากลูกทราย 1 ลูก ด้วยเครื่องชั่งสปริง จนลูกทรายเคลื่อนที่ บันทึกค่าแรงที่อ่านได้ เมื่อลูกทรายเริ่มเคลื่อนที่ และเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่เพิ่มจำนวนลูกทรายหับบนลูกทรายในข้อ 1 อีกจำนวน 1 ลูก และ 2 ลูก ตามลำดับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

จำนวนลูกทราย	แรงดึง	แรงดึง
	ขณะลูกทรายเริ่มเคลื่อนที่(N)	ขณะลูกทรายเคลื่อนที่คงตัว(N)
1		
2		
3		

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ขณะลูกทรายวางนิ่งบนพื้น โต๊ะ โดยที่ยังไม่ขกแรงดึง มีแรงใดกระทำต่อลูกทรายบ้าง และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกทรายมีค่าเท่าใด

.....

.....

2. ขณะออกแรงดึงลูกทราย แต่ลูกทรายไม่เคลื่อนที่ มีแรงใดกระทำต่อลูกทรายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกทรายเป็นเท่าใด

.....

.....

3. ขณะออกแรงดึงลูกทรายให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีแรงใดกระทำต่อลูกทรายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกทรายเป็นเท่าใด

.....

.....

4. แรงเสียดทานเกิดขึ้นตรงส่วนใดของอุ้งทรายและมีทิศทางอย่างไร

.....

.....

.....

5. ขนาดของแรงที่ใช้ดึงอุ้งทรายมีค่าสูงสุดเท่าใด ขณะนั้นอุ้งทรายเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

6. ขณะที่แรงดึงอุ้งทรายมีค่าสูงสุด แรงเสียดทานที่กระทำต่ออุ้งทรายมีค่าเท่าใด ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

7. การเพิ่มจำนวนอุ้งทราย มีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

8. จงเปรียบเทียบค่าของแรงดึงขณะอุ้งทรายกำลังเริ่มเคลื่อนที่กับแรงดึงขณะอุ้งทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 เรื่องการรู้จักกับแรงเสียดทาน

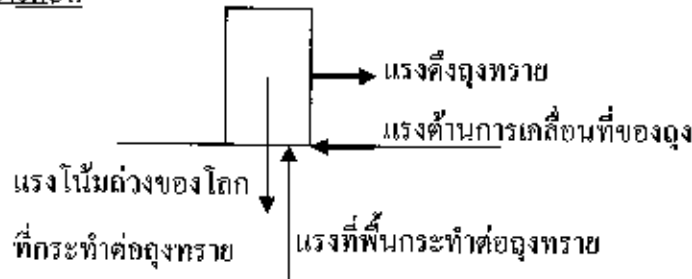
คำถามท้ายกิจกรรม

1. ขณะดึงทรายวางนิ่งบนพื้นโต๊ะ โดยที่ยังไม่ออกแรงดึงทราย มีแรงใดกระทำต่อทรายบ้าง และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อทรายมีค่าเท่าใด

แนวการตอบ แรงโน้มถ่วงของโลกและแรงที่พื้นกระทำต่อทราย โดยมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อทรายเป็นศูนย์

2. ขณะออกแรงดึงทราย แต่ทรายไม่เคลื่อนที่ มีแรงใดกระทำต่อทรายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อทรายเป็นเท่าใด

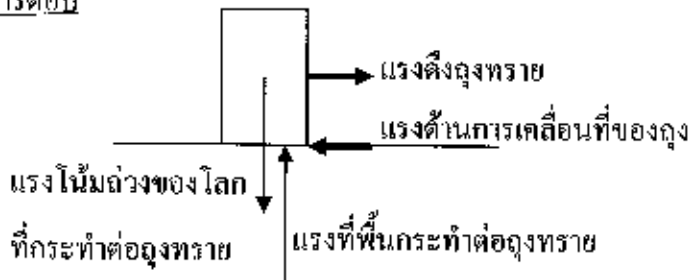
แนวการตอบ



โดยมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อทรายเป็นศูนย์

3. ขณะออกแรงดึงทรายให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีแรงใดกระทำต่อทรายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อทรายเป็นเท่าใด

แนวการตอบ



โดยมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อทรายไม่เท่ากับศูนย์

4. แรงเสียดทานเกิดขึ้นตรงส่วนใดของตุลทรายและมีทิศทางอย่างไร

แนวคำตอบ ระหว่างผิวตุลทรายกับพื้น และมีทิศทางตรงข้ามกับแรงดึง

5. ขนาดของแรงที่ใช้ดึงตุลทรายมีค่าสูงสุดเท่าใด ขณะนั้นตุลทรายเคลื่อนที่หรือไม่

อย่างไร

แนวคำตอบ (ดูจากผลการทดลอง) ขณะนั้นตุลทรายยังไม่เคลื่อนที่ แต่กำลังจะเคลื่อนที่

6. ขณะที่แรงดึงตุลทรายมีค่าสูงสุด แรงเสียดทานที่กระทำต่อตุลทรายมีค่าเท่าใด ทราบ

ได้อย่างไร

แนวคำตอบ ขณะที่ออกแรงดึงตุลทราย แรงเสียดทานมีค่ามากที่สุด (ดูจากผลการทดลอง) ทราบได้จากค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง

7. การเพิ่มจำนวนตุลทราย มีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ การเพิ่มจำนวนตุลทรายมีผลทำให้แรงเสียดทานมีค่ามากขึ้น เนื่องจากเมื่อเพิ่มจำนวนตุลทราย จะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันแรงที่พื้นกระทำต่อตุลทรายจะมีค่ามากขึ้น ดังนั้นขนาดของแรงเสียดทานจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

8. จงเปรียบเทียบค่าของแรงดึงขณะตุลทรายกำลังเริ่มเคลื่อนที่กับแรงดึงขณะตุลทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

แนวคำตอบ ค่าของแรงดึงขณะตุลทรายกำลังเริ่มเคลื่อนที่จะมีค่ามากกว่าแรงดึงขณะตุลทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเล็กน้อย

สรุปผลการทดลอง

แนวการสรุป

1. แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส โดยมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่ผิวสัมผัสเคลื่อนที่

2. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่มีแรงกระทำแต่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต ขนาดของแรงเสียดทานสถิตขึ้นกับขนาดแรงภายนอกที่มากระทำ ลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส และขนาดแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส

3. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ ขนาดของแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส

ใบงานที่ 1 มาตรฐานที่ 1 มาตรฐานที่ 1 มาตรฐานที่ 1

(10 คะแนน)

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความหมายของแรงเสียดทาน (2 คะแนน)

.....

.....

2. แรงเสียดทานมีกี่ประเภท อะไรบ้าง และแต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

3. จงอธิบายสมบัติของแรงเสียดทาน มา 4 ข้อ (2 คะแนน)

.....

.....

3. จากภาพจงเขียนลูกศรระบุทิศทางของแรงเสียดทาน (4 คะแนน)



3.1)



3.2)



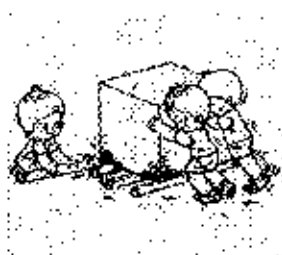
3.3)



3.4)



3.5)



3.6)

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 เรื่องมาารู้จักกับแรงเสียดทาน

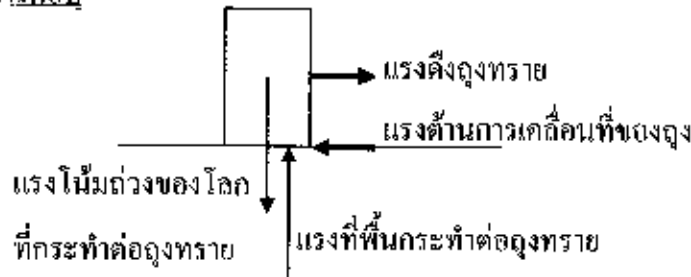
คำถามท้ายกิจกรรม

1. ขณะดึงตุร่ายวางนิ่งบนพื้นโต๊ะ โดยที่ยังไม่ออกแรงดึงตุร่าย มีแรงใดกระทำต่อตุร่ายบ้าง และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุร่ายมีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ แรงโน้มถ่วงของโลกและแรงที่พื้นกระทำต่อตุร่าย โดยมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุร่ายเป็นศูนย์

2. ขณะออกแรงดึงตุร่าย แต่ตุร่ายไม่เคลื่อนที่ มีแรงใดกระทำต่อตุร่ายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุร่ายเป็นเท่าใด

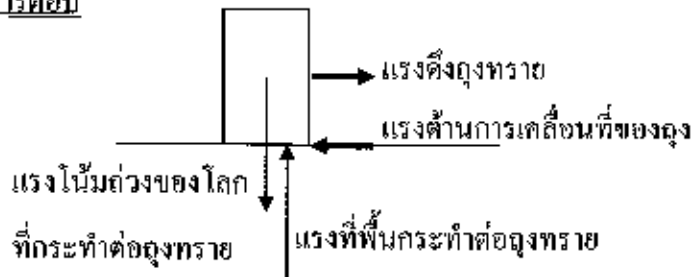
แนวคำตอบ



โดยมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุร่ายเป็นศูนย์

3. ขณะออกแรงดึงตุร่ายให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีแรงใดกระทำต่อตุร่ายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุร่ายเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ



โดยมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุร่ายไม่เท่ากับศูนย์

4. แรงเสียดทานเกิดขึ้นตรงส่วนใดของถุงทรายและมีทิศทางอย่างไร

แนวคำตอบ ระหว่างผิวถุงทรายกับพื้น และมีทิศทางตรงข้ามกับแรงดึง

5. ขนาดของแรงที่ใช้ดึงถุงทรายมีค่าสูงสุดเท่าใด ขณะนั้นถุงทรายเคลื่อนที่หรือไม่

อย่างไร

แนวคำตอบ (ดูจากผลการทดลอง) ขณะนั้นถุงทรายยังไม่เคลื่อนที่ แต่กำลังจะเคลื่อนที่

6. ขณะที่แรงดึงถุงทรายมีค่าสูงสุด แรงเสียดทานที่กระทำต่อถุงทรายมีค่าเท่าใด ทราบ

ได้อย่างไร

แนวคำตอบ ขณะที่ออกแรงดึงถุงทราย แรงเสียดทานมีค่ามากที่สุด (ดูจากผลการทดลอง) ทราบได้จากค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง

7. การเพิ่มจำนวนถุงทราย มีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ การเพิ่มจำนวนถุงทรายมีผลทำให้แรงเสียดทานมีค่ามากขึ้น เนื่องจากเมื่อเพิ่มจำนวนถุงทราย จะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันแรงที่พื้นกระทำต่อถุงทรายจะมีค่ามากขึ้น ดังนั้นขนาดของแรงเสียดทานจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

8. จงเปรียบเทียบค่าของแรงดึงขณะถุงทรายกำลังเริ่มเคลื่อนที่กับแรงดึงขณะถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

แนวคำตอบ ค่าของแรงดึงขณะถุงทรายกำลังเริ่มเคลื่อนที่จะมีค่ามากกว่าแรงดึงขณะถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเล็กน้อย

เฉลยใบงานที่ 1 มารู้อีกกับแรงเสียดทาน (10 คะแนน)

1. จงอธิบายความหมายของแรงเสียดทาน (2 คะแนน)

แนวตอบ แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส โดยมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่วัตถุเคลื่อนที่

2. แรงเสียดทานมีกี่ประเภท อะไรบ้าง และแต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร(2 คะแนน)

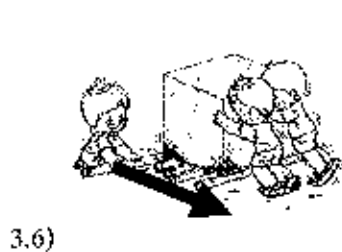
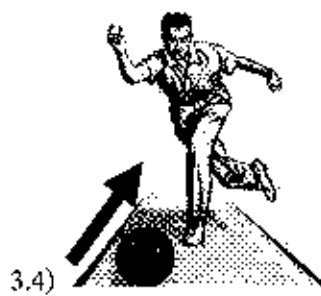
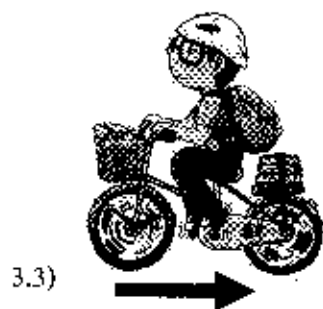
แนวตอบ แรงเสียดทานมี 2 ประเภท คือ แรงเสียดทานสถิต (แรงเสียดทานที่มีค่าสูงสุดขณะที่วัตถุกำลังเริ่มเคลื่อนที่) และแรงเสียดทานจลน์ (แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิต)

3. จงอธิบายสมบัติของแรงเสียดทาน มา 4 ข้อ (2 คะแนน)

แนวตอบ

1. แรงเสียดทานมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุไม่มีแรงภายนอกมากระทำ
2. ขณะที่มีความแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ และวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีขนาดต่างๆ กัน ตามขนาดของแรงที่มากระทำ และแรงเสียดทานที่มีค่ามากที่สุดคือ แรงเสียดทานสถิต เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
3. แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
4. แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทานจลน์เล็กน้อย
5. แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส ผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวเรียบและลื่น
6. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่กดลงบนพื้น ถ้าน้ำหนักหรือแรงกดมากแรงเสียดทานก็จะมากขึ้นด้วย
7. แรงเสียดทานไม่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือพื้นที่ของผิวสัมผัสแรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส โดยมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่ผิวสัมผัสเคลื่อนที่

3. จากภาพจงเขียนลูกศรระบุทิศทางของแรงเสียดทาน (4 คะแนน)

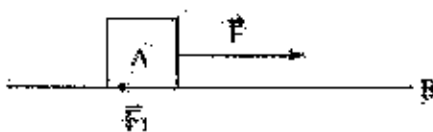


ใบความรู้ที่ 1 รู้จักกับแรงเสียดทาน

1. ความหมายของแรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน (friction) เป็นแรงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุหนึ่งพยายามเคลื่อนที่ หรือกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวของอีกวัตถุ เนื่องจากมีแรงมากระทำ มีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ
2. มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางที่วัตถุเคลื่อนที่หรือตรงข้ามทิศทางของแรงที่พยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะของแรงเสียดทาน

ถ้าวางวัตถุ A อยู่บนวัตถุ B ออกแรงตากรวัตถุ A วัตถุ A จะเคลื่อนที่หรือไม่ก็ตาม จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างผิวของ A และ B แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรง F ที่พยายามต่อต้านการเคลื่อนที่ของ A

2. ประเภทของแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานมี 2 ประเภท คือ

1. แรงเสียดทานสถิต (static friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง หรือวัตถุที่กำลังจะเคลื่อนที่ โดยมีข้อควรรู้อย่างนี้
 - วัตถุที่อยู่นิ่ง ไม่เคลื่อนที่และไม่มีแรงอื่นมากระทำ แรงเสียดทานมีค่าเท่ากับศูนย์
 - วัตถุที่มีแรงอื่นมากระทำแต่ยังไม่เคลื่อนที่ เพียงแต่กำลังจะเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตจะมีค่าเท่ากับแรงกระทำนั้นหรือเพิ่มมากขึ้นตามแรงที่กระทำ
 - แรงเสียดทานสถิตจะมีค่ามากที่สุดที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่พอดี
2. แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ โดยแรงเสียดทานจลน์จะมีค่าเดียว

3. สมบัติของแรงเสียดทาน

1. แรงเสียดทานมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุไม่มีแรงภายนอกมากระทำ
2. ขณะที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำแต่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับแรงที่มากระทำ และแรงเสียดทานที่มีค่ามากที่สุดคือ แรงเสียดทานสถิตที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
3. แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
4. แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทานจลน์เล็กน้อย
5. แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส ผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวเรียบและลื่น
6. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่กดลงบนพื้น ถ้าน้ำหนักหรือแรงกดมากแรงเสียดทานก็จะมากขึ้นด้วย
7. แรงเสียดทานไม่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือพื้นที่ของผิวสัมผัส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

วิชาวิทยาศาสตร์	หน่วยที่ 5 แรงและการเคลื่อนที่
เรื่องแรงเสียดทาน	จำนวน 1 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2554
ผู้สอน นางสาวศิริรัตน์ ใจดี	โรงเรียนแก่นภูมิศาตา

1. **มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2** เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระสำคัญ

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

- 1) แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส
- 2) ลักษณะของผิวสัมผัส
- 3) ชนิดของผิวสัมผัส

4. สาระการเรียนรู้

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

- 1) แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส
- 2) ลักษณะของผิวสัมผัส
- 3) ชนิดของผิวสัมผัส

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 5.1 นักเรียนสามารถทดลองและสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้
- 5.2 นักเรียนสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้

6.1 สร้างความสนใจ

- 6.1.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ
- 6.1.2 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้ตัวแทนนักเรียนออกมาสาธิตการดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริงเปรียบเทียบกับ การดึงถุงทรายที่ห่อด้วยถุงพลาสติก
- 6.1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามที่ครูถามว่า “เพราะเหตุใดแรงดึงที่อ่านจากเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 ครั้ง จึงมีค่าไม่เท่ากัน”

แนวคำตอบ ถุงพลาสติกที่ห่อหุ้มถุงทรายทำให้แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นกับถุงทรายมีขนาดน้อยลง แรงดึงที่ใช้จึงน้อยลงไปด้วย ทำให้แรงดึงที่อ่านจากเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 ครั้ง มีค่าไม่เท่ากัน

6.2 สำรวจและค้นหา

- 6.2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำการทดลองว่าแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง ตามขั้นตอนดังนี้
- 6.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาคู่มือการประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
- 6.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
- 6.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง
- 6.2.5 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองตาม ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง
- 6.2.6 นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง

6.3 อธิบายและลงข้อสรุป

นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 และร่วมกันอภิปรายสรุปการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน ซึ่งได้แนวสรุปดังนี้

1. แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมากจะเกิดแรงเสียดทานมาก ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสน้อยจะเกิดแรงเสียดทานน้อย
2. ลักษณะของผิวสัมผัส ถ้าผิวสัมผัสหยาบขรุขระจะเกิดแรงเสียดทานมาก แต่ผิวสัมผัสเรียบลื่นจะเกิดแรงเสียดทานน้อย

3. ชนิดของผิวสัมผัส เช่น คอนกรีตกับเหล็ก เหล็กกับไม้ จะเห็นว่าผิวสัมผัสแต่ละคู่มีความหยาบ ขรุขระ หรือเรียบลื่น เป็นมันแตกต่างกัน ทำให้เกิดแรงเสียดทานไม่เท่ากัน

6.4 ขยายความรู้

6.4.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานในบางสถานการณ์ที่นักเรียนได้พบเห็น

6.4.2 ครูช่วยขยายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานในบางสถานการณ์นอกเหนือจากที่นักเรียนได้พบเห็น

6.5 ประเมิน

6.5.1 ประเมินจากการตรวจใบกิจกรรมที่ 2

6.5.2 ประเมินจากการตรวจใบงานที่ 2

6.5.3 ประเมินจากแบบประเมินพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 ใบกิจกรรมที่ 2

7.2 ใบความรู้ที่ 2

7.3 ใบงานที่ 2

7.4 แบบประเมินพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม

8. กระบวนการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ตรวจการทำใบกิจกรรมที่ 2	ใบกิจกรรมที่ 2	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ตรวจการทำใบงานที่ 2	ใบงานที่ 2	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ประเมินพฤติกรรม การปฏิบัติงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรม การปฏิบัติงานกลุ่ม	ระดับไม่น้อยกว่า คุณภาพปานกลาง ผ่านเกณฑ์

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

กิจกรรมที่..... เรื่อง

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

กลุ่ม

สมาชิกในกลุ่ม 1. 2.

3. 4.

5. 6.

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน		
	3	2	1
1. แสดงความคิดเห็นร่วมกัน			
2. กระตือรือร้นในการทำงาน			
3. รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย			
4. มีขั้นตอนในการทำงานที่เป็นระบบ			
5. ปฏิบัติงานสำเร็จสุด่วงตามเวลาที่กำหนดไว้			
รวม			

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดี
8-12	ปานกลาง
5-7	ปรับปรุง

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

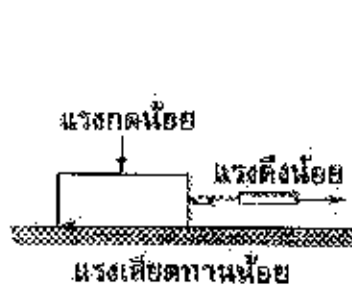
(.....)

ใบความรู้ที่ 2

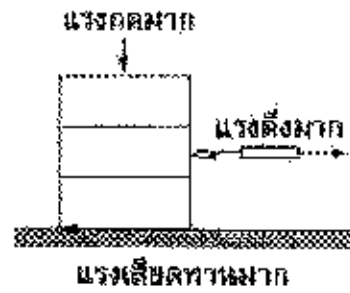
ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมากจะเกิดแรงเสียดทานมาก ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสน้อยจะเกิดแรงเสียดทานน้อย ดังภาพที่ 2.1 ก และ ข

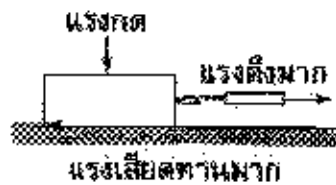


ภาพที่ 2.1 ก แรงเสียดทานน้อย

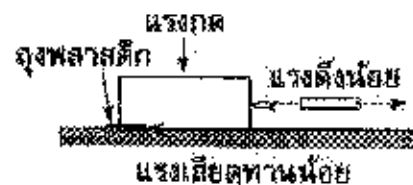


ภาพที่ 2.1 ข แรงเสียดทานมาก

2. ลักษณะของผิวสัมผัส ถ้าผิวสัมผัสหยาบ ขรุขระ จะเกิดแรงเสียดทานมาก ดังรูป ก ส่วนผิวสัมผัสเรียบลื่นจะเกิดแรงเสียดทานน้อยดังภาพที่ 2.2 ก และ ข



ภาพที่ 2.2 ก แรงเสียดทานมาก



ภาพที่ 2.2 ข แรงเสียดทานน้อย

3. ชนิดของผิวสัมผัส เช่น คอนกรีตกับเหล็ก เหล็กกับไม้ จะเห็นว่าผิวสัมผัสแต่ละคู่มีความหยาบ ขรุขระ หรือเรียบลื่น เป็นมันแตกต่างกัน ทำให้เกิดแรงเสียดทานไม่เท่ากัน

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่องแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง

ตอนที่ 2.1 ชนิดของผิวสัมผัสกับแรงเสียดทาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์สัตว์กะลาที่ประดิษฐ์ขึ้นไปทดลองเล่น โดยดึงเชือกแล้วปล่อย เพื่อให้สัตว์กะลาเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ
2. ให้นักเรียนวางรางวิ่งที่ประดิษฐ์ขึ้นบนพื้นราบที่สะดวกต่อการทดลอง
3. ดึงเชือกบนหลังของสัตว์กะลาออกมาให้ได้ความยาว 20 เซนติเมตร จากนั้นปล่อยให้สัตว์กะลาเคลื่อนที่ไปรางวิ่งและวัดระยะทางที่สัตว์กะลาเคลื่อนที่ไปได้แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนพื้นผิวรางวิ่งโดยการปูพื้นด้วยวัสดุที่เตรียมไว้ ได้แก่ หนังสือพิมพ์ พลาสติก และ ผ้า ตามลำดับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลำดับ ที่	ชนิดของ พื้นผิวรางวิ่ง	ระยะทางที่สัตว์กะลาเคลื่อนที่ได้(cm)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	พื้นเจอร์บอร์ด				
2	หนังสือพิมพ์				
3	พลาสติก				
4	ผ้า				

คำถามท้ายการทดลอง

1. ระยะทางที่สัตว์กะลาเคลื่อนที่ได้บนพื้นผิวแต่ละชนิดเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

2. จงเรียงลำดับชนิดของพื้นผิวของรางวิ่งที่ทำให้สัตว์กะลาเคลื่อนที่ได้ระยะทางจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด

.....

.....

ตอนที่ 2.2 แรงกดทับในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสกับแรงเสียดทาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์สัตว์กลิ้งที่ประดิษฐ์ขึ้นไปทดลองเล่น โดยดึงเชือกแล้วปล่อย เพื่อให้สัตว์กลิ้งเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ก่อนทำการทดลองต่อไปนี้
2. ให้นักเรียนวางรางวิ่งที่ประดิษฐ์ขึ้นบนพื้นราบที่สะดวกต่อการทดลอง
3. ดึงเชือกบนหลังของสัตว์กลิ้งออกมาให้ได้ความยาว 20 เซนติเมตร จากนั้นปล่อยให้สัตว์กลิ้งเคลื่อนที่ไปรางวิ่งและวัดระยะทางที่สัตว์กลิ้งเคลื่อนที่ได้ไว้แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับข้อ 3 แต่เพิ่มเนื้อถ่วงน้ำหนักบนหลังของสัตว์กลิ้งเป็น 1 2 และ 3 อัน ตามลำดับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลำดับ ที่	จำนวนของเนื้อถ่วง น้ำหนัก(อัน)	ระยะทางที่สัตว์กลิ้งเคลื่อนที่ได้(cm)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	0				
2	1				
3	2				
4	3				

คำถามท้ายการทดลอง

1. ระยะทางที่สัตว์กลิ้งเคลื่อนที่ได้ในแต่ละครั้งเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

2. จำนวนของเนื้อถ่วงน้ำหนักมีความสัมพันธ์กับระยะทางที่สัตว์กลิ้งเคลื่อนที่ได้
อย่างไร

.....

.....

ตอนที่ 2.3 ลักษณะของผิวสัมผัสกับแรงเสียดทาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์สัตว์กลาที่ประดิษฐ์ขึ้นไปทดลองเล่น โดยดึงเชือกแล้วปล่อย เพื่อให้สัตว์กลาเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ก่อนทำการทดลองต่อไป
2. ให้นักเรียนวางรางวิ่งที่ประดิษฐ์ขึ้นบนพื้นราบที่สะดวกต่อการทดลอง
3. ดึงเชือกบนหลังของสัตว์กลาออกมาให้ได้ความยาว 20 เซนติเมตร จากนั้นปล่อยให้สัตว์กลาเคลื่อนที่ไปรางวิ่งและวัดระยะทางที่สัตว์กลาเคลื่อนที่ไปได้แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนพื้นผิวรางวิ่งโดยการทำให้พื้นขรุขระด้วยการ โรยด้วยทราย และทำให้พื้นเรียบลื่นด้วยการทาด้วยน้ำมัน ตามลำดับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลำดับ ที่	ลักษณะของผิวราง	ระยะทางที่สัตว์กลาเคลื่อนที่ได้(cm)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	ผิวเจอร์บอร์ค				
2	โรยด้วยทราย				
3	ทาด้วยน้ำมัน				

คำถามท้ายการทดลอง

1. ระยะทางที่สัตว์กลาเคลื่อนที่ได้ในแต่ละครั้งเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

2. จงเรียงลำดับลักษณะของพื้นผิวของรางวิ่งที่ทำให้สัตว์กลาเคลื่อนที่ได้ระยะทางจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

ใบงานที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน
(คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 จงอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

2.2 จากภาพจงอธิบายสิ่งที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน (4 คะแนน)







เฉลยคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2

เรื่องแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง

คำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 2.1 ชนิดของผิวสัมผัสกับแรงเสียดทาน

1. ระยะเวลาที่สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้บนพื้นผิวแต่ละชนิดเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวตอบ ระยะเวลาที่สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้บนพื้นผิวแต่ละชนิดมีระยะเวลาไม่เท่ากัน โดยระยะเวลาที่สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้บนพื้นพลาสติกมีค่ามากที่สุด และระยะเวลาที่สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้บนพื้นผ้ามีค่าน้อยที่สุด เพราะชนิดของผิวสัมผัสที่ใช้ปูพื้นรางวิ่งแต่ละชนิดแตกต่างกัน ได้แก่ ผิวเจอร์บอร์ค หนังสือพิมพ์พลาสติก และ ผ้า ซึ่งมีผิวสัมผัสที่มีความหยาบ ขรุขระ หรือเรียบ ลื่น เป็นมันแตกต่างกัน ทำให้เกิดแรงเสียดทานไม่เท่ากัน

2. จงเรียงลำดับชนิดของพื้นผิวของรางวิ่งที่ทำให้สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้ระยะทางจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด

แนวตอบ พื้นผิวของรางวิ่งที่ทำให้สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้ระยะทางจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้ดังนี้ คือ พลาสติก ผิวเจอร์บอร์ค หนังสือพิมพ์ และผ้า ตามลำดับ

ตอนที่ 2.2 แรงกดทับในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสกับแรงเสียดทาน

1. ระยะเวลาที่สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้ ในแต่ละครั้งเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวตอบ ระยะเวลาที่สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้ในแต่ละครั้งมีระยะเวลาไม่เท่ากัน โดยสตัว์กะลาที่ไม่มีการติดน๊อตถ่วงน้ำหนักสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุด เพราะการติดน๊อตถ่วงน้ำหนักทำให้เกิดแรงกดตัวจากกับผิวสัมผัสมากขึ้นดังนั้นแรงเสียดทานจึงมากขึ้น แต่ถ้าไม่ได้ติดน๊อตถ่วงน้ำหนักแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสก็จะน้อยและทำให้เกิดแรงเสียดทานน้อยไปด้วย

2. จำนวนของน๊อตถ่วงน้ำหนักมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้ อย่างไร

แนวตอบ จำนวนของน๊อตถ่วงน้ำหนักมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้ โดยเมื่อจำนวนของน๊อตถ่วงน้ำหนักยิ่งมากขึ้น ระยะเวลาที่สตัว์กะลาเคลื่อนที่ได้ก็ยิ่งน้อย

ตอนที่ 2.3 ลักษณะของผิวสัมผัสกับแรงเสียดทาน

1. ระยะทางที่สัตว์ทะเลเคลื่อนที่ได้ในแต่ละครั้งเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวตอบ จากการทดลองระยะทางที่สัตว์ทะเลเคลื่อนที่ได้ในแต่ละครั้งมีค่าไม่เท่ากัน โดยระยะทางที่สัตว์ทะเลเคลื่อนที่ได้บนพื้นดินที่ทาน้ำมัน จะมีระยะไกลที่สุด รองลงมาเป็นระยะทางที่ได้จากการเคลื่อนที่บนพื้นผิวเจอร์บอร์ค และระยะทางที่น้อยที่สุดเกิดจากการเคลื่อนที่ของสัตว์ทะเลบนพื้นทรายขรุขระ ที่เป็นเช่นนี้เพราะผิวสัมผัสหยาบ ขรุขระจะทำให้เกิดแรงเสียดทานมาก แต่ถ้าผิวสัมผัสเรียบลื่นจะเกิดแรงเสียดทานน้อย

2. จงเรียงลำดับลักษณะของพื้นผิวของรางวัลที่ทำให้สัตว์ทะเลเคลื่อนที่ได้ระยะทางจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด

แนวตอบ ลักษณะของพื้นผิวของรางวัลที่ทำให้สัตว์ทะเลเคลื่อนที่ได้ระยะทางจรมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้แก่ พื้นทาน้ำมัน พื้นผิวเจอร์บอร์ค และพื้นทราย ตามลำดับ

เฉลย
ใบงานที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน
 (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

2.1 จงอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

แนวตอบ ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน ได้แก่

1. แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส
2. ลักษณะของผิวสัมผัส
3. ชนิดของผิวสัมผัส

2.2 จากภาพจงอธิบายสิ่งที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน (4 คะแนน)

2.3.1 แนวตอบ จากภาพสิ่งที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนคือน้ำหนักของแต่ละบุคคลซึ่งมีผลต่อแรงเสียดทาน คือน้ำหนักที่มากจะส่งผลให้แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมากด้วยจึงเกิดแรงเสียดทานมาก ถ้าน้ำหนักที่น้อยจะส่งผลให้แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสน้อยดังนั้นจึงเกิดแรงเสียดทานน้อย

2.2.2 แนวตอบ จากภาพเป็นการปั่นจักรยานบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน คือ ก เป็นพื้นทราย ข เป็นพื้นหญ้า และ ค เป็นพื้นถนนคอนกรีต ซึ่งผลต่อแรงเสียดทาน คือ ลักษณะของผิวสัมผัสแต่ละชนิดจะทำให้เกิดแรงเสียดทานแตกต่างกัน โดยพื้นถนนคอนกรีต จะทำให้เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด รองลงมาเป็นพื้นหญ้า และพื้นทรายตามลำดับ

2.2.3 แนวตอบ จากภาพเป็นยางรถยนต์ที่มีผิวแตกต่างกัน คือ ภาพ ก เป็นยางรถยนต์แบบไม่มีดอก ใช้สำหรับการแข่งขันโดยเฉพาะ ไม่สามารถนำมาใช้งานทั่วไปได้ และไม่สามารถวิ่งทางเปียกได้ เพราะไม่มีดอกยางสำหรับรีดน้ำออกจากหน้ายาง เวลาฝนตก ส่วนภาพ ข เป็นยางรถยนต์ที่มีดอกยางสูงใหญ่ สามารถเดินทางในเส้นทางอันทุรกันดาร เช่น ดิน โคลน เลน หิน ที่ยางทั่วไปไม่สามารถไปได้ ซึ่งผลต่อแรงเสียดทาน คือ ดอกยางของรถยนต์จะมีส่วนช่วยในการเพิ่มแรงเสียดทานทำให้การยึดเกาะถนนของยางรถยนต์ดีขึ้น ตรงกันข้ามถ้ายางรถยนต์ไม่มีดอกยางแรงเสียดทานก็จะเกิดน้อย การยึดเกาะพื้นถนนก็จะไม่ดีอาจเกิดการลื่นไถล เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

การประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ : สัตว์กะลา เป็นของเล่นที่ผู้วิจัยเลือกให้เป็นของเล่นพื้นบ้านของไทยที่ทำจากวัสดุท้องถิ่นที่หาได้ง่าย ไม่มีราคา นำมาผสมจินตนาการ และตกแต่งออกมาเป็นหนู เต่า หรือ กระจ่าย ตามรูปทรงของกะลา ซึ่งมีวิธีการประดิษฐ์แบบง่ายๆ ดังนี้

อุปกรณ์ที่ใช้

- | | |
|-----------------------|-------------|
| (1) กะลามะพร้าว | (6) เศษไม้ |
| (2) หลอดด้ายทำเป็นล้อ | (7) ด้าย |
| (3) กระจาดทราย | (8) มีด |
| (4) ตะไบเหล็ก | (9) กาว |
| (5) สว่าน | (10) ยางยืด |

วิธีทำ

- (1) นำกะลามะพร้าวมาผ่าครึ่งตามแนวตั้ง แล้วขัดแต่งกะลาให้สะอาดเจาะรูตรงกลางและบากร่อง 2 ร่องทั้งสองข้างของกะลาเพื่อร้อยยางยืด



ภาพที่ 3.1 การผ่ากะลามะพร้าวตามแนวตั้ง

- (2) ทำล้อ โดยใช้เศษไม้มาเหลาเป็นลักษณะกลมและขุดตรงกลางไม้ให้มีขนาดเล็กกว่ากะลา แล้วบากหัวท้ายทั้งสองฝั่ง หรือใช้หลอดด้ายแทนเพื่อความสะดวกรวดเร็ว



ภาพที่ 3.2 หลอดด้ายสำหรับทำล้อ

(3) แต่งกะลาเป็นรูปร่างต่างๆ ตามใจชอบ เช่น ถ้าทำเป็นเต่าก็เอาไม้มาใส่เป็นหัวและหาง

(4) นำมาประกอบกันโดยใส่ยางรัดที่ลูกส้อยแล้วใช้เชือกความยาว 50 เซนติเมตร มัดลูกส้อยไว้แล้วพันเชือกตามลูกส้อยไปทางด้านหัว นำปลายเชือกอีกข้างไปสอดออกทางกะลาด้านหลังจนที่เกาะรูไว้ นำปลายเชือกมัดติดกับไม้ท่อนเล็กๆ ไว้ค้ำ



ภาพที่ 3.3 สัตว์กะลาที่ประดิษฐ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว

(5) วิธีเล่น ให้ค้ำเชือกบนกะลาและปล่อย สัตว์กะลานั้นก็จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วิชาวิทยาศาสตร์	หน่วยที่ 5 แรงและการเคลื่อนที่
เรื่องแรงเสียดทาน	จำนวน 1 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2554
ผู้สอน นางสาวศิริรัตน์ ใจดี	โรงเรียนบ้านภูมิศาลา

1. มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระสำคัญ

3.1 การเพิ่มแรงเสียดทาน เพื่อความปลอดภัยของมนุษย์ เช่น

1. ยางรถยนต์มีดอกยางเป็นลวดลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน

2. การหยุดรถต้องเพิ่มแรงเสียดทานที่เบรก เพื่อหยุดหรือทำให้รถแล่นช้าลง

3. รองเท้าบริเวณพื้นต้องมีลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานทำให้เวลาดินไม่ลื่นหกล้มได้ง่าย

4. การปูพื้นห้องน้ำควรใช้กระเบื้องที่มีผิวขรุขระ เพื่อช่วยเพิ่มแรงเสียดทาน เวลาเอี๊ยกน้ำจะได้ไม่ลื่นล้ม

3.2 การลดแรงเสียดทาน เพื่อประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร เช่น

1. การใช้ระบดลับลูกปืน

2. การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ล้อ

3. การใช้น้ำมันหล่อลื่น ขวระปีหรือสารเพฟลอน

4. การออกแบบรูปร่างของยานพาหนะให้เพรียวลมทำให้ลดแรงเสียดทาน

5. การลดแรงกดระหว่างผิวสัมผัส เช่น ลดจำนวนสิ่งของที่ติดจากรถทุกลง

3.3 ประโยชน์ของแรงเสียดทาน

3.3.1 ทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวที่ดีขึ้น เช่น การผลิตคนอตให้มีเกสียว เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน

3.3.2 ทำให้การเดินหรือการทรงตัวดีขึ้น เช่น บนพื้นถื่นถ้าไม่มีแรงเสียดทานจะทำให้คนเดินได้ลำบากขึ้น การทำพื้นให้มีความขรุขระทำให้เดินหรือทรงตัวดีกว่าพื้นเรียบขัดมัน พื้นรองเท้าใช้วัสดุที่เพิ่มแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับรองเท้าเพื่อการทรงตัว และการเคลื่อนไหวที่สะดวกขึ้น

3.3.3 ทำให้ยานพาหนะเกาะถนนที่เปียกได้ดียิ่งขึ้น เช่น การทำยางรถให้มีดอกยาง เพื่อให้รีดน้ำและเพิ่มแรงเสียดทานในการยึดเกาะถนน

3.3.4 ทำให้วัตถุหยุดนิ่งไม่เคลื่อนที่ เช่น การช่วยหยุดรถยนต์ที่กำลังเคลื่อนที่

3.3.5 ช่วยในการหยิบจับสิ่งของโดยไม่ลื่นไหลไปมา

3.4 โทษของแรงเสียดทาน

3.4.1 ทำให้เกิดความฝืดในเครื่องจักรกล ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน

3.4.2 แรงต้านของอากาศทำให้การเคลื่อนที่ของรถยนต์ขึ้นไปได้ช้ากว่าที่ควรจะเป็น

3.4.3 แรงต้านของกระแสน้ำด้านการเคลื่อนที่ของนักว่ายน้ำหรือเรือ

3.4.4 ถ้าล้อรถยนต์กับพื้นถนนมีแรงเสียดทานมากรถยนต์จะลื่นช้าต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นเพื่อให้รถยนต์มีพลังงานมากพอ ที่จะเอาชนะแรงเสียดทาน

3.4.5 การเคลื่อนวัตถุขนาดใหญ่ ถ้าใช้วิธีผลักจะพบว่าวัตถุเคลื่อนที่ยากเพราะเกิดแรงเสียดทานมากจะต้องออกแรงผลักมากขึ้นหรือสลดแรงเสียดทานโดยใช้ล้อหรือขาคู

4. การเรียนรู้อื่นๆ

4.1 การเพิ่มแรงเสียดทาน

4.2 การลดแรงเสียดทาน

4.3 ประโยชน์ของแรงเสียดทาน

4.4 โทษของแรงเสียดทาน

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

5.1 นักเรียนสามารถทดลองและอธิบายการเพิ่มและลดแรงเสียดทานได้

5.2 นักเรียนสามารถอธิบายประโยชน์และโทษของแรงเสียดทานได้

5.3 นักเรียนสามารถเสนอแนะวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมได้

6. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้

6.1 สร้างความสนใจ

6.1.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

6.1.2 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกสถานการณ์การลื่นล้มเมื่อเหยียบเปลือกกล้วย

ดั่งภาพ



ภาพที่ 1 การลื่นล้มเมื่อเดินไปเหยียบเปลือกกล้วย

6.1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามที่ครูถามว่า “เพราะเหตุใดจึงเกิดการลื่นล้มเมื่อเดินไปเหยียบเปลือกกล้วย”

แนวคำตอบ เปลือกกล้วยเป็นวัตถุที่มีความมัน ลื่น ส่งผลให้แรงเสียดทานที่พื้นรองเท้ากับพื้นถนนมีค่าลดลงมากจึงเกิดการลื่นล้มขณะเดินเหยียบเปลือกกล้วย

6.2 สำรวจและค้นหา

6.2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำการทดลองว่าการเพิ่มและลดแรงเสียดทานทำได้อย่างไร

6.2.1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องการเพิ่มและลดแรงเสียดทานทำได้อย่างไร

6.2.1.2 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องการเพิ่มและลดแรงเสียดทานทำได้อย่างไร

6.2.1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องการเพิ่มและลดแรงเสียดทานทำได้อย่างไร

6.3 อธิบายและลงข้อสรุป

นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 3 และร่วมกันอภิปรายสรุปการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องการเพิ่มและลดแรงเสียดทานทำได้อย่างไรซึ่งได้แนวสรุปดังนี้

การลดแรงเสียดทาน

1. การใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบี
2. การใช้ระวางลูกปืน
3. การใช้ลูกปืนต่างๆ เช่น ลูกปืน
4. การออกแบบรูปร่างของยานพาหนะให้เพรียวลมทำให้ลดแรงเสียดทาน

การเพิ่มแรงเสียดทาน

1. ยางรถยนต์มีดอกยางเป็นลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน
2. การหยุดรถต้องเพิ่มแรงเสียดทานที่เบรก เพื่อหยุดหรือทำให้รถแล่นช้าลง
3. รองเท้าบริเวณพื้นต้องมีลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานทำให้เวลาเดินไม่ลื่นหกล้มได้ง่าย
4. พื้นห้องน้ำจะใช้กระเบื้องผิวขรุขระ เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน เวลาเปียกน้ำจะได้ไม่ลื่นล้ม

6.4 ขยายความรู้

- 6.4.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับสมบัติของแรงเสียดทาน
- 6.4.2 ครูช่วยขยายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติของแรงเสียดทาน

6.5 ประเมิน

- 6.5.1 ประเมินจากการตรวจใบกิจกรรมที่ 3
- 6.5.2 ประเมินจากการตรวจใบงานที่ 3
- 6.5.3 ประเมินจากการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน
- 6.5.4 ประเมินจากแบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 7.1 ใบกิจกรรมที่ 3
- 7.2 ใบความรู้ที่ 3
- 7.3 ใบงานที่ 3
- 7.4 แบบทดสอบหลังเรียน
- 7.5 แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม

8. กระบวนการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ตรวจการทำใบกิจกรรมที่ 3	ใบกิจกรรมที่ 3	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ตรวจการทำใบงานที่ 3	ใบงานที่ 3	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ตรวจการทำแบบทดสอบ หลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ประเมินพฤติกรรมการ ปฏิบัติงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรมการ ปฏิบัติงานกลุ่ม	ระดับไม่น้อยกว่า คุณภาพปานกลาง ผ่านเกณฑ์

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่องการเพิ่มผลผลิตแรงเสียดทานทำได้อย่างไร

ตอนที่ 1 தாகอย่างไรให้ลื่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ลังกระดาษที่แกะออกเป็นแผ่นแล้วผูกโยงกับเชือก
2. ตัวแทนนักเรียนหนึ่งคนลากเพื่อนนักเรียนหนึ่งคนที่นั่งอยู่บนลังกระดาษให้เคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ
3. สมาชิกกลุ่มคนอื่นๆ ผลัดกันลากเพื่อนนักเรียนที่นั่งอยู่ในลังกระดาษ
4. หลังจากทำการทดลองในข้อ 3 เสร็จแล้ว ให้นักเรียนใช้แผ่นพลาสติกใสรองลัง

กระดาษแล้วผลัดกันลากเพื่อนคนเดิมที่นั่งอยู่บนลังกระดาษ จากนั้นบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลองการลากเพื่อนขณะที่นั่งบนลังกระดาษกับขณะที่นั่งบนลังกระดาษรองด้วยพลาสติกใสต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าถ้าใช้ผ้าฝ้ายรองลังกระดาษ ผลของการลากเพื่อนที่นั่งอยู่จะเหมือนกันหรือต่างกับการลากเพื่อนขณะที่รองลังกระดาษด้วยพลาสติกใส

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ทำอย่างไรให้ลดหรือเพิ่ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาปัญหาต่อไปนี้ จากนั้นทำการทดลองเพื่อแก้ปัญหา

2.1 นักเรียนใส่แหวนที่นิ้วมานาน จนถอดได้ยาก นักเรียนจะหาอย่างไรให้ถอดแหวนได้ง่าย

.....

.....

2.2 นักเรียนต้องการจะเปิดลูกบิดประตู แต่มือที่ไอน้ำมันจากการทานกล้วยทอด นักเรียนควรทำอย่างไรจึงจะเปิดประตูได้อย่างง่ายและเร็วที่สุด

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลองเพื่อแก้ปัญหาข้อที่ 2.1 และ 2.2 มีวิธีการเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานมีโทษหรือประโยชน์อย่างไร

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3 การเพิ่มและลดแรงเสียดทาน

ตอนที่ 3.1 การเพิ่มและลดแรงเสียดทาน

1) ให้นักเรียนบอกวิธีการลดแรงเสียดทานมา 3 วิธี

.....

.....

.....

2) ให้นักเรียนบอกวิธีการเพิ่มแรงเสียดทานมา 3 วิธี

.....

.....

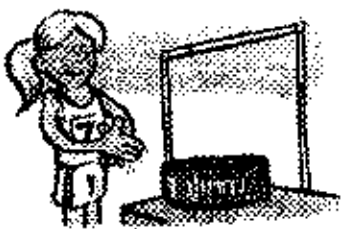
.....

ตอนที่ 3.2 จงพิจารณาผลของแรงเสียดทานในแต่ละสถานการณ์ตามตารางด้านล่างนี้

โดยทำเครื่องหมาย \checkmark ในกรณีที่แรงเสียดทานก่อให้เกิดคุณประโยชน์ หรือ
ทำเครื่องหมาย X ในกรณีที่แรงเสียดทานก่อให้เกิดโทษ

ที่	สถานการณ์	\checkmark หรือ X
1	ขณะที่เราหยิบจับหนังสือ	
2	เมื่อเราเคลื่อนย้ายสิ่งของ	
3	เมื่อเราลงแข่งขันว่ายน้ำ	
4	ขณะที่รถเบรก	
5	ขณะที่เราเดิน	
6	เปิดประตูที่เป็นลูกบิด	
7	ถอดแหวนออกจากนิ้วมือ	
8	ขณะแข่งขันชักเย่อ	
9	ขณะปั่นจักรยาน	
10	ขณะที่กำลังล้างจานเปื้อนคราบน้ำมัน	

ตอนที่ 3.3 จงอธิบายการใช้ประโยชน์ของหลักการเพิ่มและลดแรงเสียดทานในแต่ละภาพ



ก.

.....

.....

.....



ข.

.....

.....

.....



ค.

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 3

ตอนที่ 3.1 การเพิ่มและลดแรงเสียดทาน

- 1) แนวตอบ
1. การใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบี
 2. การใช้ระบบลูกปืน
 3. การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตลับลูกปืน
- 2) แนวตอบ
1. ยางรถยนต์มีดอกยางเพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน
 2. การหยุดรถต้องเพิ่มแรงเสียดทานที่เบรก เพื่อหยุดให้รถแล่นช้าลง
 3. รองเท้าบริเวณพื้นต้องมีลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานทำให้เวลาเดินไม่ลื่นหกล้มได้ง่าย

ตอนที่ 3.2

ที่	สถานการณ์	✓ หรือ x
1	ขณะที่เราหยิบจับหนังสือ	✓
2	เมื่อเราเคลื่อนย้ายสิ่งของ	x
3	เมื่อเราลงแข่งขันว่ายน้ำ	x
4	ขณะที่รถเบรก	✓
5	ขณะที่เราเดิน	✓
6	เปิดประตูที่เห็นลูกบิด	✓
7	ถอดแหวนออกจากนิ้วมือ	x
8	ขณะแข่งขันชักเย่อ	✓
9	ขณะปั่นจักรยาน	x
10	ขณะที่กำลังล้างจานเกือบครบน้ำมัน	✓

ตอนที่ 3.3

- ก. ปูนขาวทำให้มือไม่ลื่นเวลาเกาะหรือจับสิ่งของต่างๆ นักกีฬา จึงนิยมใช้
- ข. การใช้ผ้าจับฝาขวดเปิด ทำให้เปิดขวดได้ง่ายขึ้น
- ค. การได้ดินสอดวางได้หนังสือทำให้หนังสือเคลื่อนที่ไปมาได้ง่ายขึ้น

ใบความรู้ที่ 3

การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานและสมบัติของแรงเสียดทาน

3.1 การลดแรงเสียดทาน

การลดแรงเสียดทานสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบี
2. การใช้ระบบลูกปืน
3. การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ดับลูกปืน
4. การออกแบบรูปร่างของยานพาหนะให้เพรียวลมทำให้ลดแรงเสียดทาน

3.2 การเพิ่มแรงเสียดทาน

การเพิ่มแรงเสียดทานในด้านความปลอดภัยของมนุษย์ เช่น

1. ยางรถยนต์มีดอกยางเป็นลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน
2. การหยุดรถต้องเพิ่มแรงเสียดทานที่เบรก เพื่อหยุดหรือทำให้รถแล่นช้าลง
3. รองเท้าบริเวณพื้นต้องมีลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานทำให้เวลาเดินไม่ลื่นหกล้มได้ง่าย
4. การปูพื้นห้องน้ำควรใช้กระเบื้องที่มีผิวขรุขระ เพื่อช่วยเพิ่มแรงเสียดทาน เวลาที่โยกน้ำจะได้ไม่ลื่นล้ม

3.3 สมบัติของแรงเสียดทาน

1. แรงเสียดทานมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุไม่มีแรงภายนอกมากระทำ
2. ขณะที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ และวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีขนาดต่างๆ กัน ตามขนาดของแรงที่มากระทำ และแรงเสียดทานที่มีค่ามากที่สุดคือ แรงเสียดทานสถิต เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
3. แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
4. แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทานจลน์เล็กน้อย
5. แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส ผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวเรียบและลื่น
6. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่กดลงบนพื้น ถ้าน้ำหนักหรือแรงกดมากแรงเสียดทานก็จะมากขึ้นด้วย
7. แรงเสียดทาน ไม่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือพื้นที่ของผิวสัมผัส

ประโยชน์ของแรงเสียดทาน

1. ทำให้วัตถุหยุดนิ่งไม่เคลื่อนที่ เช่น ช่วยหยุดรถยนต์ที่กำลังเคลื่อนที่ ยางรถที่มีดอกยางช่วยให้รถเกาะถนนได้ดี เป็นต้น
2. การสร้างพื้นถนนต้องทำให้พื้นถนนเกิดแรงเสียดทานพอสมควร รถจึงจะเคลื่อนที่บนถนนโดยที่ล้อรถ ไม่หมุนอยู่กับที่ได้
3. ช่วยในการหยิบจับสิ่งของ โดยไม่ลื่นไหลไปมา
4. ช่วยในการเดินไม่ให้ลื่นไหล

โทษของแรงเสียดทาน

1. เกิดความฝืดในเครื่องจักรกล ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ และเกิดความร้อนจากการขัดสีทำให้เครื่องยนต์สึกหรอ
2. อากาศต้านการเคลื่อนที่ของรถยนต์ทำให้รถยนต์แล่นได้ช้ากว่าที่ควรจะเป็น
3. แรงจากกระแสน้ำต้านการเคลื่อนที่ของเรือ

ภาคผนวก ง
แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง นักเรียนชี้ความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ตรงกับความรู้สึกมากที่สุด

4.51 – 5.00	หมายถึง	มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูงมาก
3.51 – 4.50	หมายถึง	มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง
2.51 – 3.50	หมายถึง	มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ
1.00 – 1.50	หมายถึง	มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำมาก

ที่	ประเด็นการประเมิน	ความรู้สึกที่เกิดขึ้น				
		4	3	2	1	0
1	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ทันสมัย					
2	นักเรียนเข้าเรียนวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง					
3	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างความท้าทายให้กับผู้เรียน					
4	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					
5	วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์รู้จักวิธีการแก้ปัญหามากขึ้น					
6	นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่มีความสนุกสนาน ไม่ชอบ ทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์					
7	นักเรียนต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เนื่องจาก ทักษะทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข					
8	นักวิทยาศาสตร์ทั้งในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคต มีส่วน ช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ					
9	เมื่อครูให้ทำการทดลองนักเรียนชอบ สนใจ และอยาก ให้มีการทดลองบ่อยๆ					
10	นักเรียนนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน					
รวมคะแนน						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ภาคผนวก ฉ
ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ

ตารางที่ ๑.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้

เลขที่	คะแนนทดสอบจากการทำกิจกรรม(E_1)(คะแนน)				คะแนน ทดสอบหลังเรียน(E_2) (15)
	กิจกรรมที่ 1 (10)	กิจกรรม ที่ 2 (10)	กิจกรรม ที่ 3 (10)	คะแนน รวม (30)	
1	7	9	9	25	11
2	8	8	7	23	11
3	8	8	7	23	11
4	8	8	8	24	12
5	9	9	7	25	11
6	7	7	7	21	11
7	8	7	7	22	11
8	8	7	6	21	11
9	7	7	9	23	12
10	7	8	7	22	11
11	8	8	7	23	11
12	9	7	8	24	11
13	8	8	7	23	10
14	8	8	8	24	11
15	7	8	7	22	12
16	7	8	8	23	12
17	8	7	8	23	12
18	7	9	9	25	12
รวม	139	141	136	416	203
เฉลี่ย	7.72	7.83	7.56	23.11	11.28
ร้อยละ	77.22	78.33	75.56	77.04	75.19
ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ $E_1/E_2 = 77.04/75.19$					

ตารางที่ ๑.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วย t-test

เลขที่	คะแนน		$D_i = X_{1i} - X_{2i}$	$(D_i)^2$
	ก่อนเรียน (X_{1i})	หลังเรียน(X_{2i})		
1	3	11	8	64
2	5	11	6	36
3	5	11	6	36
4	4	12	8	64
5	8	11	3	9
6	6	11	5	25
7	6	11	5	25
8	5	11	6	36
9	3	12	9	81
10	5	11	6	36
11	5	11	6	36
12	5	11	6	36
13	6	10	4	16
14	5	11	6	36
15	5	12	7	49
16	6	12	6	36
17	4	12	8	64
18	5	12	7	49
รวม	91	203	112	734

การวิเคราะห์หาค่า t-Dependent

จาก
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D_i^2 - (\sum D_i)^2}{n-1}}}$$

แทนค่า
$$t = \frac{112}{\sqrt{\frac{(18)(734) - (112)^2}{(18-1)}}}$$

จะได้
$$t = \frac{112}{6.27}$$

ดังนั้น
$$t = 17.87$$

ตารางที่ ๓.3 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง

เลขที่	คะแนนใบกิจกรรมที่					
	1		2		3	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3	7	4	9	4	9
2	5	8	4	8	3	7
3	4	8	5	8	3	7
4	3	8	4	8	4	8
5	4	9	4	9	3	7
6	3	7	3	7	4	7
7	2	8	3	7	2	7
8	3	8	3	7	2	6
9	3	7	3	7	4	9
10	2	7	3	8	2	7
11	3	8	4	8	3	7
12	3	9	3	7	4	8
13	2	8	3	8	3	7
14	2	8	4	8	2	8
15	2	7	3	8	2	7
16	3	7	3	8	2	8
17	4	8	2	7	3	8
18	3	7	4	9	3	9
รวม	54	139	62	141	53	136
เฉลี่ย	3.00	7.72	3.44	7.83	2.94	7.56
ร้อยละ	30.00	77.22	34.44	78.33	29.44	75.56

วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนด้วย average normalized gain <g>

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \text{ actual gain})}{(100 \%)} - (\% \text{ maximum possible gain})$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ actual gain} &= (\% \text{ post-test}) - (\% \text{ Pre-test}) \\ \text{maximum possible gain} &= (100 \% - (\% \text{ Pre-test})) \end{aligned}$$

$$\text{กิจกรรมที่ 1 } \langle g \rangle = \frac{(77.22 - 30.00)}{(100.00 - 30.00)} = 0.67$$

$$\text{กิจกรรมที่ 2 } \langle g \rangle = \frac{(78.33 - 34.44)}{(100.00 - 34.44)} = 0.67$$

$$\text{กิจกรรมที่ 3 } \langle g \rangle = \frac{(75.56 - 29.44)}{(100.00 - 29.44)} = 0.65$$

ตารางที่ ๑.4 การวิเคราะห์ ค่าความยาก และอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ

ข้อ	คะแนนเต็ม (X)	F(H)	F(H)*X	F(L)	F(L)*X	N25%	ความยาก	อำนาจจำแนก
1	1	8	8	8	0	8	0.50	1.00
2	1	8	6	8	7	8	0.81	-0.13
3	1	8	7	8	4	8	0.69	0.38
4	1	8	8	8	0	8	0.50	1.00
5	1	8	8	8	1	8	0.56	0.88
6	1	8	6	8	8	8	0.88	-0.25
7	1	8	8	8	0	8	0.50	1.00
8	1	8	8	8	2	8	0.63	0.75
9	1	8	8	8	7	8	0.94	0.13
10	1	8	8	8	1	8	0.56	0.88
11	1	8	6	8	6	8	0.75	0.00
12	1	8	8	8	1	8	0.56	0.88
13	1	8	8	8	1	8	0.56	0.88
14	1	8	8	8	2	8	0.63	0.75
15	1	8	8	8	2	8	0.63	0.75
16	1	8	8	8	1	8	0.56	0.88
17	1	8	8	8	0	8	0.50	1.00
18	1	8	8	8	0	8	0.50	1.00
19	1	8	8	8	1	8	0.56	0.88
20	1	8	8	8	1	8	0.56	0.88
21	1	8	6	8	5	8	0.69	0.13
22	1	8	8	8	1	8	0.56	0.88
23	1	8	7	8	8	8	0.94	-0.13
24	1	8	8	8	1	8	0.56	0.88
25	1	8	8	8	3	8	0.69	0.63

ตารางที่ ๑.5 การวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD ของแบบทดสอบ

ข้อ	Mean	จำนวนผู้ตอบ	ความแปรปรวน (S)	SD
1	1	30	0.20	0.44
2	1	30	0.18	0.42
3	1	30	0.21	0.46
4	1	30	0.20	0.44
5	1	30	0.18	0.42
6	1	30	0.23	0.48
7	1	30	0.20	0.44
8	1	30	0.16	0.40
9	1	30	0.14	0.37
10	1	30	0.18	0.42
11	1	30	0.21	0.46
12	1	30	0.18	0.42
13	1	30	0.18	0.42
14	1	30	0.16	0.40
15	1	30	0.16	0.40
16	1	30	0.18	0.42
17	1	30	0.20	0.44
18	1	30	0.20	0.44
19	1	30	0.20	0.44
20	1	30	0.18	0.42
21	1	30	0.16	0.40
22	1	30	0.18	0.42
23	1	30	0.14	0.37
24	1	30	0.18	0.42
25	1	30	0.14	0.37

ตารางที่ ๑.6 สรุปผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์	
จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	25
จำนวนผู้ตอบ (ฉบับ)	30
ความแปรปรวนรายข้อ (Si)	4.49
ความแปรปรวนรายข้อ (S)	47.43
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	6.89
คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่ม (Mean)	19.03
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Coefficient Alpha)	0.94

ตารางที่ ๑.7 สรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน

ที่	เลข ประจำ ตัว	พฤติกรรม															รวมคะแนน (15)	
		แสดงความคิดเห็น ร่วมกัน			กระตือรือร้น ในการทำงาน			รับผิดชอบ งานที่ได้รับ มอบหมาย			มีขั้นตอน ในการทำงาน ที่เป็นระบบ			ปฏิบัติงาน สำเร็จลุล่วง ตามเวลา				
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
1	2712		/		/				/			/			/			11
2	2713	/				/			/			/			/			13
3	2717		/		/				/			/			/			11
4	2718	/				/			/			/			/			12
5	2720		/		/				/			/			/			11
6	2983	/				/			/			/			/			14
7	2984		/		/				/			/			/			14
8	2637	/				/			/			/			/			14
9	2638		/		/				/			/			/			12
10	2698	/				/			/			/			/			14
11	2701	/				/			/			/			/			13
12	2702	/				/			/			/			/			13
13	2703		/		/				/			/			/			11
14	2705	/				/			/			/			/			13
15	2706	/				/			/			/			/			13
16	2805		/		/				/			/			/			11
17	2981		/		/				/			/			/			11
18	3004	/			/				/			/			/			12
คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 12.39																		
สรุปประกันคุณภาพ หมายถึง พฤติกรรมอยู่ในระดับดี																		

หมายเหตุ เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน 11-15 = ดี คะแนน 6-10 = พอใช้ คะแนน 1-5 = ปรับปรุง



การทดลองบนพื้นกระจก



การทดลองบนพื้นปูน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

นางสาวศิริรัตน์ ใจดี

ประวัติการศึกษา

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ.2551-2556

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร, พ.ศ.2548

ประกาศนียบัตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ.2544-2547

วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2549 - ปัจจุบัน

โรงเรียนบ้านภูมิซลา ตำบล โศกเพชร

อำเภอขุขันธ์ จังหวัดศรีสะเกษ

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ครู อันดับ คศ.2 วิทยฐานะครูชำนาญการ

โรงเรียนบ้านภูมิซลา ตำบล โศกเพชร

อำเภอขุขันธ์ จังหวัดศรีสะเกษ

โทรศัพท์ (045) 660064