



การเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก

ดวงใจ บุตรดี

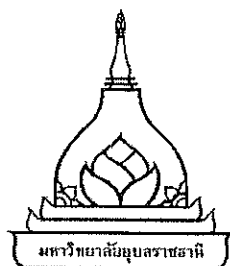
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

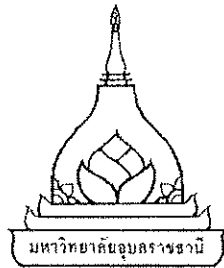


**ENHANCEMENT OF UNDERSTANDING ON MOMENTUM AND
COLLISION USING ACTIVE LEARNING**

DUANGJAI BUDDEE

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
YEAR 2013**

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก

ผู้วิจัย นางสาวดวงใจ บุตรดี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพรราช)

โกศล ณ/ชว

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ดร. โชคศิลป์ ชนเสียง)

อช

กรรมการ

.....

(ดร.ทิพวรรณ สายพิน)

กรรมการ

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

คณบดี

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2556

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับคำแนะนำและข้อเสนอแนะจากคณาจารย์ทุกท่าน ขอขอบพระคุณความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และความช่วยเหลือในการจัดทำวิทยานิพนธ์ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทำวิจัย

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนตานีวิทยา คณะครู เพื่อนร่วมงาน ที่ให้ความสะดวกและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ทำยที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง อีกทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่มีได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ ซึ่งทั้งหมดมีส่วนอย่างมากที่ทำให้การจัดทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

๑๖๖/ว
(นางสาวดวงใจ บุตรดี)
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก

โดย : ดวงใจ บุตรดี

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุดม ทิพรราช

ศัพท์สำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โมเมนตัมและการชน ความคาดหวัง แบบสำรวจ

MPEX

ผู้วิจัยได้สำรวจความคาดหวังของนักเรียนโดยใช้แบบสำรวจความคาดหวัง MPEX ที่โรงเรียนตานีวิทยา อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ เราได้นำผลการสำรวจมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการชน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 36 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความเข้าใจก่อนเรียนและหลังเรียน แบบสำรวจ MPEX แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ และหุคปฏิบัติการ ผลแสดงให้เห็นว่า ร้อยละความคาดหวังโดยรวมของนักเรียนด้านพึงประสงค์ต่อไม่พึงประสงค์กับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้นจาก 20/52 เป็น 47/31 คะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.85 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนเฉลี่ยคิดเป็น 4.55 ซึ่งอยู่ในระดับสูง

ABSTRACT

TITLE : ENHANCEMENT OF UNDERSTANDING ON MOMENTUM AND
COLLISION USING ACTIVE LEARNING
BY : DUANGJAI BUDDEE
DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
CHAIR : ASST.PROF.UDOM TIPPARACH, Ph.D.

KEYWORDS : ACTIVE LEARNING / MOMENTUM AND COLLISION / EXPECTATION/
THE MARYLAND PHYSICS EXPECTATIONS (MPEX) SURVEY

The survey of students' expectations using Maryland Expectation survey (MPEX) was carried out at Taneeewittaya School, Prasat, Surin Province in first semester, 2012. The results of the survey were used to design learning activities on momentum and collision through active learning method. The samples were purposively selected from 36 students in grade 11. The research tools consisted of students' learning plans, pretest and posttest, MPEX, satisfaction test, and experimental sets. The result showed that overall percentage of favorable to unfavorable expectations was increased from 20/52 to 47/31. The average achievement score increased by 19.85 % with statistical significance at level .05. The average students' satisfaction was 4.55, in high level.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4

2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์	6
2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก	10
2.3 ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้	12
2.4 การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัมและการชน	13

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แบบแผนและระเบียบการวิจัย	16
3.2 เครื่องมือในการวิจัย	17
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	20

4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล

21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	32
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	
ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	38
ข ชุดปฏิบัติการเรื่อง โมเมนตัมและการชน	61
ค แผนการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้	89
ง ภาพประกอบการทำกิจกรรม	96
ประวัติผู้วิจัย	99

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	กลุ่มของความคาดหวังในแต่ละด้าน	7
2	ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ	8
3	ผลคำร้อยละของความคาดหวังเห็นด้วย / ไม่เห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในงานวิจัย	9
4	ความคาดหวังของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์	22
5	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	26
6	ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน	28
7	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชนรายคน	44
8	ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อสอบ โยวิธีการหาค่าดัชนีจำแนก B (B - Index)	47
9	ตัวอย่างการวิเคราะห์ตัวเลือกของข้อสอบแต่ละข้อรายวิชา ว32202 ปีการศึกษา 2555	48
10	ผลความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ก่อนเรียนเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนตานีวิทยา	53
11	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โมเมนตัมและการชน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก	59

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความคาดหวังของนักเรียนเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ	22
2	กราฟร้อยละความคาดหวังในภาพรวมของนักเรียนเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ	27
3	นักเรียนทำการทดลองเรื่องการระเบิด	97
4	นักเรียนทำการทดลองเรื่องการชนในสองมิติ	97
5	นักเรียนทำการทดลองเรื่องการชน	98
6	นักเรียนทำการทดลองเรื่องการชนแบบไม่ยืดหยุ่น	98

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความเฉลียวฉลาด มีความเข้าใจธรรมชาติ มีการพัฒนาวิธีคิด มีเหตุมีผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ได้ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนให้มีลักษณะแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือ ลดบทบาทของผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่าและบรรยายเป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการที่สำคัญ สามารถนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้เอง โดยผ่านกิจกรรมที่เน้นบทบาทของผู้เรียนตั้งแต่เริ่มต้น คือ ร่วมวางแผนการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล และคำนึงถึงกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ ในที่สุดเป็นการสร้างองค์ความรู้ ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวต้องพัฒนาผู้เรียนให้เจริญพัฒนาทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

วิชาฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาส่วนประกอบของสสาร อันตรกิริยาต่าง ๆ ของสสาร ทฤษฎีและความรู้จากวิชาฟิสิกส์สามารถประยุกต์ใช้กับวิทยาศาสตร์สาขาอื่นได้อย่างกว้างขวาง เช่น เคมีฟิสิกส์ ชีวฟิสิกส์ เกษตรศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น ผลจากวิชาฟิสิกส์จะเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาความคิดใหม่ และพัฒนาเครื่องมือใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการศึกษาเนื้อหาของวิทยาศาสตร์สาขาเหล่านั้นให้ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังช่วยให้มนุษย์

เข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติและการพัฒนาทางเทคโนโลยีจะไปไม่ได้ไกลนักถ้าขาดความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์ ซึ่งนับเป็นหัวใจของการพัฒนาเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ การศึกษาทางฟิสิกส์จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยี แต่การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เท่าที่ผ่านมา แม้ว่าปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอนวิชาฟิสิกส์แล้วก็ตาม ยังพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนไม่บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังเช่นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดानीวิทยาที่มีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ ผลสอบไม่เป็นที่พอใจของนักเรียนและครูผู้สอน เมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบถามนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้คำตอบเป็นเสียงเดียวกันว่า วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก ข้อสอบยากเกินกว่าที่นักเรียนจะทำได้และหาคำตอบได้ แต่เมื่อพิจารณาในมุมมองของผู้วิจัย เชื่อว่าข้อสอบที่ใช้สอบนั้น ไม่ได้ยากจนเกินความสามารถของนักเรียนเนื่องจากข้อสอบนั้นไม่แตกต่างจากที่สอนในห้องเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่มีความพยายามทำความเข้าใจในเนื้อหา ขาดความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับฟิสิกส์ นอกจากความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้ว เจตคติ ความเชื่อและความคาดหวังเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้เรียนรู้ที่มีมาก่อนการเรียนฟิสิกส์ยังมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น เพื่อศึกษาความเข้าใจถึงสาเหตุ หนทางแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคาดหวังและเปลี่ยนเจตคติของนักเรียนให้ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงมีการสำรวจความคาดหวังของผู้เรียน โดยใช้แบบสำรวจความคาดหวัง Maryland Physics Expectations (MPEX) เพื่อวัดความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน ที่มหาวิทยาลัย Maryland สร้างขึ้น (Redish, E.F., Saul, J.M., & Steinberg, R.N., 1998) มีจำนวน 34 ข้อ แสดงความเห็น 5 ระดับตั้งแต่ไม่เห็นด้วยมากที่สุดจนถึงเห็นด้วยมากที่สุด ความคาดหวังของผู้เรียนที่สำรวจแบ่งเป็น 6 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการเรียนรู้ 2) ด้านโครงสร้างความรู้ 3) ด้านเนื้อหาความรู้ 4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง 5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ และ 6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้คิด ได้ลงมือปฏิบัติ และมีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่าการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ในเนื้อหาโมเมนตัมและการชน เพื่อให้สอดคล้องกับความคาดหวังของผู้เรียนและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น รวมถึงความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนในเนื้อหาดังกล่าวด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสำรวจความคาดหวังที่มีต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดानीวิทยา

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเรื่องโมเมนตัมและการชนมีความคาดหวังต่อการเรียนฟิสิกส์สูงขึ้น

1.3.2 นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเรื่องโมเมนตัมและการชนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

1.3.3 นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเรื่องโมเมนตัมและการชนมีความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับดี

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนตานีวิทยา ตำบลตานี อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 74 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนตานีวิทยา ตำบลตานี อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 36 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเรื่องโมเมนตัมและการชน ตัวแปรตาม คือ ความคาดหวัง ความพึงพอใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียน

เนื้อหา คือ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

การวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเป็นแนวทางในการศึกษาความรู้ ความเข้าใจ ความคาดหวังและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์และครูผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัมและการชน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

ความคาดหวัง คือ ความรู้สึกความต้องการที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นอยู่ในปัจจุบันไปจนถึงอนาคตข้างหน้า เป็นการคาดคะเนถึงสิ่งที่จะมากระทบต่อการรับรู้ของคนเรา โดยใช้ประสบการณ์การเรียนรู้เป็นตัวบ่งบอกลักษณะความคาดหวัง

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning activities) หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผู้เรียนจะสร้างความเข้าใจและค้นหาความหมายของเนื้อหาสาระโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- (1) ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นและเร้าความสนใจ การทบทวนความรู้เดิมแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจ และแนะแนวทางในการทำกิจกรรม
- (2) ขั้นสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนลงมือทำกิจกรรม ซึ่งทำให้เกิดกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และร่วมกันรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย และประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะทำกิจกรรม
- (3) ขั้นแบ่งปันความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนและปรับโครงสร้างความรู้ รวมทั้งสรุป ความคิดรวบยอด ประเมินผลจากการร่วมอภิปราย การตอบคำถาม และการตรวจใบงานของนักเรียน
- (4) ขั้นการทบทวนความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสะท้อนความคิดของตนภายใต้การจัดกิจกรรมของผู้สอนและประเมินผลจากการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น และการเขียนบันทึกประจำวัน
- (5) ขั้นการนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพื่อนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและประเมินผลจากการตอบคำถามหรือการแสดงความคิดเห็น

ความพึงพอใจ หมายถึง เจตคติทางบวกของบุคคลที่มีต่องานหรือกิจกรรมที่เขาทำ ซึ่งเป็นผลให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นมีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและกำลังใจการทำงาน สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน ซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายขององค์การรวมทั้งทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถลดความเครียดของผู้ที่ทำงานให้ลดน้อยลง ถ้าเกิดความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำงาน และความเครียดนี้มีผลจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อมนุษย์มีความต้องการมากจะเกิดปฏิกิริยาเรียกร้องหาวิธีตอบสนองความเครียดก็จะลดน้อยลงหรือหมดไปความพึงพอใจก็จะมากขึ้น

แบบสำรวจความคาดหวัง คือ แบบสำรวจ Maryland Physics Expectations (MPEx) ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน สร้างขึ้นในปี ค. ศ. 1992 ณ

University of Washington ประกอบด้วยข้อความ 34 ข้อความ ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยใน 5 ระดับ ตั้งแต่เห็นด้วยที่สุดจนกระทั่งไม่เห็นด้วยที่สุด

ชุดปฏิบัติการ หมายถึง ชุดปฏิบัติการหรือชุดทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่อง โมเมนตัมและการชนประกอบไปด้วยการทดลอง 5 ตอน คือ ตอนที่ 1 โมเมนตัม ตอนที่ 2 การคล และแรงคัล ตอนที่ 3 การชนกันของวัตถุแบบยืดหยุ่น ตอนที่ 4 การชนกันของวัตถุแบบไม่ยืดหยุ่น ตอนที่ 5 การชนในสองมิติ

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับ ความคาดหวังต่อการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ การเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) และความพึงพอใจต่อการเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์

ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความหมายครอบคลุมไปถึงเจตคติ ความเชื่อ ความคาดหวัง แนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาฟิสิกส์ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้และการสร้างความรู้ทางฟิสิกส์ (Redish and Saul, 1998 : 212-224) ซึ่งความคาดหวังที่เกิดขึ้นในการเรียนฟิสิกส์มีบทบาทสำคัญต่อการตอบสนองของนักเรียน มีผลกระทบต่อสิ่งที่พวกเขาสนใจ รวมถึงพฤติกรรม การสร้างความรู้และความเข้าใจของพวกเขาด้วย สิ่งเหล่านี้เป็นพื้นฐานการสร้างความเข้าใจในการเรียนรู้ การมีพื้นฐานทางเจตคติความเชื่อและความคาดหวังที่ไม่ตรงกันก็อาจจะส่งผลต่อพฤติกรรม การเรียนรู้ให้แตกต่างกันได้ (อัมพร วัจนะ และคณะ, 2548 : 1) ในลักษณะเดียวกัน พฤติกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์หากมีเจตคติ ความเชื่อและความคาดหวังแตกต่างกัน พฤติกรรมการเรียนรู้หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนย่อมแตกต่างกันด้วย โดยการศึกษาความคาดหวังนั้นสามารถทำได้โดยการ สัมภาษณ์ สังเกต แต่วิธีการดังกล่าวจะทำให้ยากในกรณีที่มีนักเรียนจำนวนมาก ดังนั้น แบบสำรวจ Maryland Physics Expectations (MPEX) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมต่อการนำไปสำรวจความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน

Maryland Physics Expectation (MPEX) เป็นแบบสำรวจที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1992 ที่ University of Washington การสร้างแบบสำรวจนี้เริ่มจากการพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์และการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวจะนำมาจัดเป็นข้อความในลักษณะของแบบสอบถาม เพื่อสอบถามความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่ จากนั้นวิเคราะห์ และอภิปรายโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยข้อความ 34 ข้อความ ให้ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยใน 5 ระดับ ตั้งแต่เห็นด้วยที่สุดจนกระทั่งไม่เห็นด้วยที่สุดใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 - 20 นาที โดยแบบทดสอบ MPEX ได้ผ่านการ

ทดสอบความถูกต้อง (validity) จากการสัมภาษณ์นักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มว่านักเรียนแปลความหมายแต่ละข้อความว่าอย่างไร และเพราะเหตุใดพวกเขาจึงเลือกคำตอบนั้นๆ

กลุ่มความคาดหวังในแต่ละกลุ่มจะกระจายอยู่ในแบบสำรวจ MPEX แต่ละข้อความแสดงดังภาคผนวก ก ซึ่งแต่ละกลุ่มของความคาดหวังไม่อาจแยกจากกันได้อย่างชัดเจน คือยังคงมีส่วนที่ซ้อนทับหรือเกี่ยวเนื่องกันอยู่ และความคาดหวังในแต่ละข้อดังกล่าวจะพิจารณาร่วมกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาฟิสิกส์ เช่น อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัยที่ประสบความสำเร็จ ซึ่งประกอบด้วยความคาดหวังที่พึงประสงค์ (Favorable) หมายความว่า เป็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ อาจมีส่วนน้อยที่คิดแตกต่าง และความคาดหวังที่ไม่พึงประสงค์ (Unfavorable) หมายความว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนน้อย ในกรณีของนักเรียน หากมีความคิดเห็นตรงกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จะถือว่ามีความคาดหวังที่พึงประสงค์ (Favorable) หากมีความคิดเห็นในทิศทางตรงข้ามกับผู้เชี่ยวชาญจะถือว่าเป็นความคาดหวังที่ไม่พึงประสงค์ (Unfavorable) โดยแต่ละกลุ่มความคาดหวังประกอบด้วยแบบสำรวจ MPEX ดังตารางที่ 1 และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 กลุ่มของความคาดหวังในแต่ละด้าน

กลุ่มความคาดหวัง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ข้อความที่
การเรียนรู้ฟิสิกส์ (Independence)	คาดหวังว่าเป็นการเรียนรู้อย่างอิสระสามารถตอบสนองต่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	คาดหวังว่าเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากครูผู้สอนหรือเอกสารตำราต่างๆ	1, 8, 13, 14, 17, 27
โครงสร้างความรู้ (Coherence)	มีความเชื่อว่าความรู้ทางฟิสิกส์ทั้งหมดเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงและเกี่ยวข้องกัน	มีความเชื่อว่าความรู้ทางฟิสิกส์กล่าวถึงความจริงที่แยกออกเป็นส่วนๆอย่างอิสระต่อกันได้	12, 15, 16, 21, 29
เนื้อหาความรู้ (Concept)	เน้นความเข้าใจความคิดวิเคราะห์และความคิดรวบยอด	เน้นการจดจำและนำสูตรไปใช้	4, 19, 26, 27, 32
การเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์	มีความเชื่อว่าการเรียนฟิสิกส์มีความสัมพันธ์และนำไปใช้	มีความเชื่อว่าการเรียนฟิสิกส์ไม่สามารถ	10, 18, 22, 25

ตารางที่ 1 กลุ่มของความคาดหวังในแต่ละด้าน (ต่อ)

กลุ่มความคาดหวัง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ข้อความที่
และโลกของความเป็นจริง (Reality Link)	ประโยชน์ในชีวิตจริงได้	เชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นหรือประสบการณ์ที่จะได้รับในชีวิตประจำวันได้	
ความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ (Math link)	เข้าใจว่าคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ	เข้าใจว่าฟิสิกส์และคณิตศาสตร์เป็นอิสระต่อกัน ไม่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน	2, 6, 8, 16, 20
พฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Effort)	มีความพยายามที่จะใช้ข้อมูลที่มีอยู่เดิมทำให้เกิดความหมายต่อการเรียนรู้ฟิสิกส์	ไม่มีความพยายามที่จะใช้ข้อมูลที่มีอยู่เดิมทำให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้	3, 6, 7, 24, 31

ตารางที่ 2 ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็น	ข้อที่	ความคิดเห็น	ข้อที่	ความคิดเห็น	ข้อที่	ความคิดเห็น	ข้อที่	ความคิดเห็น
1	D	8	D	15	D	22	D	29	D
2	D	9	(D)	16	D	23	D	30	A
3	A	10	D	17	D	24	D	31	A
4	D	11	A	18	A	25	A	32	A
5	A	12	D	19	D	26	A	33	D
6	A	13	D	20	D	27	D	34	(A)
7	(A)	14	D	21	D	28	D		

จากตารางที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตอบ A คือ เห็นด้วยหรือเห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็นความคาดหวังระดับ 4 หรือ 5 ในขณะที่ D คือ ไม่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็นความคาดหวัง

ระดับ 2 หรือ 1 ส่วน N (เป็นกลาง หรือตอบ 3) ไม่มีความหมายไม่นับคะแนนว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูลจาก MPEX เป็นการนำข้อมูลจากตารางที่ 1 และ 2 มาวิเคราะห์ร่วมกัน เช่น กลุ่มความคาดหวังด้านเนื้อหาความรู้ (Concept) เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ ว่าเป็นเรื่องของสูตรหรือหลักการที่ซ่อนอยู่ภายในสูตร ประกอบด้วยข้อความที่ 4, 19, 26, 27 และ 32 โดยเฉพาะข้อความที่ 4 และ 19 แสดงให้เห็นชัดเจนว่า การแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ คือการจับปัญหานั้นเข้ากับข้อเท็จจริงหรือสมการที่ถูกต้อง จากนั้นแทนค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ตัวเลขออกมา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้จึงตอบ D แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นที่ไม่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังนั้นถ้านักเรียนมีความคิดเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกับผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ นั่นแสดงว่า นักเรียนมีความคาดหวังที่พึงประสงค์ (Favorable) แต่ถ้านักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในทิศทางตรงข้ามกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จะถือว่าเป็นความคาดหวังที่ไม่พึงประสงค์ (Unfavorable)

ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบกับผู้เรียนในงานวิจัย ในที่นี้หมายถึง ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 100 ท่าน ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนฟิสิกส์และมีความคุ้นเคยกับนักเรียนนักศึกษาเป็นอย่างดีจากสถาบันการศึกษาหลายแห่งในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยค่าความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญมาจากการงานวิจัยของ Redish et al. (1998) ซึ่งงานวิจัยด้านฟิสิกส์ศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ทั้งในประเทศไทย (กาญจนา จันทรประเสริฐ, 2551, 2553 ; อัมพร วณะ และคณะ, 2548, 2550 ; พิธิฐ์ สุวรรณแพทย์, 2554 ; Suvarnaphaet, 2011 ; Wutchana et al., 2007) และในต่างประเทศ (Örnek et al., 2008 ; Redish et al., 1998 ; Şahin, 2009) จะใช้การอ้างอิงค่าความคาดหวังผู้เชี่ยวชาญในการสอนฟิสิกส์จากประเทศสหรัฐอเมริกาดังกล่าวสำหรับเปรียบเทียบกับผู้เรียนซึ่งค่าความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยที่อ้างอิงได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลค่าร้อยละของความคาดหวังเห็นด้วย / ไม่เห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในงานวิจัย

(Redish et al., 1998)

	Overall	Independence	Coherence	Concept	Reality Link	Math Link	Effort
ผู้เชี่ยวชาญ	87/6	93/3	85/12	89/6	93/3	92/4	85/4

ระดับ 2 หรือ 1 ส่วน N (เป็นกลาง หรือตอบ 3) ไม่มีความหมาย ไม่นับคะแนนว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูลจาก MPEX เป็นการนำข้อมูลจากตารางที่ 1 และ 2 มาวิเคราะห์ร่วมกัน เช่น กลุ่มความคาดหวังด้านเนื้อหาความรู้ (Concept) เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ ว่าเป็นเรื่องของสูตรหรือหลักการที่ซ่อนอยู่ภายในสูตร ประกอบด้วยข้อความที่ 4, 19, 26, 27 และ 32 โดยเฉพาะข้อความที่ 4 และ 19 แสดงให้เห็นชัดเจนว่า การแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ คือการจับปัญหานั้นเข้ากับข้อเท็จจริงหรือสมการที่ถูกต้อง จากนั้นแทนค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ตัวเลขออกมา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้จึงตอบ D แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นที่ไม่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังนั้นถ้านักเรียนมีความคิดเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกับผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ นั่นแสดงว่า นักเรียนมีความคาดหวังที่พึงประสงค์ (Favorable) แต่ถ้านักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในทิศทางตรงข้ามกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จะถือว่าเป็นความคาดหวังที่ไม่พึงประสงค์ (Unfavorable)

ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบกับผู้เรียนในงานวิจัย ในที่นี้หมายถึง ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 100 ท่าน ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนฟิสิกส์และมีความคุ้นเคยกับนักเรียนนักศึกษาเป็นอย่างดีจากสถาบันการศึกษาหลายแห่งในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยค่าความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญมาจากการงานวิจัยของ Redish et al. (1998) ซึ่งงานวิจัยด้านฟิสิกส์ศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ทั้งในประเทศไทย (กาญจนา จันทรประเสริฐ, 2551, 2553 ; อัมพร วจนะ และคณะ, 2548, 2550 ; พิลิษฐ์ สุวรรณแพทย์, 2554 ; Suvarnaphaet, 2011 ; Wutchana et al., 2007) และในต่างประเทศ (Örnek et al., 2008 ; Redish et al., 1998 ; Şahin, 2009) จะใช้การอ้างอิงค่าความคาดหวังผู้เชี่ยวชาญในการสอนฟิสิกส์จากประเทศสหรัฐอเมริกาดังกล่าวสำหรับเปรียบเทียบกับผู้เรียนซึ่งค่าความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยที่อ้างอิงได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลค่าร้อยละของความคาดหวังเห็นด้วย / ไม่เห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในงานวิจัย

(Redish et al., 1998)

	Overall	Independence	Coherence	Concept	Reality Link	Math Link	Effort
ผู้เชี่ยวชาญ	87/6	93/3	85/12	89/6	93/3	92/4	85/4

ความคาดหวังทั้ง 6 กลุ่มนี้ถูกพิจารณาเป็นเจตคติ ความเชื่อ ที่ผู้เรียนจะแสดงออกทางพฤติกรรมโดยทำการเปรียบเทียบกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอน ฟิสิกส์ที่ Redish et al. (1998) สํารวจไว้เป็นค่ามาตรฐานว่าเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยตามตารางที่ 1 และความหมายของร้อยละความคาดหวังตามตารางที่ 3 เช่น กลุ่มความคาดหวัง Independence มีค่าร้อยละ 93/3 คือ ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นด้วยกับกลุ่มความคาดหวังนี้ คิดเป็นร้อยละ 93 ไม่เห็นด้วย คิดเป็นร้อยละ 3 และผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 4 มีความคิดเห็นเป็นกลาง

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning activities)

การเรียนรู้เชิงรุก เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ในระดับลึก ผู้เรียนจะสร้างความเข้าใจและค้นหาความหมายของเนื้อหาสาระโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มีการแยกแยะความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้เก่าที่มี สามารถประเมิน ต่อยอดและสร้างแนวคิดของตนเองซึ่งเรียกว่า มีการเรียนรู้เกิดขึ้น ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเรียนรู้ในระดับผิวเผิน เน้นการรับข้อมูลและจดจำข้อมูลเท่านั้น ผู้เรียนลักษณะนี้จะเป็นผู้เรียนที่เรียนรู้วิธีการเรียน (Learning how to learn) เป็นผู้เรียนที่กระตือรือร้นและมีทักษะที่สามารถเลือกรับ ข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล ได้อย่างมีระบบ การสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้เชิงรุก มีลักษณะสำคัญ 6 ประการด้วยกัน (Grabinger, 1996) คือ

การเรียนรู้ในแนวคิด Constructivism เป็นความรู้เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมเชิงรุกในการค้นหาความหมาย มีการจัดเรียงความรู้ของแต่ละบุคคลแตกต่างกันโดยผู้เรียน ค้นหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเป็นผู้มีบทบาทในการเรียน ซึ่งเรียกว่าการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ดังนั้นการที่จะสามารถดึงความรู้มาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้จะต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับรวมถึงการเชื่อมโยงภายในที่เป็นเรื่องของหลักการ ทฤษฎี และเชื่อมต่อกายนอก คือระหว่างหลักการกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนและครู ช่วยกันสร้างความเข้าใจและแลกเปลี่ยนความหมายของแต่ละบุคคลช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความมีส่วนร่วมในสังคมได้

สภาพบริบทการเรียนรู้ในสภาพจริง การเรียนรู้จำเป็นต้องอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ที่เป็นจริง ซึ่งผู้เรียนอาจจะได้พบเจอภายนอกสถานศึกษา ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามประสบการณ์ที่มีอยู่ ช่วยให้สามารถต่อยอดและจัดเก็บความรู้ได้เป็นอย่างดี การเรียนรู้ในสภาพจริงจึงไม่ใช่การเรียนเฉพาะหลักการ แนวคิด เท่านั้น แต่ต้องเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับ

ดังกล่าวในสภาพจริงด้วย รูปแบบการสอนในลักษณะที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ในสภาพจริง คือ การเรียนจากกรณีศึกษา และการเรียนแบบแก้ปัญหา

การริเริ่มและความรับผิดชอบของผู้เรียน ซึ่งเป็นลักษณะของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนต้องเปลี่ยนจากลักษณะการเรียนรู้ที่ตั่งรับ (Passive learning) มุ่งเน้นการเรียนรู้โดยเน้นจุดมุ่งหมายปลายทางมากกว่าการเรียนรู้ที่เน้นเนื้อหาแต่ละหัวข้อ โดยจดจำแนวคิดหลักซึ่งอาจไม่สามารถเชื่อมโยงหรือประยุกต์กับสภาพการณ์ที่เป็นจริงได้ ลักษณะพฤติกรรมการเรียนรู้แบบตั่งรับจึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถถ่ายโยงความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ ต่อเติมและสร้างความรู้ความเข้าใจได้

การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นวิธีการเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันในการแลกเปลี่ยน แบ่งปันความคิด เรียนรู้และรับผิดชอบการเรียนรู้ของผู้อื่นเหมือนกับของตนเอง การทำงานในกลุ่มช่วยให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นที่เกิดจากการใช้ความรู้ในการอภิปราย ได้เป็นอย่างดีมีเหตุผล ซึ่งทำให้ช่วยเพิ่มระดับความคิด

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยสร้างและต่อเติมความรู้ ผู้เรียนจะไม่สามารถสร้างความรู้ใหม่ได้โดยปราศจากกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้คิด สะท้อน และได้แย้ง โดยอิงจากความรู้เดิมที่มีอยู่ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยสร้างและต่อเติมความรู้นี้จะทำให้ผู้เรียนมีลักษณะแสวงหา สืบค้นและเป็นนักแก้ปัญหา ผู้สอนจะมีบทบาทในการช่วยอำนวยความสะดวกและแนะนำ ซึ่งเปลี่ยนจากเดิมที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้กิจกรรมลักษณะนี้จึงเน้นหนักที่การเรียนรู้แบบ โครงงานเพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและสร้างสรรค์ทางแก้ปัญหาในสภาพปัญหาจริง

การประเมินตามสภาพจริง ปัจจุบันการทดสอบและประเมินผู้เรียนดำเนินการโดยขึ้นอยู่กับผู้สอนและการตั้งวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ซึ่งไม่ได้เป็นการทดสอบและประเมินผู้เรียนในสภาพการณ์ที่ความรู้ใหม่ๆ จะนำไปประยุกต์ใช้ซึ่งจะเป็นสภาพจริงที่เกิดขึ้น

กล่าวโดยสรุป การเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) นอกจากจะขึ้นอยู่กับวิธีการเรียนของผู้เรียนแล้ว ภายใต้การจัดการเรียนการสอนของผู้สอนที่จัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหารวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสวงหา คัดสรร และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น ให้ผู้เรียนได้อธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วด้วยการเขียนสรุป การจดบันทึกเป็นภาษาของตนเอง ตั้งคำถามและตอบคำถาม เน้นการอภิปรายปัญหา ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นต้น จะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและแสวงหาความรู้อยู่เสมอ ในการเรียนรู้เชิงรุก บทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ถ่ายทอดความรู้ เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ รูปแบบการสอนที่เน้นการทำกิจกรรมให้เกิดการคิดและการวิเคราะห์ เช่น การเรียนจากกรณีศึกษา สถานการณ์จำลอง การเรียนแบบโครงการ การ

ทำงานกลุ่ม การเรียนแบบร่วมมือการเรียนรู้โดยการแก้ปัญหาและการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง และการวิจัย สำหรับวิธีการสอนแบบบรรยายนั้น จะต้องปรับให้มีกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทบทวน คิด อภิปราย ประเมินและตรวจสอบความคิดของตนเอง เช่น การคิดหาคำตอบเป็นรายบุคคล จากนั้น จับคู่อภิปราย และตรวจสอบความคิดระหว่างกลุ่ม (Pair - check) เป็นต้น ด้วยรูปแบบการสอน ดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน ไม่เป็นผู้เรียนที่คอยตั้งรับ (Passive learner)

2.3 ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจหมายถึง พอใจ ชอบใจ ความพึงพอใจ (satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้าง สลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดได้ทางอ้อม โดยการวัด ความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น และการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงจึง สามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้ พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2530 กล่าวไว้ว่า “พึง” เป็นคำ ช่วยกริยาอื่น หมายความว่า “ควร” เช่น พึงใจ หมายความว่า พอใจ ชอบใจ และคำว่า “พอ” หมายความว่า เท่าที่ต้องการ เต็มความต้องการ ถูก ชอบ เมื่อนำคำ สองคำมาผสมกัน “พึงพอใจ” จะ หมายถึงชอบใจ ถูกใจตามที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับ Wolman (ภณิดา ชัยปัญญา, 2541 : 11) กล่าวถึง ความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกที่ได้รับความสำเร็จตามมุ่งหวังและความต้องการ เช่นเดียวกับ กาญจนา อรุณ-สุขขุจิ ที่กล่าวถึง ความหมายของความพึงพอใจของมนุษย์ ว่าเป็นการ แสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตจากการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนและต้องมี สิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึง เป็นแรงจูงใจของบุคคลให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้หลายวิธี (ภณิดา ชัยปัญญา, 2541 : 11) เช่น การใช้แบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้ เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าว อาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ การสัมภาษณ์ เป็น วิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจะได้ข้อมูลที่เป็นจริง การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการ พุดจา กิริยาท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน และมีความต่อเนื่อง เป็นต้น

ดังนั้นความพึงพอใจต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงหมายถึง เจตคติทางบวกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่ได้ทำซึ่งเป็นผลให้นักเรียนเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้และทำงาน สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายของการเรียน

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ได้นำมาสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของพืช และสัตว์ในท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 01 (สันติ พันธุ์ชัย, 2554 : บทคัดย่อ) เช่นเดียวกัน การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเรื่อง โหมดนมดัมและการชน ศึกษา นักเรียนจำนวน 34 คน โรงเรียนร่มเกล้าวิทยาคม ราชวังคณาภิเษก พบว่า นักเรียนที่เรียนในวิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเรื่อง โหมดนมดัมและการชนอยู่ในระดับมาก (ลัดดา ตระกูลรัมย์, 2553 : บทคัดย่อ)

2.4 การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโหมดนมดัมและการชน

เดิมวิชาฟิสิกส์ได้มีการจัดการเรียนการสอนแยกส่วนประกอบด้วยวิชา กลศาสตร์ กลิ่น แสง เสียง ความร้อน แม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2532 : คำชี้แจง) โดยเน้นการคำนวณเป็นหลัก ต่อมาได้มีแนวคิดที่จะปรับปรุงการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยบูรณาการทุกส่วนเข้าด้วยกันเรียกว่า วิชาฟิสิกส์ โดยเน้นการทดลอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2519 : คำชี้แจง) และมีการปรับปรุงเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน มีการปรับลดการทดลองประกอบการเรียนและได้ตัดแยกออกจากเนื้อหาไปผนวกไว้ท้ายบท เรียกว่า กิจกรรมและการทดลอง แต่เพิ่มเติมในเนื้อหาภาคทฤษฎีมากขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544 : คำชี้แจง) และมีการพัฒนาให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาเป็นหลักการพื้นฐานที่จำเป็นต่อการนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน มีกิจกรรมที่หลากหลายแทรกไว้ท้ายเนื้อหา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีบทบาทในการตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การปฏิบัติการทดลองและการอภิปรายมากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551 : คำชี้แจง)

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โหมดนมดัมและการชนหลักสูตรปีพุทธศักราช 2518 และ 2524 ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและสรุปเป็นกฎ ทฤษฎี และสูตร ในขณะที่หลักสูตรปีพุทธศักราช 2544 เน้นการสอนเนื้อหาและทฤษฎีและผนวกการทดลองและกิจกรรมไว้ท้ายบท ล่าสุดได้ปรับปรุง

เป็นหลักสูตร พุทธศักราช 2551 ได้นำกิจกรรมและการทดลองแทรกเพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม และสรุปเป็น กฎ ทฤษฎี และสูตรอย่างไรก็ตาม สุนีย์ คล้ายนิล (2555 : 43 - 44) กล่าวว่า การเรียน โดยการปฏิบัติการทดลองต้องการเวลามากกว่าปกติ แต่โรงเรียนมีเวลาจำกัดและกำหนดไว้ตายตัว ในตารางเรียนแต่ละวิชา ครูมีพันธกิจที่จะต้องสอนตามเวลาที่กำหนดอย่างเคร่งครัด และต้อง “สอน ให้จบ” ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ การใช้เวลามากในการทดลองจึงเป็นเรื่องพุ่มพวยเกินความจำเป็น ดังนั้นการสอนโดยป้อนเนื้อหาสาระเตรียมตัวนักเรียนเพื่อตอบข้อสอบจึงเป็นเรื่องที่พบเห็นทั่วไป ในโรงเรียน และถึงแม้ว่าโรงเรียนจะเห็นด้วยกับคุณค่าของการทดลองในวิชาฟิสิกส์ แต่การเรียน การสอนโดยปฏิบัติการทดลองมีต้นทุนสูง สิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย เนื่องจากประเทศไทย ไม่ใช่ประเทศที่ร่ำรวยพอที่จะหาวัสดุอุปกรณ์มาตรฐานสำหรับโรงเรียนทั่วประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่มีการประกาศใช้หลักสูตรในระยะแรกนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ออกแบบอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในราคาต่ำ (Low - cost equipment) หรืออุปกรณ์ที่ไม่มีค่าใช้จ่าย (No - cost) มาใช้ในการทดลอง แม้กระนั้นอุปกรณ์การทดลองดังกล่าวนี้ก็มีปัญหาใน ตัวเอง เช่น ความยุ่งยากจากการกระจายอำนาจหรือขนส่งอุปกรณ์จากแหล่งผลิตไปยังโรงเรียน ปัญหาอุปกรณ์ไม่แข็งแรงทนทาน และอุปกรณ์ทางเลือกไม่ใช่อุปกรณ์มาตรฐาน เมื่อเกิดชำรุดก็ยาก ที่จะหาชิ้นส่วนมาซ่อมแซม บางอุปกรณ์ก็ให้ผลหยาบ ๆ ทำให้มีข้อจำกัดในการใช้ผลการทดลองที่จะนำมาตีความแปลความได้และที่สำคัญคือไม่มีกลไกในการบำรุงรักษาอุปกรณ์เหล่านี้จึงสูญ หายไปหรือถูกยกเลิกการใช้ไปในที่สุด ดังนั้นจึงมีครูหลายท่านที่พยายามสรรหาอุปกรณ์หรือสื่อ นวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาทิเช่น ลัดดา ตระกูลรัมย์ (2553 : 17-24) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการสร้าง ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเรื่อง โมเมนตัมและการชน ทดสอบกับ นักเรียนจำนวน 34 คน โรงเรียนนรยบุรีพิทยาคมราชมิ่งคลาภิเษก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยจัดกิจกรรมการ ทดลองเป็นกิจกรรมเน้นการสาธิตการทดลอง ในทำนองเดียวกัน นิคม อุ่นใจ (2554 : บทคัดย่อ) การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ธงชัย กนกโชติเลิศ (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ เพื่อการทบทวนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมเชิงเส้นและการชน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บไซต์ที่สร้างขึ้น เพื่อการทบทวนความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แบบแผนและระเบียบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบ One group pretest posttest design โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากประชากรทั้งหมด 76 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนตานีวิทยา ตำบลตานี อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างนี้เป็นกลุ่มที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ เป็นกลุ่มที่มีพฤติกรรมดังนี้ ไม่หนีเรียน มาเรียนอย่างสม่ำเสมอ และเข้าเรียนตรงตามเวลา

เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการเรื่อง โมเมนตัมและการชน ข้อสอบวัดความเข้าใจ แบบวัดความพึงพอใจ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และ แบบสำรวจ Maryland Physics Expectations (MPEx) ใช้สำรวจความคาดหวังของนักเรียนที่มีต่อการเรียนฟิสิกส์

การจัดกิจกรรมเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบสำรวจ MPEx สำรวจความคาดหวังของนักเรียนก่อนเรียนโดยใช้เวลา 15 - 20 นาที นักเรียนทดสอบความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชน ก่อนเรียนจำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 40 นาที จากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจแบบทดสอบเพื่อนำข้อมูลไปจัดกลุ่มนักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม ๆ ละ 6 คน ประกอบด้วย เก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน ก่อนการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัมและการชน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ผู้วิจัยชี้แจง อธิบายวิธีการเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการให้แก่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำความเข้าใจกับกิจกรรม อธิบายขั้นตอนการใช้ชุดปฏิบัติการ การจัดเตรียมอุปกรณ์ในแต่ละการทดลอง ให้นักเรียนพลัดเปลี่ยนหน้าที่ในการจัดเตรียมอุปกรณ์ เหน็จการเรียนรู้ โดยจะมีการประเมินคะแนนรายบุคคลและรายกลุ่ม นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมแต่ละการทดลอง ศึกษาความรู้จากชุดปฏิบัติการ ทำข้อสอบก่อนทำการทดลอง ทำการทดลอง ร่วมอภิปรายผล ตอบคำถามระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง ในการดำเนินการทดลองจะให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเวียนทำการทดลองเนื่องจากว่า อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนจำกัดจึงไม่สามารถทำการทดลองเหมือนกันพร้อมกันทั้ง 6 กลุ่มได้

ชุดปฏิบัติการประกอบด้วย 5 ตอน ซึ่งแต่ละตอนมีสิ่งที่เหมือนกัน คือ เนื้อหาโดยสรุป คำถามประกอบการทดลอง ชุดการทดลองและแบบฝึกคำนวณ ซึ่งแต่ละตอนใช้เวลา 2 คาบ ในการ

ทำกิจกรรมต่าง ๆ ของชุดปฏิบัติการ ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนออุปสรรคในการทดลอง และข้อบกพร่องของอุปกรณ์การทดลอง พร้อมทั้งแก้ปัญหาเตรียมเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป เมื่อกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มทำการทดลองครบทุกตอน ตัวแทนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปความคิดรวบยอด

หลังจากการทำการทดลองด้วยชุดปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความเข้าใจ แบบสำรวจ MPEX และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้กลุ่มตัวอย่างทำ ใช้เวลา 40 นาที สำหรับทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจ ใช้เวลา 15 - 20 นาที สำหรับทำแบบสำรวจ MPEX และ แบบวัดความพึงพอใจ นำผลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ T - test dependence โดยทดสอบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 วิเคราะห์แบบสำรวจ MPEX ด้วยค่าร้อยละ เปรียบเทียบกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 เครื่องมือในการวิจัย

การวิจัยนี้ผู้ได้ดำเนินการเตรียมและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้มีจำนวน 5 อย่าง ดังนี้

(1) แบบสำรวจ The Maryland Physics Expectations (MPEX) ฉบับภาษาไทยพัฒนาโดย อัมพร วณะ และคณะ (2548) ซึ่งได้นำแบบสำรวจ The Maryland Physics Expectations (MPEX) ต้นฉบับภาษาอังกฤษแปลเป็นภาษาไทยจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาตรวจสอบความถูกต้องโดยคงความหมายเดิมไว้ ประกอบด้วยข้อความ 34 ข้อความ เป็นแบบมาตราประมาณค่าความคิดเห็น 5 ระดับโดยให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นตั้งแต่ระดับ 5 เห็นด้วยมากที่สุดถึงระดับ 1 ไม่เห็นด้วยมากที่สุด โดยแบ่งความคาดหวังออกเป็น 6 กลุ่ม รายละเอียดแบบสำรวจ MPEX แสดงดังบทที่ 2

(2) ข้อสอบวัดความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบ วิธีวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์จากหนังสือการวัดผลการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี, 2549 : 155 - 222) จากนั้นจึงสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจในการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยสร้างเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 40 ข้อ และนำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำการวิเคราะห์แบบทดสอบโดยการหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ดัชนีบี (B-Index) เพื่อวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และความยากง่ายของข้อสอบ ดังนี้

การหาค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของเบรนนาน (Brennan) ได้เสนอสูตรในการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแล้วตั้งชื่อเป็นดัชนีบี (discrimination index B) การหาค่าอำนาจจำแนกวิธีนี้จะสอบครั้งเดียวจากกลุ่มตัวอย่างเดียว แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ที่สอบได้คะแนนผ่านเกณฑ์ และกลุ่มผู้ที่สอบได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ มีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร (สำหรับตัวถูก)} \quad B = \frac{U}{N_2} - \frac{L}{N_1}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 U แทน จำนวนคนทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
 L แทน จำนวนคนทำข้อสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่าน
 เกณฑ์
 N1 แทน จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์
 N2 แทน จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบที่ยอมรับกันจะมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถึง 1.00 ซึ่งอาจจะแบ่งคุณภาพของค่าอำนาจจำแนกโดยสังเขป ดังนี้

0.40 - 1.00 ดีมาก

0.30 - 0.39 ดีพอสมควร อาจต้องปรับปรุงบ้าง

0.20 - 0.29 พอใช้ได้แต่ต้องปรับปรุง

0.10 - 0.19 ค่าอำนาจจำแนกต่ำ ใช้ไม่ได้ ต้องปรับปรุงใหม่

0.00 อำนาจจำแนกไม่ได้

ซึ่งเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.46 - 0.77 และค่าอำนาจจำแนก 0.2 - 1.00 โดยคัดเลือกข้อที่เข้าเกณฑ์ไว้จำนวน 20 ข้อ

(3) แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความพึงพอใจโดยอิงตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยแบบวัดความพึงพอใจประกอบด้วยข้อความเชิงบวกและเชิงลบที่ครอบคลุมกับกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ได้กำหนดค่าของระดับความคิดเห็นเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยการกำหนดค่าน้ำหนักจะใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ตามวิธีการของลิเคิร์ท ซึ่งเป็นตัวสถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2552 : 145) ค่าเฉลี่ยที่ใช้ส่วนใหญ่มีทศนิยม 2 ตำแหน่ง จึงกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดระดับค่าเฉลี่ยออกเป็นช่วง ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง อยู่ในเกณฑ์ มากที่สุด หรือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง อยู่ในเกณฑ์ มาก หรือ เห็นด้วย

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง หรือ ไม่แน่ใจ

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง อยู่ในเกณฑ์ น้อย หรือ ไม่เห็นด้วย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง อยู่ในเกณฑ์ น้อยที่สุดหรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ในลักษณะเดียวกัน หากเป็นข้อความเชิงลบจะมีการกำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อจัดระดับค่าเฉลี่ยออกเป็นช่วงในทิศทางข้ามกับข้อความเชิงบวก

นำแบบวัดความพึงพอใจให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และให้คำแนะนำ ทำการปรับปรุงแก้ไขจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

(4) ชุดปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหา โครงสร้าง และกำหนดหัวข้อเรื่องที่จะดำเนินการใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ โมเมนตัม การคลและแรงคล การชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น การการคิดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวตรง(การระเบิด) และการชนกันของลูกกลมโลหะในสองมิติ จึงแบ่งชุดปฏิบัติการเป็น 5 ตอน ในแต่ละตอนจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับ จุดประสงค์ของแต่ละตอน เนื้อหา อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง วิธีการทดลอง และคำถามทั้งก่อนและหลังการทดลอง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน โดยเน้นให้การทดลองที่สร้างขึ้นเรียงลำดับจากง่ายไปจนถึงซับซ้อน การตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของชุดปฏิบัติการดำเนินการโดยให้หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และรองฝ่ายวิชาการเป็นผู้ให้คำปรึกษาพิจารณาความสอดคล้องของชุดปฏิบัติการ นำชุดปฏิบัติการที่ผ่านการการแก้ไขปรับปรุงไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างและเก็บข้อมูลทางสถิติ

(5) แผนการจัดการเรียนรู้ การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัม และการชน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ผู้วิจัยทำการศึกษาโครงสร้างรายวิชาและวิเคราะห์เนื้อหาจากหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนตานีวิทยา ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหา โมเมนตัม การคลและแรงคล การชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น การการคิดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวตรง (การระเบิด) และการชนกันในสองมิติ และศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ กิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องเนื้อหา เมื่อศึกษาข้อมูลครบถ้วนจึงวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดความเหมาะสมของเวลาเรียน ซึ่งได้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผน 12 คาบ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ตอนๆ ละ 2 คาบ (ตอนที่ 5 มีการทดลองย่อย 2 การทดลอง) ที่มีเพียง 1 แผน เนื่องจากว่า การจัดการเรียนการสอนใช้กระบวนการเดียวกัน แต่เป็นการเวียนกลุ่มเพื่อทำการทดลองเพราะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับอุปกรณ์ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อแบบแผนและระเบียบการวิจัย นำแผนที่สร้างเรียบร้อยแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตรวจสอบพิจารณาและนำมา

ปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะ และนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

- การวิเคราะห์ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ MPEX แบบสำรวจมีทั้งหมด 34 ข้อ แสดงความเห็น 5 ระดับตั้งแต่ไม่เห็นด้วยมากที่สุดจนถึงเห็นด้วยมากที่สุด ความคาดหวังของผู้เรียน ที่สำรวจแบ่งเป็น 6 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการเรียนรู้ 2) ด้านโครงสร้างความรู้ 3) ด้านเนื้อหาความรู้ 4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง 5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ และ 6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์โดยนำผลการทำแบบสำรวจก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบความคาดหวังของนักเรียนเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ ด้วยกราฟ

การวิเคราะห์ความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ เมื่อทำการทดสอบก่อนเรียน แล้วสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เมื่อสอนจบตามแผนที่วางไว้ นำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบโดยใช้สถิติ T-test แบบ dependence

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนเรื่องโมเมนตัมและการชนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เมื่อสอนจบตามแผนที่วางไว้ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นจึงแปลผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

บทที่ 4

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

ในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการสำรวจความคาดหวัง ความพึงพอใจและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

การศึกษาการสำรวจความคาดหวังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 36 คน ด้วยแบบสำรวจ MPEX ที่แสดงความเห็น 5 ระดับตั้งแต่ไม่เห็นด้วยมากที่สุด จนถึงเห็นด้วยมากที่สุด ความคาดหวังของผู้เรียนที่สำรวจแบ่งเป็น 6 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการเรียนรู้ (Independence) 2) ด้านโครงสร้างความรู้ (Coherence) 3) ด้านเนื้อหาความรู้ (Concept) 4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง (Reality Link) 5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ (Math Link) และ 6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Effort) ผลความคาดหวังของนักเรียนเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในสหรัฐอเมริกาทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงได้ดังตารางที่ 4

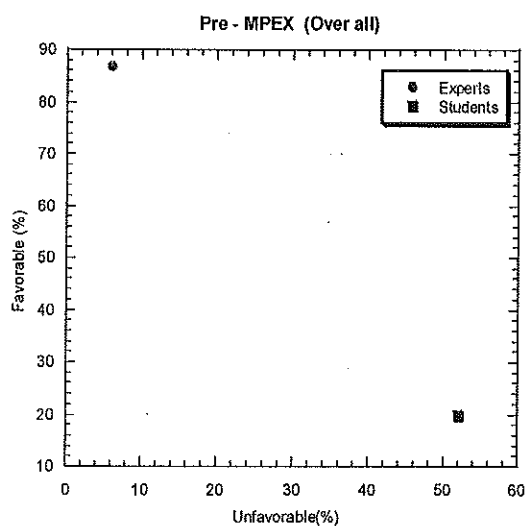
จากตารางที่ 4 ความคาดหวังภาพรวม (Overall) ของนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ประกอบด้วย ความคาดหวังตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (Favorable) / ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (Unfavorable) 20/52 และ 47/31 ตามลำดับจะเห็นได้ว่าความคาดหวังในภาพรวมของนักเรียนก่อนเรียนมีความแตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญอย่างมากแสดงดังภาพที่ 1 (ก) ซึ่งส่งผลให้ความเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากความคาดหวัง มีความหมายครอบคลุมถึงความเข้าใจของกระบวนการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์และการสร้างความรู้ทางฟิสิกส์ และสิ่งที่นักเรียนคาดหวังว่าจะเกิดขึ้นในการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเมื่อนักเรียนได้รับการสอนเรื่องโมเมนตัมและการชนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก พบว่าร้อยละความคาดหวังในภาพรวมตรงกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น และความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมีค่าลดลงแสดงดังภาพที่ 1 (ข)

เมื่อพิจารณาแต่ละกลุ่มความคาดหวังดังรูปภาพที่ 2 (ก) พบว่า กลุ่มความคาดหวังก่อนเรียนของนักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ Effort, Reality Link, Concept, Independence และ Coherence, Math link ตามลำดับ ส่วนกลุ่มความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุดเมื่อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ Coherence, Independence และ Concept, Math link, Reality Link และ Effort ตามลำดับ แต่หลังจากที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเรื่องโมเมนตัมและการชนแสดงดังภาพที่ 2 (ข)

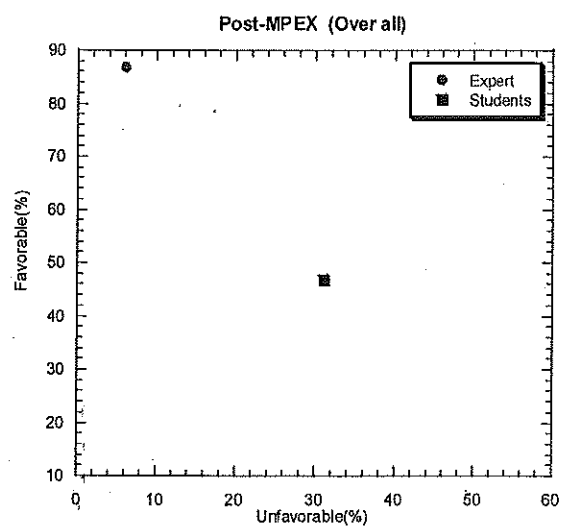
พบว่า ร้อยละความคาดหวังของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญได้ผลดังนี้ กลุ่มความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ Effort, Concept, Reality Link,

ตารางที่ 4 ความคาดหวังของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์

ความคาดหวังด้าน	ผลความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ (Expert)	ผลความคาดหวังนักเรียน(Students)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
Overall	87/6	20/52	47/31
Independence	93/3	8/67	40/41
Coherence	85/12	6/68	42/37
Concept	89/6	14/67	60/18
Reality Link	93/3	31/28	44/31
Math Link	92/4	6/65	36/40
Effort	85/4	52/15	61/20



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ความคาดหวังของนักเรียนเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ

(ก) ความคาดหวังในภาพรวมของนักเรียนก่อนเรียน

(ข) ความคาดหวังในภาพรวมของนักเรียนหลังเรียน

Coherence, Independence และ Math Link ตามลำดับ ส่วนกลุ่มความคาดหวังที่ไม่ตรงกับ ผู้เชี่ยวชาญมากที่สุดเมื่อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ Concept, Effort, Reality Link, Coherence, Math link และ Independence ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลความคาดหวังทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยการเรียนรู้แบบ เชิงรุก (Active learning) ทำให้ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนมีแนวโน้มตรงกับ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น คือ ค่าตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้นและมีค่าความคาดหวังที่ไม่ตรง กับผู้เชี่ยวชาญลดลง ซึ่งแยกพิจารณาเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มความคาดหวังด้าน Independence เป็นการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยการได้รับข้อมูลจาก การอ่านหนังสือหรือจากผู้รู้ หรือเป็นการเรียนรู้อย่างอิสระ สามารถตอบสนองต่อการสร้างความรู้ ด้วยตนเอง ซึ่งข้อความที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยข้อที่ 1, 8, 13, 14, 17 และ 27 โดยเฉพาะข้อที่ 1 และ 14 เป็นข้อความที่แสดงให้เห็นชัดเจนว่า การทำความเข้าใจในวิชาฟิสิกส์ กฎ หลักการและสมการ จะต้องได้จากการอ่านหนังสือ การทำโจทย์ปัญหาจำนวนมาก และการตั้งใจเรียนในห้องเรียน ซึ่ง ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ตอบว่า ไม่เห็นด้วยกับข้อความที่ 1 และ 14 คิดเป็นร้อยละ 100 และร้อยละ 84 ตามลำดับ (Redish and Saul, 1998 : 8) แต่สำหรับผลของการสำรวจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนตานีวิทยา พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนเห็นด้วยกับข้อความที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 97 และข้อความ ที่ 14 คิดเป็นร้อยละ 94 แสดงถึงภาคผนวก ก ซึ่งแสดงให้เห็นชัดเจนว่า นักเรียนเข้าใจว่าการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์เป็นการเรียนโดยการได้รับข้อมูลจากครูผู้สอน จากการอ่านหนังสือ และการตั้งใจเรียนใน ห้องเรียน ไม่จำเป็นต้องหาความรู้ด้วยตนเอง หรือการเรียนรู้โดยอิสระ แต่เมื่อนักเรียนกลุ่มนี้ได้ เรียนเรื่องโมเมนตัมและการชนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งเป็นการเรียนที่ผู้เรียนมี บทบาทการเรียนรู้ด้วยตนเอง (สุนีย์ คล้ายนิลย์, 2555 : 7) ได้ลงมือปฏิบัติ อภิปรายร่วมกับสมาชิกใน กลุ่มและมีอิสระในการคิด ทดลอง สามารถทำการทดลองซ้ำได้เมื่อเห็นว่าข้อมูลยังบกพร่อง พบว่า ความคิดเห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้นจากความคิดเห็นก่อนเรียน คือข้อความที่ 1 ลดเหลือ ร้อยละ 72 และข้อความที่ 14 ลดเหลือร้อยละ 81 แต่ถึงกระนั้นค่าร้อยละที่เปลี่ยนแปลงไปก็ยังแสดงให้เห็น ว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังเห็นด้วยกับข้อความนี้และเมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้งข้อ 1, 8, 13, 14, 17 และ 27 ความคาดหวังของนักเรียนในกลุ่ม Independence เปรียบเทียบกับความคาดหวังของ ผู้เชี่ยวชาญพบว่า นักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable) / ความคาดหวังที่ไม่ตรง กับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 8/67 หลังเรียน 40/41 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิง รุกทำให้นักเรียนเข้าใจตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมนี้ช่วยให้นักเรียนคาดหวัง ว่าการเรียนวิชาฟิสิกส์สามารถศึกษาได้โดยอิสระจากเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน สามารถสร้างองค์ ความรู้ได้จากสิ่งรอบตัวและเนื้อหาความรู้ที่ได้ไม่ได้มาจากการจดจำเพียงเท่านั้น

กลุ่มความคาดหวังด้าน Coherence เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับ โครงสร้างของ ความรู้ทางฟิสิกส์ หลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องต่างๆ เช่น แรงและการเคลื่อนที่ โมเมนตัมและ การชน เป็นต้น ว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันหรือเป็นสิ่งที่ไม่ขึ้นต่อกัน ประกอบด้วยข้อความที่ 12, 15, 16, 21 และ 29 ซึ่งข้อความที่ 21 และ 29 เป็นข้อความที่แสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่า ในการแก้ โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ไม่ใช่เป็นเพียงนำความรู้ที่จดจำมาวิเคราะห์แก้โจทย์ปัญหาเท่านั้น แต่จะต้อง เข้าใจโครงสร้าง ต้องรู้การเชื่อมโยงเนื้อหาเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งเมื่อผู้วิจัยสำรวจความคิดเห็นนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable) / ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 6/68 และหลังเรียน 42/37 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้นักเรียนเข้าใจตรงกับ ผู้เชี่ยวชาญในด้านโครงสร้างของการเรียนมากขึ้น นักเรียนคาดหวังที่จะเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ได้ ในทุกสถานการณ์ สามารถใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มาจากการแก้โจทย์ ปัญหา

กลุ่มความคาดหวังด้าน Concepts เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทาง ฟิสิกส์ ว่าเป็นเรื่องของสูตรหรือหลักการที่ซ่อนอยู่ภายในสูตร ประกอบด้วยข้อความที่ 4, 19, 26, 27 และ 32 โดยเฉพาะข้อความที่ 4 และ 19 แสดงให้เห็นชัดเจนว่า การแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ คือ การจับปัญหานั้นเข้ากับข้อเท็จจริงหรือสมการที่ถูกต้อง จากนั้นแทนค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ตัวเลข ออกมา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ เมื่อผู้วิจัยทำการสำรวจความคาดหวังของ นักเรียน พบว่า นักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable) / ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับ ผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 14/67 หลังเรียน 60/18 แสดงว่าก่อนเรียนนักเรียนเข้าใจไม่ตรง กับผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาความรู้ แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชนด้วยการจัด กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เป็นผลทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น เมื่อนักเรียน จะแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ในข้อสอบหรือการบ้าน นักเรียนจะนึกถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และนักเรียนเข้าใจว่าการแก้ปัญหาโจทย์ไม่ใช่แค่การแทนค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ตัวเลขออกมา ในการ ใช้สมการหนึ่ง ๆ เพื่อนำมาแก้โจทย์ปัญหาแต่ต้องมีความรู้และเข้าใจความหมายของสมการแต่ละ ภาคเรียน จึงจะสามารถแก้ปัญหาโจทย์นั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถลำดับความคิดได้อย่างเป็น ขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

กลุ่มความคาดหวังด้าน Reality Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับการเชื่อมโยง ระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริงประกอบด้วยข้อความที่ 10, 18, 22 และ 25 ข้อความ เหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับสิ่งที่ประสบในชีวิต สามารถเชื่อมโยง

สิ่งที่กำลังเรียนเข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ เช่น เมื่อเรียนเนื้อหาของการชน นักเรียนสามารถยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้ อาทิเช่น รถยนต์ชนกันบนท้องถนน การชนกันของลูกแก้ว และสามารถอธิบายเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์พลังงาน จลน์ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น ความคาดหวังของนักเรียนในกลุ่ม Reality Link จึงมีความตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น ส่วนความคิดเห็นที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญจึงน้อยลง คือ นักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (Favorable) / ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 31/28 หลังเรียน 44/31 นั้นแสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนเข้ากับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้ ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจในสถานการณ์ได้ดีขึ้น

กลุ่มความคาดหวังด้าน Math Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับบทบาทของคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ว่าคณิตศาสตร์เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือคณิตศาสตร์ถูกใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ ประกอบด้วยข้อความที่ 2, 6, 8, 16 และ 20 โดยเฉพาะข้อความที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้จากสมการหรือการพิสูจน์สูตรเพื่อที่ว่าสูตรที่ได้มาถูกต้องและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ เพราะการแก้ปัญหาไม่ได้ขึ้นอยู่กับสมการหรือสูตรเท่านั้นแต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการ สมการและสูตรเป็นเพียงส่วนช่วยให้เราสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ให้ถูกต้องและแม่นยำขึ้น ซึ่งนักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable) / ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 6/65 หลังเรียน 36/40 แสดงว่า นักเรียนมีความเห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้น แต่ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญก็ยังคงสูงกว่าความคิดเห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเชื่อว่าการมุ่งเน้นทำโจทย์ปัญหาที่เป็นคำนวณจะช่วยให้ตัวเองมีความรู้ทางวิชาฟิสิกส์มากขึ้น โดยนักเรียนกล่าวว่า ถ้าสามารถคำนวณหาคำตอบได้จากการแทนตัวเลขในสมการโมเมนตัมได้ จะทำให้ได้คะแนนในการทำข้อสอบมากขึ้น ส่งผลให้ตัวเองมีความรู้ทางด้านโมเมนตัม และการแทนค่าสมการให้ได้คำตอบที่เป็นตัวเลขออกมาทำให้นักเรียนเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาได้มากยิ่งขึ้น ไม่คาดหวังที่จะเข้าใจสมการอย่างลึกซึ้ง

กลุ่มความคาดหวังด้าน Effort เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจฟิสิกส์ว่านักเรียนคาดหวังที่จะคิดหรือพิจารณาอย่างละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่ทำหรือผลลัพธ์ที่ได้กลับมาหรือไม่ ประกอบด้วยข้อความที่ 3, 6, 7, 24 และ 31 แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ฟิสิกส์จะต้องมีการบันทึกข้อมูล และมีการติดตามในสิ่งที่ครูกำลังสอน มีการคิดอย่างรอบคอบในการทำข้อสอบหรือการบ้าน ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่คาดหวังว่านักเรียนจะเป็นเช่นนั้น แต่ก็มีนักเรียน

ไม่น้อยที่ไม่ได้สนใจในสิ่งที่ครูกำลังสอน เพราะคิดว่าวิชาฟิสิกส์เป็นสิ่งที่ยาก ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดानीวิทยามีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (Favorable) / ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 52/15 หลังเรียน 61/20 จะเห็นได้ชัดเจนว่ากลุ่มความคาดหวังของนักเรียนมีค่าตรงกับผู้ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้น และมีความคาดหวังก่อนเรียนตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุดในความคาดหวังกลุ่มอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2 (ก) และความคาดหวังหลังเรียนที่ตรงกับผู้ผู้เชี่ยวชาญเป็นลำดับที่ 2 แสดงดังภาพที่ 2 (ข) รองจากกลุ่มความคาดหวังด้านที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากว่าในการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทมากที่สุด ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัมเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง และบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง พร้อมทั้งวิเคราะห์สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ ก่อนที่จะมีการสรุปองค์ความรู้ที่ได้

กล่าวโดยสรุป ได้ว่า การสำรวจความคาดหวังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดानीวิทยา หลังจากที่ได้จัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) มีผลทำให้ความคาดหวังของนักเรียนตรงกับผู้ผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น และความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญน้อยลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความเชื่อ เจตคติ และความคาดหวังของนักเรียนมีความแตกต่างกันน้อยลง ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันและประสบความสำเร็จในการเรียนรู้สูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนเข้าใจธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์ วิธีการเรียนวิชาฟิสิกส์ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหา สมการ สูตร หรือกฎต่าง ๆ เข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

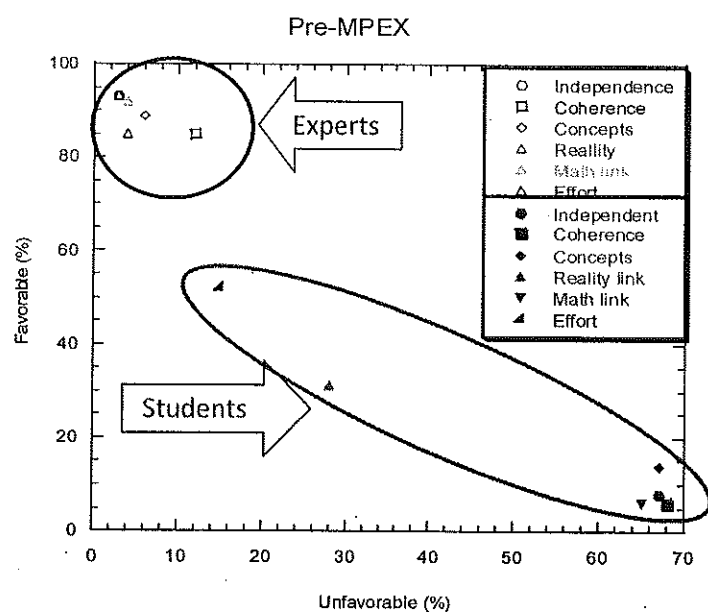
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดानीวิทยา จำนวน 36 คน ด้วยการเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

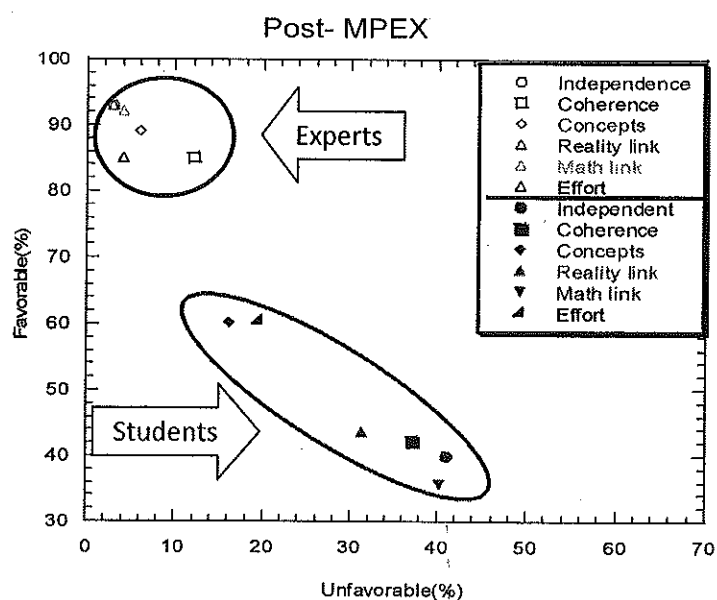
กระบวนการสอบ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	N	ค่าสถิติ			
		$\bar{X}$	SD	t	P
ก่อนเรียน	36	5.17	2.311	10.85	0.00*
หลังเรียน	36	9.14	2.282		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df = 35, t = 1.69

จากผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน นำมาสรุปได้ดังตารางที่ 5 ค่า t คำนวณได้ 10.85 มากกว่า tวิกฤติ (มีค่าเท่ากับ 1.69) คะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้น



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 กราฟร้อยละความคาดหวังในภาพรวมของนักเรียนเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ

(ก) กลุ่มความคาดหวังก่อนเรียน

(ข) กลุ่มความคาดหวังหลังเรียน

จากคะแนนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 19.85 จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโมเมนตัมและการชนสูงขึ้นหลังจากที่มีการจัดการเรียนรู้เชิงรุก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เนื่องจากก่อนการเรียนนักเรียนยังขาดความเข้าใจต่อการเรียนรู้ การเชื่อมโยงเนื้อหา การบันทึกข้อมูลจากการค้นคว้า การวิเคราะห์ การใช้สมการที่ถูกต้องและไม่สามารถลำดับความคิดให้เป็นลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบได้ เมื่อนักเรียนได้รับการเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชน โดยการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนมีการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการรับผิดชอบต่อการเรียนของตน โดยการลงมือกระทำ พูด ฟัง คิด เขียน ทดลอง อภิปรายผล แก้ปัญหาและมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนที่เรียนด้วยกันและนักเรียนสามารถทำการทดลองซ้ำบ่อยๆ ได้เมื่อต้องการทบทวนผลการทดลองเป็นผลให้นักเรียนมีความสามารถ ความชำนาญ พัฒนาเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ของนักเรียนจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาเพื่อยกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการสร้างชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเรื่องโมเมนตัมและการชน ทดสอบกับนักเรียน 34 คน โรงเรียนมัธยมบุรีพิทยาคม ราชมิ่งคลาสิก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ถิตดา ตระกูลรัมย์, 2553 : 17 - 24) ในทำนองเดียวกัน การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการใช้ชุดการสอนเรื่องโมเมนตัมเชิงเส้น ทดสอบนักเรียนชั้น ปวส. จำนวน 30 คน ของวิทยาลัยการอาชีพขอนแก่น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (อุบลศรี อ่อนพลี, 2554 : 15 - 17) การศึกษาเจตคติต่อการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโมเมนตัมและการชน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก จากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 36 คน เป็นเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบ่งเป็น เพศชาย 6 คน เพศหญิง 30 คน ซึ่งดำเนินการเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเรียบร้อยแล้ว ได้ผลปรากฏในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ข้อ ที่	รายการ	$\bar{X}$	แปลค่า $\bar{X}$	SD	ระดับ คุณภาพ
1	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าสนใจ	4.67	4.67	0.76	มากที่สุด
2	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสับสนเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์	1.47	4.53	0.81	มากที่สุด
3	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่นำไปพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้า	4.67	4.67	0.76	มากที่สุด

ตารางที่ 6 ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการ	$\bar{x}$	แปลค่า $\bar{x}$	SD	ระดับ คุณภาพ
4	ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้ทำการทดลองเรื่อง โมเมนตัมและการชน	4.83	4.83	0.38	มากที่สุด
5	ข้าพเจ้ารู้จักอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่อได้ทำ การทดลองเรื่อง โมเมนตัมและการชน	4.75	4.75	0.55	มากที่สุด
6	ข้าพเจ้ามีเวลามากพอสำหรับการทำการทดลองเรื่อง โมเมนตัมและการชน	4.64	4.64	0.64	มากที่สุด
7	การทดลองเรื่อง โมเมนตัมและการชนทำให้ข้าพเจ้า เกิดความเครียด เพราะต้องขบคิดปัญหาตลอดเวลา	1.72	4.28	0.91	มาก
8	ข้าพเจ้าชอบที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้เชิงรุก	4.19	4.19	0.75	มาก
9	ข้าพเจ้ารู้สึกกังวลเมื่อต้องทำการทดลองเรื่อง โมเมนตัมและการชน	1.42	4.58	0.97	มากที่สุด
10	ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้ทำการทดลองด้วยตนเอง	4.67	4.67	0.76	มากที่สุด
11	การเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้ข้าพเจ้ามี ความสุข	4.83	4.83	0.38	มากที่สุด
12	การทำการทดลองเรื่อง โมเมนตัมและการชน บางครั้งอันตรายและน่ากลัวทำให้ข้าพเจ้าไม่ชอบ	1.36	4.64	0.80	มากที่สุด
13	ในชั่วโมงปฏิบัติการทดลองเรื่อง โมเมนตัมและการ ชน ข้าพเจ้าต้องการให้หมดเวลาโดยเร็ว	1.28	4.72	0.45	มากที่สุด
14	ชั่วโมงปฏิบัติการทดลองเรื่อง โมเมนตัมและการชน เป็นชั่วโมงที่ข้าพเจ้ารอคอย	3.61	3.61	1.20	มาก
15	เมื่อผู้สอนให้ทำการทดลองข้าพเจ้าต้องตั้งใจทำงาน สำเร็จ	1.50	4.50	0.91	มากที่สุด
16	เมื่อผู้สอนให้ทำการทดลองข้าพเจ้าจะตั้งใจทำอย่าง ดีเยี่ยม	4.44	4.44	0.81	มาก
17	ในชั่วโมงการทดลอง ข้าพเจ้าชอบแอบอ่านหนังสือ	1.39	4.61	0.77	มาก

ตารางที่ 6 ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการ	$\bar{x}$	แปล ค่า $\bar{x}$	SD	ระดับ คุณภาพ
	การคุ้นเสมอ				ที่สุด
18	ข้าพเจ้าไม่ชอบทำการทดลองเป็นกลุ่ม	1.11	4.89	0.32	มากที่สุด
19	ข้าพเจ้าสามารถนำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดี	4.39	4.39	0.77	มาก
20	เมื่อใดที่ข้าพเจ้าลงมือทำการทดลองข้าพเจ้าจะทำงาน สำเร็จ	4.64	4.64	0.76	มากที่สุด
เฉลี่ย			4.55	0.72	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ได้แก่ ข้อความที่ 18 มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 1.11 หรือเมื่อแปลค่าแล้วมีค่าเท่ากับ 4.89 รองลงมา คือ ข้อความที่ 4 และข้อความที่ 11 มีระดับความพึงพอใจ เท่ากัน คือ 4.83 และข้อความที่ 5 มีระดับความพึงพอใจเท่ากับ 4.75 ตามลำดับ ส่วนข้อความที่ 14 ได้ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ 3.61 เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีค่าเท่ากับ 4.55 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ มากที่สุด และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของนักเรียน สรุปได้ดังนี้ นักเรียนมีความสนุกสนานในการทำการทดลองตามชุดปฏิบัติการ และนักเรียนอยากให้มีการทดลองแบบนี้ทุกบท ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนตานีวิทยา ชอบที่จะทำงานเป็นกลุ่ม เนื่องจากการทำการทดลองในการเรียนรู้เชิงรุกทำให้นักเรียนมีความสุขที่ได้ทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติ วิเคราะห์การทดลองมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิพวรรณ ไกรนรา (2550 : 47- 48) พันธ์ดา สุหุยานาง (2547 : 77) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทำให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและความคิดเห็นของนักเรียนต่อการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการอยู่ในระดับเห็นด้วยร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยการเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชน ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยการเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชน ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก สามารถสรุปผลการวิจัยดังนี้

นักเรียนมีความคาดหวังต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้หลังเรียนมีแนวโน้มตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น แสดงค่าความคาดหวังเป็นที่พึงประสงค์ (Favorable) / ไม่พึงประสงค์ (Unfavorable) ในภาพรวมก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 20/52 กลุ่มความคาดหวังด้าน Effort มีความคิดเห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุดและกลุ่มความคาดหวังด้าน Coherence ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด ส่วนความคิดเห็นหลังเรียนความคาดหวังในภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 47/31 กลุ่มคาดหวังด้าน Effort ยังเป็นกลุ่มความคาดหวังตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุดเช่นเดิม และกลุ่มความคาดหวังด้าน Concept ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มความคาดหวังด้าน Math Link ยังมีความคาดหวังไปในทิศทางเดิม คือไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากกว่าตรงกับผู้เชี่ยวชาญ นักเรียนมีความคาดหวังว่าคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยให้คำนวณได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าคณิตศาสตร์ หรือสูตรเป็นเพียงส่วนช่วยในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้องแม่นยำขึ้นเท่านั้น แต่ความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีปัจจัยอื่นเกี่ยวข้อง ดังนั้นการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความคาดหวังด้าน Math Link จึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นความเข้าใจด้วยปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากการสูตรหรือสมการ

คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากคะแนน 20 คะแนน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 5.17 คะแนน และหลังเรียน 9.14 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 19.85 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติตารางที่ 4.2 พบว่า ค่า t มีค่า 10.85 ซึ่งมากกว่า t วิฤติ แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

ความพึงพอใจต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.55 ซึ่งข้อความที่กล่าวว่า นักเรียนชอบทำงานเป็นกลุ่มมีค่าเฉลี่ย 4.89 มีค่าสูงที่สุดและข้อความที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือข้อความที่กล่าวว่า ชั่วโมงปฏิบัติการทดลอง เรื่องโมเมนตัมและการชนเป็นชั่วโมงที่ซ้ำฟุ้งเจ้ออกออย มีคะแนนระดับความพึงพอใจเฉลี่ย 3.61 จากการสรุปผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัมและการชนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้นักเรียนมีการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการรับผิดชอบต่อการเรียนของตน มีการลงมือกระทำ พูด ฟัง คิด เขียน ทดลอง อภิปรายผล แก้ปัญหามีการวางแผนการเรียนรู้ของตนเองอย่างเป็นระบบ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนที่เรียนด้วยกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการกิจกรรมที่นักเรียนมีบทบาทในการเรียนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นครูผู้สอนควรมีการวางแผนกำหนดเวลาให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้วการจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำการทดลอง ควรมีการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ก่อนนำไปใช้เสมอและควรอธิบายการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดให้นักเรียนฟังอย่างละเอียดเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียน

สำหรับข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนต่อการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัมและการชนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่เหมาะสมแก่นักเรียนในสภาพแวดล้อมต่างๆ ควรมีการนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไปใช้กับนักเรียนชั้นอื่น ๆ และควรมีการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความพึงพอใจของนักเรียนกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ให้มีการพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2518. กรุงเทพฯ, 2519.
- _____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).
กรุงเทพฯ : การศาสนา, 2532.
- _____. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : การศาสนา, 2544.
- กาญจนา จันทร์ประเสริฐ. “ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักศึกษา คณะพยาบาลศาสตร์”, ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยรังสิต. น.413 – 418.
มหาวิทยาลัยรังสิต, 2551.
- _____. “การสำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักศึกษา วิทยาลัยแพทยศาสตร์”, ใน การประชุมวิชาการศิลปการวิจัยครั้งที่ 3. น. 264 – 269.
มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553.
- ทิพวรรณ ไกรนรา. ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.
- ธงชัย กนกโชติเลิศ. การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ เพื่อการทบทวน วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมเชิงเส้นและการชนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2546.
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS.พิมพ์ครั้งที่10. กรุงเทพฯ : บิสซิเนสอาร์แอนด์ดี, 2552.
- นิคม อุ่นใจ. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2554.
- พนัดดา สุหุ้ยนาง. การพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัย มหาสารคาม, 2547.
- พิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์ และคณะ. “ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานของนักศึกษา คณะ สัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรด้วยอิเล็กทรอนิกส์”, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านอิเล็กทรอนิกส์ ครั้งที่ 8. น. 529 – 536. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ภณิกา ชัยปัญญา. ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อกิจกรรมไร่นาสวนผสมภายใต้โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2541.
- กัตตา ตระกูลรัมย์. “การพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนโดยวิธีการสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม เรื่อง โมเมนต์และการชน”, ใน การประชุมวิชาการ มอ.งานวิจัยครั้งที่ 4. น.257 – 264. คณะวิทยาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- สมนึก ภัททิยชนี. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กพลินธุ์ : โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์, 2549.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2551.
- สันติ พันธุ์ชัย. การพัฒนารูปแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของพืชและสัตว์ในท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.
- สุนีย์ คล้ายนิล. การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาและภาวะถดถอย. สมุทรปราการ : แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส, 2555.
- อัมพร วงนะ, นฤมล เหมะรัตต์ และ เชิญโชค ศรีขวัญ. การสำรวจความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์. สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548.
- อุบลศรี อ่อนพลี. วิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : จิตวัฒนะ, 2554.
- Grabinger, R.S. “Rich Environments for Active Learning”, In Handbook of research for educational communications and technology; D.H. Jonassen, ed. pp. 665 – 692. New York: Macmillan, 1996.
- Örnek , F., Robinson, W.R., Hagan, M. P. “Students’ Expectations about an Innovative Introductory Physics course”, Journal of TURKISH SCIENCE EDUCATION. 5(1): 48-58, 2008
- Redish, E. F., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. “Student expectations in introductory physics”, American Journal of Physics. 66(3): 212-224, 1998.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Şahin, M. "Exploring University Students' Expectations and Beliefs about Physics and Physics Learning in a Problem-Based Learning Context", Eurasia Journal of Mathematics. 5(4): 321 – 333, 2009.
- Suvarnaphaet, P. The Comparison of Student Expectations on e-Learning Courseware and face-to-face Instruction in Fundamental Physics. Bangkok: Thailand Cyber University, 2011.
- Wutchana, U. and et al. Student expectations in general physics course. Nakorn Prathom: Siam Physics Congress, 2007.
- Wutchana, U. and et al. The Comparison between Teacher and Student Expectations in Learning Physics. Nakhon Si Thammarat: Science and Technology of Thailand, 2007.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ก.1 แบบวัดความเข้าใจเรื่องโน้มนำและการชน

แบบวัดความเข้าใจ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องหรือเหมาะสมที่สุด เพียงข้อเดียว

1. ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างแรงและ

โมเมนตัม

ก. $F = \Delta P$

ข. $F = \Delta P / \Delta t$

ค. $F = Pt$

ง. $F = Px$

2. ถ้าต้องการพิสูจน์ว่าแรงดลระหว่างไข่กับพื้น

โต๊ะมากกว่าระหว่างไข่กับฟองน้ำ สิ่งใดคือตัว

แปรต้น

ก. ลักษณะพื้น

ข. ช่วงเวลาในการกระทบ

ค. ขนาดไข่

ง. ความสูงที่ปล่อย

3. ปล่อยวัตถุมวล 100 กรัม ให้ตกจากที่สูง 20

เมตร โมเมนตัมของวัตถุขณะที่ชนพื้นเป็น

เท่าใด เมื่อ $g = 10 \text{ m/s}^2$

ก. 0.20 kg-m/s

ข. 2.0 kg-m/s

ค. 2.0×10^2 kg-m/s

ง. 2.0×10^3 kg-m/s

4. โมเมนตัมของวัตถุไม่ขึ้นกับปริมาณใด

ก. ความเฉื่อย

ข. ความเร่ง

ค. มวล

ง. ความเร็ว

5. เมื่อวัตถุ มีการเคลื่อนที่ ต้องมีสิ่งใดต่อไปนี้

1) อาจจะมีแรง

2) อาจมีโมเมนตัม

3) พลังงานศักย์อาจเกิดขึ้น

ก. 1) เท่านั้น

ข. 2) เท่านั้น

ค. 1) และ 2)

ง. 1), 2) และ 3)

6. กฎทรงโมเมนตัมมาจากกฎการเคลื่อนที่ข้อ

ใดของนิวตัน

ก. กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

ข. กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ค. กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

ง. กฎที่พัฒนาขึ้นมาใหม่และไม่ใช้กฎ

ของนิวตัน

7. ถ้าต้องการศึกษาว่ามวลของวัตถุมีผลต่อ

โมเมนตัมที่เกิดขึ้นมากหรือน้อยแตกต่างกัน

หรือไม่ ควรออกแบบการทดลองอย่างไร

ก. ปล่อยวัตถุที่ระดับต่างกัน มวลเท่ากัน

- ข. ปล่อยวัตถุที่ระดับต่างกัน มวลต่างกัน
 ค. ปล่อยวัตถุที่ระดับเดียวกัน มวลเท่ากัน
 ง. ปล่อยวัตถุที่ระดับเดียวกัน มวลต่างกัน
8. เมื่อเราเหวี่ยงคันเร่งเพื่อให้รถยนต์มีความเร็วเพิ่มเป็นสองเท่าปริมาณใดต่อไปนี้มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า

- ก. พลังงานศักย์ของรถยนต์
 ข. พลังงานจลน์ของรถยนต์
 ค. โมเมนตัมของรถยนต์
 ง. การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของรถยนต์

9. ข้อใดกล่าวถึงการชนกันในหนึ่งมิติ ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับโมเมนตัมของระบบ

- ก. ทิศทางของโมเมนตัมก่อนชนและหลังชนไปทิศเดียวกัน
 ข. ทิศทางของโมเมนตัมก่อนชนและหลังชนมีทิศตรงข้ามกัน
 ค. การชนที่มีโมเมนตัมก่อนชนน้อยกว่าโมเมนตัมหลังชน
 ง. การชนที่มีโมเมนตัมก่อนชนมากกว่าโมเมนตัมหลังชน

10. ข้อใดเป็นหลักการที่สำคัญที่สุดของการศึกษาการชนกันของวัตถุในแนวตรง

- ก. การแตกหักของวัตถุหลังชน
 ข. ผลรวมของโมเมนตัมและพลังงานจลน์
 ค. ผลรวมของมวลวัตถุก่อนชนและหลังชน

- ง. ผลรวมโมเมนตัมก่อนชนและหลังชนมีค่าเท่ากัน

11. โมเมนตัมและพลังงานจลน์จะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามปริมาณใด

- ก. ความเร่ง
 ข. ตำแหน่ง
 ค. งาน
 ง. ความเร็ว

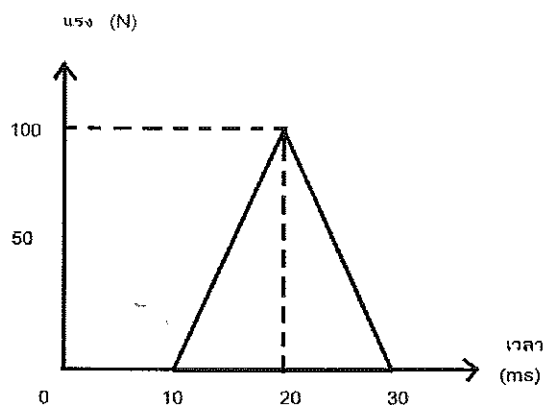
12. เมื่อวัตถุ 2 ก้อนชนกัน ข้อความใดเป็นจริงเสมอ

- ก. โมเมนตัมของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง
 ข. พลังงานจลน์ของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง
 ค. โมเมนตัมรวมของวัตถุ มีค่าคงเดิม
 ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง

13. ขณะที่กำลังเคลื่อนที่อยู่ในสถานีอวกาศหญิง ก มีมวล 50 กิโลกรัม ผลักชาย ข ที่มีมวล 100 กิโลกรัม ทำให้ชาย ข เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1 เมตร/วินาที อยากทราบว่าหญิง ก เคลื่อนที่อย่างไร

- ก. เคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามชาย ข ด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที
 ข. เคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามชาย ข ด้วยความเร็ว 1 เมตร/วินาที

- ก. เคลื่อนที่ในทิศเดียวกับชาย ข ด้วย
ความเร็ว 2 เมตร/วินาที
- ง. เคลื่อนที่ในทิศเดียวกับชาย ข ด้วย
ความเร็ว 1 เมตร/วินาที
14. จากข้อ 13 ถ้าชาย ข เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
1 เมตร/วินาที ข้อใดถูกต้อง ตามกฎข้อที่ 3
ของนิวตัน
- ก. แรงที่หญิง ก กระทำต่อชาย ข มากกว่า
แรงที่ ชาย ข กระทำต่อหญิง ก
- ข. แรงที่หญิง ก กระทำต่อชาย ข น้อยกว่า
แรงที่ ชาย ข กระทำต่อหญิง ก
- ค. แรงที่หญิง ก กระทำต่อชาย ข เท่ากับ
แรงที่ ชาย ข กระทำต่อหญิง ก
- ง. แรงที่หญิง ก กระทำต่อชาย ข ขึ้นกับ
ศูนย์กลางมวลของหญิง ก และชาย ข
15. วัตถุมวล 50 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว +20
m/s ปะทะกับลูกบอลที่หยุดนิ่งมวล 100 kg ซึ่ง
เป็นการชนแบบยืดหยุ่น จงหาความเร็วหลังชน
ของวัตถุและลูกบอล
- ก. +6.7 m/s และ -13.47 m/s
- ข. -6.7 m/s และ +13.47 m/s
- ค. -6.7 m/s และ +3.3 m/s
- ง. +6.7 m/s และ -3.3 m/s
16. จงหาผลของวัตถุที่เคลื่อนที่ได้ระยะทาง
10 เมตร ในเวลา 2 วินาที และมีโมเมนตัม
เท่ากับ 10 นิวตัน-วินาที
- ก. 1 kg
- ข. 2 kg
- ค. 5 kg
- ง. 10 kg
17. ตีลูกเทนนิสมวล 100 กรัม กระแทกผนังใน
แนวตั้งฉากด้วยความเร็ว 100 เมตรต่อวินาที ลูก
เทนนิสกระดอนกลับด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม จะ
เกิดการดลเท่าใด
- ก. 0 kg-m/s
- ข. 10 kg-m/s
- ค. 2.0 kg-m/s
- ง. 100 kg-m/s
18. ลูกบอลมวล 25 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
25 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ ชายคนหนึ่งใช้
ไม้ตีลูกบอลนี้ออกมาในทิศทางตรงกันข้าม
แรงที่กระทำต่อลูกบอลกับเวลาที่ลูกบอล
กระทบไม้ แทนด้วยกราฟดังนี้ ขนาดความเร็ว
ของลูกบอลภายหลังกระทบ ไม้มีค่าเท่ากับ
เท่าใด
- ก. 15 m/s
- ข. 25 m/s
- ค. 40 m/s
- ง. 65 m/s



19. ข้อใดกล่าวถึงการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์
ได้ถูกต้อง

- ก. พลังงานจลน์คงที่ แต่โมเมนตัมไม่คงที่
- ข. พลังงานจลน์ไม่คงที่ แต่โมเมนตัมคงที่
- ค. พลังงานจลน์ และ โมเมนตัมคงที่
- ง. พลังงานจลน์และ โมเมนตัมไม่คงที่

20. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง
เกี่ยวกับการชนของวัตถุ

- ก. พลังงานจลน์ก่อนชนเท่ากับพลังงาน
จลน์หลังชน
- ข. พลังงานรวมของระบบก่อนชนเท่ากับ
พลังงานรวมของระบบหลังชน
- ค. โมเมนตัมมีค่าคงตัวเมื่อแรงที่มากระทำ
ไม่เป็นศูนย์
- ง. กฎการอนุรักษ์ใช้ไม่ได้กับวัตถุเดียว

เฉลยแบบทดสอบ

1	ข	6	ก	11	ง	16	ข
2	ก	7	ง	12	ค	17	ค
3	ข	8	ค	13	ง	18	ก
4	ข	9	ก	14	ข	19	ค
5	ค	10	ง	15	ข	20	ก

ตารางที่ 7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชนรายคน

เลขที่	pre-test	post-test	ผลต่าง (D)	ผลต่างกำลังสอง (D ²)
1	6	11	5	25
2	5	7	2	4
3	4	4	0	0
4	8	11	3	9
5	8	11	3	9
6	8	10	2	4
7	7	10	3	9
8	4	9	5	25
9	4	10	6	36
10	4	13	9	81
11	5	11	6	36
12	12	14	2	4
13	6	9	3	9
14	5	8	3	9
15	7	11	4	16
16	9	12	3	9
17	4	6	2	4
18	7	8	1	1
19	0	6	6	36
20	6	8	2	4
21	4	9	5	25
22	5	6	1	1
23	5	9	4	16
24	7	9	2	4
25	5	11	6	36
26	3	8	5	25

ตารางที่ 7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชน รายคน (ต่อ)

เลขที่	pre-test	post-test	ผลต่าง (D)	ผลต่างกำลังสอง (D ²)
27	0	8	8	64
28	3	10	7	49
29	4	8	4	16
30	5	7	2	4
31	6	11	5	25
32	3	10	7	49
33	6	13	7	49
34	3	9	6	36
35	4	6	2	4
36	4	6	2	4
รวม	186	329	143	737
เฉลี่ย	5.17	9.14	t-test dependent = 10.85	
ร้อยละ	25.83	45.69		

การวิเคราะห์ค่า t-test dependent

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

แทนค่า

$$t = \frac{143}{\sqrt{\frac{(36)(737) - (143)^2}{36-1}}}$$

จะได้

$$t = \frac{143}{13.18} = 10.85$$

ก.2 การหาประสิทธิภาพแบบวัดความเข้าใจเรื่องโมเมนต์และการชน

ตารางที่ 8 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อสอบ โดยวิธีหาค่าดัชนีจำแนก B (B – Index)

รายวิชา ว32202 ปีการศึกษา 2555 จำนวนข้อสอบ 15 ฉบับ

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	Null	N1	U	N2	L	B – Index	P	หมายเหตุ
1	0.10 0.07	0.00 0.80	-0.20 0.07	0.10 0.07		10	8	5	4	0.00	0.80	จำแนกไม่ได้
2	0.00 0.80	-0.10 0.13	0.00 0.00	0.10 0.07		10	8	5	1	0.00	0.80	จำแนกไม่ได้
3	-0.20 0.07	0.00 0.00	0.00 0.60	0.20 0.33		10	4	5	1	0.20	0.33	จำแนกไม่ได้
4	0.00 0.00	0.00 0.00	0.60 0.80	-0.60 0.20		10	10	5	2	0.60	0.80	ค่าอำนาจจำแนกดี
5	0.00 0.00	0.10 0.47	0.30 0.40	-0.40 0.13		10	5	5	1	0.30	0.40	ค่าอำนาจจำแนกใช้ได้
6	-0.20 0.07	0.30 0.40	0.10 0.47	-0.20 0.07		10	5	5	2	0.10	0.47	ค่าอำนาจจำแนกต่ำ
7	0.00 0.00	0.20 0.53	0.00 0.40	-0.20 0.07		10	4	5	2	0.00	0.40	จำแนกไม่ได้
8	-0.20 0.07	0.10 0.07	0.10 0.47	0.00 0.40		10	4	5	2	0.00	0.40	จำแนกไม่ได้
9	0.10 0.07	0.20 0.33	-0.20 0.70	-0.10 0.53		10	4	5	1	0.20	0.33	จำแนกไม่ได้
10	-0.20 0.07	-0.20 0.07	-0.40 0.13	0.80 0.73		10	10	5	1	0.80	0.73	ค่าจำแนกดีมาก
11	-0.20 0.07	-0.10 0.13	0.50 0.73	-0.20 0.07		10	9	5	2	0.50	0.73	ค่าจำแนกดี
12	-0.10 0.13	-0.20 0.07	0.00 0.40	0.30 0.40		10	4	5	2	0.00	0.40	จำแนกไม่ได้
13	-0.20 0.07	0.30 0.20	0.00 0.20	-0.10 0.53		10	3	5	0	0.30	0.20	ค่าจำแนกใช้ได้
14	-0.40 0.13	-0.40 0.13	0.10 0.07	0.70 0.67		10	9	5	1	0.70	0.67	ค่าจำแนกดีมาก
15	-0.20 0.07	0.80 0.73	-0.40 0.13	-0.20 0.07		10	10	5	1	0.80	0.73	ค่าจำแนกดีมาก

ตารางที่ 8 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อสอบ โดยวิธีหาค่าดัชนีจำแนก B (B – Index)

รายวิชา ว32202 ปีการศึกษา 2555 จำนวนข้อสอบ 15 ฉบับ(ต่อ)

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	Null	N1	U	N2	L	B – Index	P	หมายเหตุ
						จำนวนข้อสอบที่วิเคราะห์	15					
						คะแนนเฉลี่ย	19.40					
						ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	6.34					
						ค่าความเชื่อมั่น	0.82					

ตารางที่ 9 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ตัวเลือกของข้อสอบแต่ละข้อรายวิชา ว32202 ปีการศึกษา 2555

ข้อ	ตัวเลือก ก	ตัวเลือก ข	ตัวเลือก ค	ตัวเลือก ง	ตัวเลือก จ	คุณภาพ	ความยาก
1	ต้อง ปรับปรุง	Key	ใช้ได้	ต้องปรับปรุง	-	จำแนกไม่ได้	ง่ายมาก
2	Key	ใช้ได้	Key	ต้องปรับปรุง	-	จำแนกไม่ได้	ง่ายมาก
3	ใช้ได้	ต้องปรับปรุง	ต้องปรับปรุง	Key	-	จำแนกไม่ได้	ปานกลาง
4	ต้อง ปรับปรุง	ต้องปรับปรุง	Key	ใช้ได้	-	ค่าจำแนกดี	ง่ายมาก
5	ต้อง ปรับปรุง	ต้องปรับปรุง	Key	ใช้ได้	-	ค่าจำแนกใช้ได้	ปานกลาง
6	ใช้ได้	ต้องปรับปรุง	Key	ใช้ได้	-	ค่าจำแนกต่ำ	ปานกลาง
7	Key	ต้องปรับปรุง	Key	ใช้ได้	-	จำแนกไม่ได้	ปานกลาง
8	ใช้ได้	ต้องปรับปรุง	ต้องปรับปรุง		-	จำแนกไม่ได้	ปานกลาง
9	ต้อง ปรับปรุง	Key	ใช้ได้	ใช้ได้	-	จำแนกไม่ได้	ปานกลาง
10	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	Key	-	ค่าจำแนกดีมาก	ค่อนข้าง ง่าย
11	ใช้ได้	ใช้ได้	Key	ใช้ได้	-	ค่าจำแนกดี	ค่อนข้าง ง่าย
12	ใช้ได้	ใช้ได้	Key	ต้องปรับปรุง	-	จำแนกไม่ได้	ปานกลาง
13	ใช้ได้	Key	ต้องปรับปรุง	ใช้ได้	-	ค่าจำแนกใช้ได้	ยากมาก
14	ใช้ได้	ใช้ได้	ต้องปรับปรุง	Key	-	ค่าจำแนกดีมาก	ปานกลาง
15	ใช้ได้	Key	ใช้ได้	ใช้ได้	-	ค่าจำแนกดีมาก	ค่อนข้าง ง่าย

**ก.3 ตัวอย่างแบบสำรวจผลความคาดหวังของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่องโมเมนตัมและการชน**

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....โรงเรียนตานีวิทยา

อายุ.....ปี เพศ () ชาย () หญิง

แบบสำรวจนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย ข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการวิจัย

โดยข้อมูลส่วนตัวของท่านจะไม่ถูกนำไปเปิดเผยหรือเผยแพร่

ข้าพเจ้า () ยินยอม () ไม่ยินยอม ให้นำข้อมูลในแบบสำรวจนี้ไปใช้ในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

คำชี้แจง : แบบสำรวจชุดนี้มี 34 ข้อ กรุณาวางกลมล้อมรอบระดับความคิดเห็นระหว่าง 1 ถึง 5 ที่ตรงตามความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์มากที่สุด

1 : ไม่เห็นด้วยที่สุด 2 : ไม่เห็นด้วย 3 : ปานกลาง 4 : เห็นด้วย 5 : เห็นด้วยที่สุด

1	ทุกสิ่งที่ข้าพเจ้าจำเป็นต้องทำเพื่อเข้าใจแนวคิดพื้นฐานทั้งหมดในวิชานี้ คือ การอ่านหนังสือเรียน ทำโจทย์ปัญหาหลายๆ และตั้งใจเรียนในห้อง	1 2 3 4 5
2	ทุกสิ่งที่ข้าพเจ้าเรียนรู้จากการหาที่มาของสมการหรือการพิสูจน์สูตรเพื่อที่ว่าสูตรที่ได้มาถูกต้อง และสามารถนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้	1 2 3 4 5
3	ข้าพเจ้าอ่านบททบทวนสมุดจดบันทึกอย่างละเอียดเพื่อเตรียมตัวสอบวิชานี้	1 2 3 4 5
4	การแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ คือ การจับปัญหานั้นเข้ากับข้อเท็จจริงหรือสมการ จากนั้นแทนค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ตัวเลขออกมา	1 2 3 4 5
5	การเรียนฟิสิกส์ทำให้ข้าพเจ้าเปลี่ยนความคิดบางอย่างเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัว ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	1 2 3 4 5
6	ข้าพเจ้าใช้เวลากับการทำความเข้าใจ การพิสูจน์ต่างๆ ทั้งในห้องเรียนและในหนังสือ	1 2 3 4 5
7	ข้าพเจ้าอ่านหนังสืออย่างละเอียดและฝึกทำตัวอย่างในหนังสือจำนวนมาก	1 2 3 4 5
8	ในวิชานี้ ข้าพเจ้าไม่คาดหวังที่จะเข้าใจสมการอย่างลึกซึ้ง เพียงแต่ใช้สมการที่ได้มาเท่านั้น	1 2 3 4 5
9	วิธีที่ดีที่สุดในการเรียนฟิสิกส์สำหรับข้าพเจ้า คือ การแก้โจทย์ปัญหาให้ได้จำนวนมาก ซึ่งดีกว่าการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างละเอียดแต่ได้จำนวนน้อย	1 2 3 4 5

10	กฎทางฟิสิกส์มีความสัมพันธ์เล็กน้อยกับสิ่งที่ข้าพเจ้าประสบพบมาในชีวิตจริง	1 2 3 4 5
11	ข้าพเจ้าจำเป็นต้องเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นอย่างดี เพื่อที่จะประสบความสำเร็จในอาชีพ การได้เกรดที่ดีอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ	1 2 3 4 5
12	ความรู้ในวิชาฟิสิกส์ประกอบด้วยความรู้ย่อยหลายๆ เรื่อง ซึ่งความรู้แต่ละเรื่องนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เฉพาะหนึ่งเรื่องเท่านั้น	1 2 3 4 5
13	เกรดของข้าพเจ้าในวิชานี้ ขึ้นกับความสามารถในการจำเนื้อหาเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องใช้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งหรือสร้างสรรค์เท่าใดนัก	1 2 3 4 5
14	การเรียนรู้ฟิสิกส์ คือ การได้รับความรู้จาก กฎ หลักการ และสมการซึ่งได้จากห้องเรียนและในหนังสือ	1 2 3 4 5
15	ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ถ้าผลการคำนวณแตกต่างจากที่คาดไว้ ข้าพเจ้าก็จะเชื่อในสิ่งที่ได้จากการคำนวณ	1 2 3 4 5
16	การพิสูจน์ที่มาหรือพิสูจน์สมการในห้องเรียนหรือในหนังสือ ไม่ค่อยเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาหรือทักษะที่ข้าพเจ้าจำเป็นต้องมีเพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชานี้	1 2 3 4 5
17	คนที่มีความพิเศษเพียงไม่กี่คนเท่านั้น ที่จะสามารถเข้าใจฟิสิกส์ได้อย่างแท้จริง	1 2 3 4 5
18	เพื่อเข้าใจวิชาฟิสิกส์ บางครั้งข้าพเจ้าเชื่อมโยงประสบการณ์เข้ากับหัวข้อฟิสิกส์ที่กำลังเรียนอยู่	1 2 3 4 5
19	สิ่งสำคัญที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ หาสมการที่ถูกต้องมาใช้ในการแก้ปัญหา	1 2 3 4 5
20	ถ้าข้าพเจ้าจำสมการที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาสอบไม่ได้ ข้าพเจ้าไม่สามารถหาหรือพิสูจน์สมการนั้นได้เลย	1 2 3 4 5
21	ถ้าข้าพเจ้ามี 2 วิธี ในการแก้โจทย์ปัญหาข้อเดียว และแต่ละวิธีให้คำตอบที่แตกต่างกัน ข้าพเจ้าจะไม่กังวลใจกับสิ่งเหล่านั้น แต่จะเลือกคำตอบที่ดูเหมาะสมที่สุด	1 2 3 4 5
22	ฟิสิกส์เป็นวิชาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง บางครั้งถ้าคิดถึงความสัมพันธ์นี้ได้ก็จะช่วยให้เข้าใจเนื้อหา แต่ไม่จำเป็นสำหรับข้าพเจ้าที่จะต้องทำในการเรียนวิชานี้	1 2 3 4 5
23	ทักษะหลักที่ข้าพเจ้าได้จากการเรียนวิชานี้ คือ การเรียนรู้ว่าจะแก้โจทย์	1 2 3 4 5

	ปัญหาฟิสิกส์อย่างไร	
24	ผลการสอบไม่ได้ นำทางหรือแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิชานี้ เพราะว่าความรู้หรือทักษะที่ใช้ในการสอบนั้น ข้าพเจ้าได้เรียนมาหมดแล้วก่อนสอบ	1 2 3 4 5
25	การเรียนวิชาฟิสิกส์ช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน	1 2 3 4 5
26	เมื่อข้าพเจ้าแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ทุกข้อทั้งในข้อสอบและการบ้าน ข้าพเจ้าจะนึกถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเหล่านั้นอย่างชัดเจนเสมอ	1 2 3 4 5
27	“ความเข้าใจวิชาฟิสิกส์” คือ ความสามารถในการนึกบทวนบางอย่างที่ข้าพเจ้าได้อ่านหรือได้เห็นมาแล้ว	1 2 3 4 5
28	การใช้เวลานานๆ (ครึ่งชั่วโมงหรือมากกว่านั้น) ในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการเสียเวลา ถ้าข้าพเจ้าไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ข้าพเจ้าจะถามคนอื่นที่รู้มากกว่า	1 2 3 4 5
29	ปัญหาสำคัญในวิชานี้ คือ การจดจำข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นต้องรู้	1 2 3 4 5
30	ทักษะหลักที่ข้าพเจ้าได้จากการเรียนวิชานี้ คือ เรียนรู้ที่จะใช้เหตุผลได้อย่างเหมาะสมเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้น	1 2 3 4 5
31	ข้าพเจ้าเรียนรู้ว่าจะต้องทำอะไรให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น จากความผิดพลาดที่ข้าพเจ้าทำในการบ้านและข้อสอบ	1 2 3 4 5
32	ในการใช้สมการหนึ่งเพื่อแก้โจทย์ปัญหา (โดยเฉพาะปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน) ข้าพเจ้าจำต้องรู้มากกว่าความหมายของแต่ละเทอมที่อยู่ในสมการนั้น	1 2 3 4 5
33	คิดว่าคงจะผ่านวิชานี้ได้ (ได้เกรด 2 หรือ มากกว่า) โดยไม่ต้องเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์อย่างลึกซึ้ง	1 2 3 4 5
34	การเรียนรู้ฟิสิกส์จำเป็นต้องนำข้อมูลที่ได้มาจากห้องเรียนหรือหนังสือเรียน มาคิดใหม่ จัดโครงสร้างใหม่และจัดระเบียบใหม่อีกครั้งหนึ่ง เป็นอย่างมาก	1 2 3 4 5

แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิชาฟิสิกส์

เรื่องโมเมนตัมและการชน

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ โปรดอ่านข้อความในแต่ละข้อ แล้วพิจารณาแสดงความคิดเห็นที่มีต่อข้อความนั้นด้วยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน
2. แบบสอบถามนี้ไม่มีคำตอบใดถูกหรือผิด นักเรียนสามารถตอบตามความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด แบบสอบถามนี้ไม่มีผลต่อคะแนน
3. นักเรียนตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ ใช้เวลา 30 นาที

กำหนดความคิดเห็นดังนี้

- 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- 4 หมายถึง เห็นด้วย
- 3 หมายถึง ไม่น่าใจ
- 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อมูลส่วนตัว

1) เพศ ชาย หญิง

2) ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/1 มัธยมศึกษาปีที่ 4/2

3) เกรดเฉลี่ย [] ต่ำกว่า 2.50 [] 2.51-3.00 [] 3.01-3.50 [] 3.51-4.00

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าสนใจ					
2	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสิ้นเปลืองอุปกรณ์					
3	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่นำไปพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้า					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
4	ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้ทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน					
5	ข้าพเจ้ารู้จักอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่อได้ทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน					
6	ข้าพเจ้ามีเวลามากพอสำหรับการทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน					
7	การทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนทำให้ข้าพเจ้าเกิดความเครียด เพราะต้องขบคิดปัญหาตลอดเวลา					
8	ข้าพเจ้าชอบที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้เชิงรุก					
9	ข้าพเจ้ารู้สึกกังวลเมื่อต้องทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน					
10	ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้ทำการทดลองด้วยตนเอง					
11	การเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้ข้าพเจ้ามีความสุข					
12	การทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนบางครั้งอันตรายและน่ากลัวทำให้ข้าพเจ้าไม่ชอบ					
13	ในช่วงโม่งปฏิบัติการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน ข้าพเจ้าต้องการให้หมดเวลาโดยเร็ว					
14	ช่วงโม่งปฏิบัติการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนเป็นช่วงโม่งที่ข้าพเจ้ารอคอย					
15	เมื่อผู้สอนให้ทำการทดลองข้าพเจ้าต้องฝืนใจทำงานสำเร็จ					
16	เมื่อผู้สอนให้ทำการทดลองข้าพเจ้าจะตั้งใจทำอย่างดีที่สุด					
17	ในช่วงโม่งการทดลอง ข้าพเจ้าชอบแอบอ่านหนังสือการ์ตูนเสมอ					
18	ข้าพเจ้าไม่ชอบทำการทดลองเป็นกลุ่ม					
19	ข้าพเจ้าสามารถนำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดี					
20	เมื่อใดที่ข้าพเจ้าลงมือทำการทดลองข้าพเจ้าจะทำงานสำเร็จ					

ให้นักเรียนเขียนคำหนึ่งคำแทนความรู้สึกที่มีต่อการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน

.....

.....

.....

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

คุณครูดวงใจ บุตรดี

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โมเมนตัมและการชนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	แปลค่า $\bar{X}$	SD	ระดับ คุณภาพ
1	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าสนใจ	4.67	4.67	0.76	มากที่สุด
2	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสิ้นเปลืองอุปกรณ์	1.47	4.53	0.81	มากที่สุด
3	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่นำไปพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้า	4.67	4.67	0.76	มากที่สุด
4	ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้ทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน	4.83	4.83	0.38	มากที่สุด
5	ข้าพเจ้ารู้จักอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่อได้ทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน	4.75	4.75	0.55	มากที่สุด
6	ข้าพเจ้ามีเวลามากพอสำหรับการทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน	4.64	4.64	0.64	มากที่สุด
7	การทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนทำให้ข้าพเจ้าเกิดความเครียด เพราะต้องขบคิดปัญหาตลอดเวลา	1.72	4.28	0.91	มาก
8	ข้าพเจ้าชอบที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้เชิงรุก	4.19	4.19	0.75	มาก
9	ข้าพเจ้ารู้สึกกังวลเมื่อต้องทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน	1.42	4.58	0.97	มากที่สุด
10	ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้ทำการทดลองด้วยตนเอง	4.67	4.67	0.76	มากที่สุด
11	การเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้ข้าพเจ้ามีความสุข	4.83	4.83	0.38	มากที่สุด
12	การทำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนบางครั้งอันตรายและน่ากลัวทำให้ข้าพเจ้าไม่ชอบ	1.36	4.64	0.80	มากที่สุด
13	ในช่วงโม่งปฏิบัติการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชน ข้าพเจ้าต้องการให้หมดเวลาโดยเร็ว	1.28	4.72	0.45	มากที่สุด
14	ช่วงโม่งปฏิบัติการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนเป็นช่วงโม่งที่ข้าพเจ้ารอคอย	3.61	3.61	1.20	มาก
15	เมื่อผู้สอนให้ทำการทดลองข้าพเจ้าต้องฝืนใจทำงาน	1.50	4.50	0.91	มากที่สุด

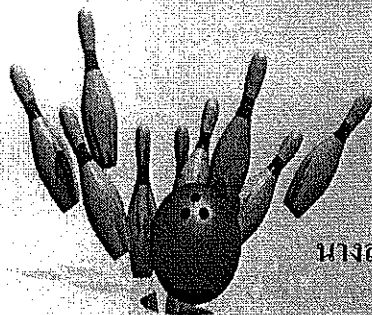
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโมเมนตัมและการชนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก(ต่อ)

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	แปล ค่า $\bar{X}$	SD	ระดับ คุณภาพ
	สำเร็จ				
16	เมื่อผู้สอนให้ทำการทดลองข้าพเจ้าจะตั้งใจทำอย่างดีเยี่ยม	4.44	4.44	0.81	มาก
17	ในช่วงโมเมนต์การทดลอง ข้าพเจ้าชอบแอบอ่านหนังสือการ์ตูนเสมอ	1.39	4.61	0.77	มากที่สุด
18	ข้าพเจ้าไม่ชอบทำการทดลองเป็นกลุ่ม	1.11	4.89	0.32	มากที่สุด
	ข้าพเจ้าสามารถนำการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดี	4.39	4.39	0.77	มาก
20	เมื่อใดที่ข้าพเจ้าลงมือทำการทดลองข้าพเจ้าจะทำจนสำเร็จ	4.64	4.64	0.76	มากที่สุด
เฉลี่ย			4.55	0.72	มากที่สุด

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างชุดปฏิบัติการเรื่องโมเมนตัมและการชน

ชุดปฏิบัติการ โมเมนตัมและการชน



โดย
นางสาวดวงใจ บุตรดี



20 m/s
45°
20 m/s



โครงการประกอบการเรียนรู้วิชา ฟิสิกส์ 2 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

โรงเรียนตานีวิทยาคาร ตำบลตานี อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33

กระทรวงศึกษาธิการ

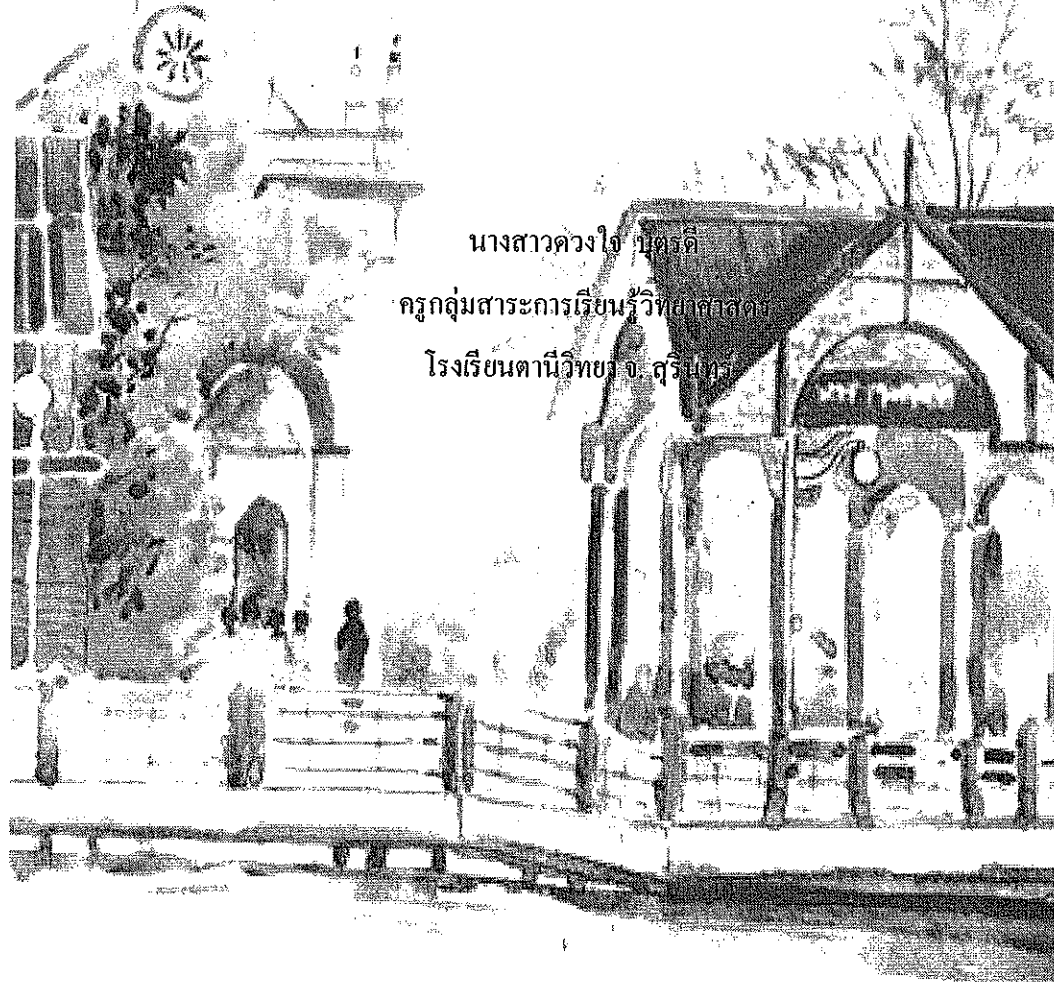
คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนอ่านคำแนะนำในการใช้ชุดปฏิบัติการเรื่อง โมเมนตัมและการชนอย่างรอบคอบ
2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญให้เข้าใจ
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และบันทึกคะแนนที่ได้
4. ศึกษาชุดปฏิบัติการด้วยความตั้งใจ ตามลำดับที่ละหน้าไปจนถึงหน้าสุดท้าย โดยที่ไม่ข้ามหน้าใดหน้าหนึ่งไป เพราะอาจทำให้ขาดความต่อเนื่องของการลำดับเนื้อหา
5. เมื่อฝึกเรียนศึกษาเนื้อหาในชุดปฏิบัติการแต่ละตอนจบแล้ว ให้นักเรียนทำการทดลองตามปฏิบัติการ พร้อมทั้งตอบคำถามระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง
6. การศึกษาบทเรียนแต่ละครั้ง นักเรียนสามารถศึกษาโดยลำพัง และไม่ต้องแข่งขันกับผู้อื่น หากมีข้อสงสัยให้สอบถามจากครูหรือผู้ควบคุมการเรียนรู้
7. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นตรวจคำตอบพร้อมกัน และบันทึกคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ถ้าได้คะแนนน้อยกว่าแบบทดสอบก่อนเรียน ควรกลับไปศึกษาบทเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจ

คำนำ

ชุดปฏิบัติการเรื่องโมเมนต์และการชนเล่มนี้ เป็นชุดปฏิบัติการที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเอกสารประกอบการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ 2 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับ โมเมนต์ การคล แรงคล และการชนของวัตถุ พร้อมทั้งกิจกรรมการทดลองในแต่ละเรื่อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีความเข้าใจในเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดปฏิบัติการเรื่องโมเมนต์และการชน จะตอบสนองความต้องการของนักเรียนและผู้สนใจได้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณ ผศ.ดร.อุดม ทิพรราช คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตลอดจนบุคลากรและหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้



นางสาวดวงใจ บุตรดี
ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนดानीวิทยาน จ. สุรินทร์

ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1

โมเมนต์ัม



มาตรฐานการเรียนรู้

- ตารางที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

บอกความหมายของโมเมนต์ และคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของโมเมนต์ได้
2. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้

สาระสำคัญ

โมเมนตัม (p) คือ ปริมาณที่อธิบายสมบัติการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยโมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีขนาดขึ้นกับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น และมีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็วของวัตถุ ในการออกแรงต้านวัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง พบว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะต้องออกแรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

ถ้ากำหนดให้

m เป็นมวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

v เป็นความเร็วของวัตถุ มีหน่วย เมตรต่อวินาที (m/s)

p เป็นโมเมนตัมของวัตถุ

เราจะเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง มวล ความเร็ว และโมเมนตัม ได้ว่า

$$p = mv$$

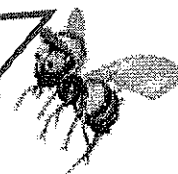
โมเมนตัมจึงมีหน่วยเป็น กิโลกรัมเมตรต่อวินาที
(kg m/s)

เลขสงสัยใหม่ว่า

โมเมนตัมให้อธิบายสมบัติ
การเคลื่อนที่ของวัตถุ
อย่างไร



โอ๊ะ โอ ! พี่น้ำผึ้งขอเสริมนิดหนึ่งนะว่า โมเมนตัมของวัตถุระบบใด ๆ จำแนกได้ 2 ประเภท คือ โมเมนตัมเชิงเส้น (Linear momentum) สำหรับการเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่ และโมเมนตัมเชิงมุม (angular momentum) สำหรับการเคลื่อนที่รอบจุดหนึ่ง ๆ โดยทั่วไปเมื่อใช้คำว่า “โมเมนตัม” จะหมายถึง โมเมนตัมเชิงเส้นนะจ๊ะ



เมื่อน้อง ๆ รู้แล้วว่า โมเมนตัมคืออะไร พี่น้ำผึ้งก็จะพาพวกเราไปทำการทดลองในชุด ปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ขวคน้ำรอบรู้ กันเลยนะจ๊ะ อ้อ ! ก่อนลงมือปฏิบัติ ต้องอ่านวิธีการทดลองให้เข้าใจก่อนนะจ๊ะ และก็ อย่าลืมตอบคำถามก่อนการทดลองด้วย

ส่วนปฏิบัติการ ที่ต้องสุดหล่อจะเป็นคนพาน้อง ๆ ทำนะจ๊ะ พี่น้ำผึ้งขอตัวไปหาน้ำหวานก่อนนะ บาย บาย



คำถามประกอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ขวคน้ำรอบรู้

คำถามก่อนการทดลอง

1. ตัวแปรต้นของการทดลองทั้ง 2 ตอน คืออะไร

.....

2. การทดลองทั้ง 2 ตอนมีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร

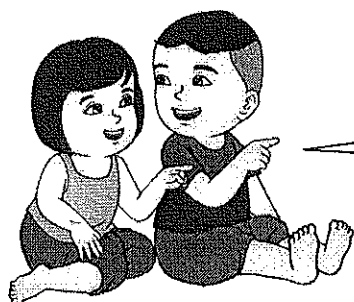
.....

3. เพราะเหตุใดจึงต้องเปลี่ยนความสูงของการปล่อยขวคน้ำ

.....

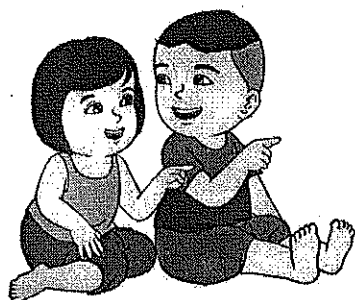
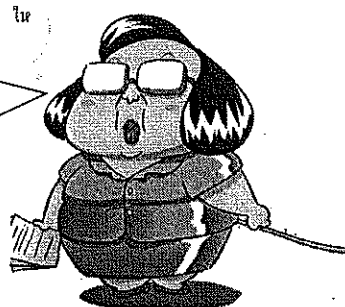
4. เพราะเหตุใดจึงต้องเปลี่ยนปริมาตรของน้ำ

.....



เราไปทำการทดลองกันดี
ไหม จะได้เข้าใจสิ่งที่พี่
น้ำผึ้งอธิบายให้ฟัง

อย่ามัวแต่คุยลูก มา
ทำการทดลองได้
แล้ว

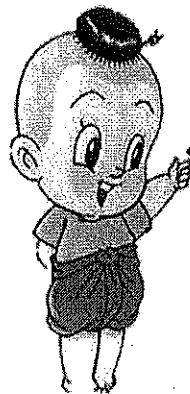


ครับ/ ค่ะ

ปฏิบัติการที่ 1 ขวดน้ำรอบรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายความหมายโมเมนต์ได้
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่า วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีโมเมนต์ โมเมนต์เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเดียวกับความเร็ว
3. เพื่อให้นักเรียนสามารถหาโมเมนต์ของวัตถุได้ เมื่อกำหนดมวลและความเร็วของวัตถุให้



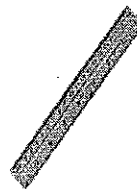
ทักษะที่อยากให้เกิดขึ้น

1. การทดลอง
2. การลงความคิดเห็นข้อมูล
3. การสังเกต
4. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

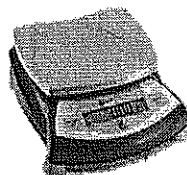
อุปกรณ์



กรวย



ไม้บรรทัด



เครื่องชั่งน้ำหนัก



ขันน้ำ

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ขวดน้ำรอบรู้กับความเร็ว

1. ใช้ขวดน้ำขนาด 1.5 ลิตร เติมน้ำ เติมน้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ปลอยขวดน้ำที่ระดับสูงกว่าตำแหน่งมือที่ใช้รับขวดน้ำ 10 เซนติเมตร
3. ให้นักเรียนหนึ่งคนรับขวดน้ำที่ปลอยลงมาในแนวตั้ง โดยให้ขวดน้ำหยุดนิ่งหรือไม่ให้ขวดน้ำเคลื่อนที่
4. บันทึกผลการทดลอง
5. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง
6. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อที่ 2 ถึง 5 แต่เปลี่ยนระดับความสูงที่ปลอยขวดน้ำเป็นระยะ 20 30 40 และ 50 เซนติเมตร
7. เปรียบเทียบแรงที่ใช้รับขวดน้ำ เพื่อไม่ให้ขวดน้ำเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

ตอนที่ 2 ขวดน้ำรอบรู้กับมวล

1. กำหนดระยะที่ปลอยขวดน้ำระยะ 30 เซนติเมตรจากตำแหน่งมือที่ใช้รับขวดน้ำ
2. เติมน้ำลงไปในขวด 1.5 ลิตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ปลอยขวดน้ำที่ตำแหน่ง ตามข้อที่ 1
4. ให้นักเรียนหนึ่งคนรับขวดน้ำที่ปลอยลงมาในแนวตั้ง โดยให้ขวดน้ำหยุดนิ่งหรือไม่ให้ขวดน้ำเคลื่อนที่
5. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง
6. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อที่ 2 ถึง 5 แต่เพิ่มปริมาตรของน้ำครั้งละ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร จนปริมาตรของน้ำกลายเป็น 100 150 200 และ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. เปรียบเทียบแรงที่ใช้รับขวดน้ำ เพื่อไม่ให้ขวดน้ำเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

ประเด็นการอภิปรายนะครับ : ความเร็วและมวลมีผลต่อแรงที่ใช้
รับวัตถุให้หยุดนิ่งหรือไม่ อย่างไร



ตารางบันทึกผล

ตอนที่ 1 เรื่อง

ขวน้ำขนาด.....ลิตร ตำแหน่งมือที่ใช้รับสูงจากพื้น.....cm
ปริมาตรน้ำที่บรรจุในขวด.....cm³

ระดับ ความ สูง (cm)	ผลการทดลอง				ความเร็ว (บรรยาย)
	แรงที่ใช้รับน้ำหนักโดยทำให้หยุดนิ่ง				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	สรุป	
10					
20					
30					
40					
50					

สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 2 เรื่อง

ขวดน้ำขนาด.....ลิตร ตำแหน่งมือที่ใช้รับสูงจากพื้น.....cm
 ตำแหน่งปล่อยขวดน้ำสูงตำแหน่งมือรับcm

ปริมาณ ของ น้ำ (cm ³)	ผลการทดลอง				
	แรงที่ใช้รับขวดน้ำโดยทำให้หยุดนิ่ง				ความเร็ว (บรรยาย)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	สรุป	
50					
100					
150					
200					
250					

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามระหว่างการทดลอง

1. ในการทดลองมีปัญหาและอุปสรรคอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาและอุปสรรคนั้นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ในการทดลอง ไต ที่ต้องออกแรงรับชวบน้ำมากที่สุด โดยให้ชวบน้ำหยุดนิ่ง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

4. แรงที่ใช้รับขวดน้ำทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

5. ความเร็วของขวดน้ำมีผลต่อการออกแรงรับขวดน้ำหรือไม่ อย่างไร

6. แรงที่ใช้หยุดขวดน้ำให้หยุดนิ่ง ขึ้นกับปริมาณใดบ้าง

7. แรงที่ใช้หยุดวัตถุให้หยุดนิ่ง เรียกว่า

8. จากข้อ 7 สามารถเขียนเป็นสมการได้อย่างไร

ถ้าเราทำปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว เราลองทำแบบฝึกหัดคำนวณ
ท้ายกิจกรรมกันดีกว่า

แบบฝึกคำนวณท้ายปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ขวบน้ำรอบรู้

1. วัตถุมวล 100 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที โมเมนตัมมีค่าเท่ากับเท่าใด และมีทิศทางใด

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักตวหนึ่งมีมวล 30 กรัม บินด้วยอัตราเร็ว 8 เมตรต่อวินาที ขนาดโมเมนตัมของนักตวนี้เป็เท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงหาโมเมนตัมของรถบรรทุกที่มีมวล 1.5×10^4 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไปทางทิศตะวันออก

.....

.....

.....

.....

.....

4. ลูกฟุตบอลมีน้ำหนัก 500 นิวตัน กำลังเคลื่อนที่ลงในแนวตั้ง ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ลูกฟุตบอลมีโมเมนตัมเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

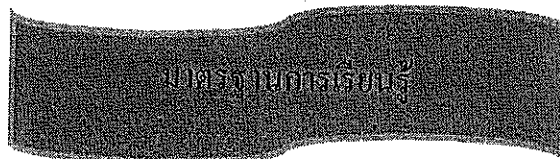


ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2

การดลและแรงดล





สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของ วัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์



อธิบายโมเมนตัม และความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป



1. อธิบายได้ว่าผลคูณของแรงที่กระทำให้อัตุมมีการเปลี่ยนโมเมนตัมกับช่วงเวลาที่ใช้ เรียกว่า การดล
2. แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดของการดล
3. บอกได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล และหาแรงดลจากสูตรที่กำหนดให้
4. หาการดลและแรงดลเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ตัวดีคะ พบกับพี่น้ำผึ้งอีกแล้วนะคะ วันนี้พี่น้ำผึ้งจะ
พาน้อง ๆ มาพบกับคำว่า การคลและแรงคลนะคะ



สาระสำคัญ

การคล ($\Delta \vec{p}$) คือ การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม หรือผลต่างของโมเมนตัมหลังและก่อนชน
การเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ หรือความเร็ว เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้คะ

$$\Delta \vec{p} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$$

เมื่อ กำหนด ให้

$\Delta \vec{p}$ คือ การคล

m คือ มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

$\vec{v}$ คือ ความเร็วปลายของวัตถุ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

$\vec{u}$ คือ ความเร็วต้นของวัตถุ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

การคลเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน วินาที
(Ns) หรือ กิโลกรัม เมตรต่อวินาที (kg m/s)

อีกนิตหนึ่งนะคะ ในตำราที่เราเรียน (จัดพิมพ์โดย
สสวท.) ใช้ $\vec{I}$ เป็นสัญลักษณ์แทน

การคล นะจ๊ะ น้อง ๆ อย่าสับสนเชียวนะ

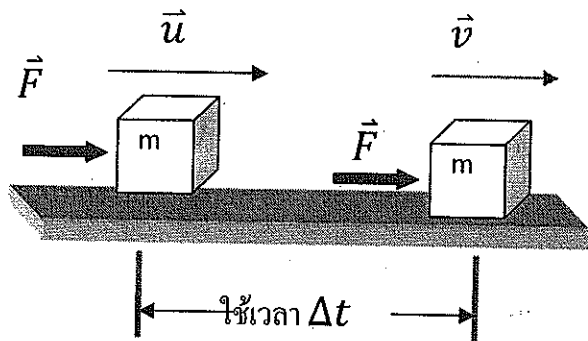


ต่อไปเรามาดู คำว่า “แรงคล” กันนะคะ ว่า มันคืออะไร

แรงคล ($\sum \vec{F}$) คือ ค่าแรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่หรือการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

น้องๆ อย่าเพิ่งงงนะคะ มาดูสิ่งที่พี่ป้าน้าเจะเล่าให้ฟังก่อน

พี่ป้าน้าเจะขอให้นักลองมีมวล m วางอยู่บนพื้นที่ไม่มีความเสียดทานนะ โดยแรงคงตัว $\vec{F}$ ผลักให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $\vec{u}$ เมื่อเวลาผ่านไป Δt วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไปเป็น $\vec{v}$ เดียวพี่ป้าน้าเจะเขียนรูปให้ดูนะ



ต่อไปพี่ป้าน้าเจะอธิบายให้ฟังนะ

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

บอกว่า
$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

จากรูป มีแรง $\vec{F}$ มาผลักเพียงแรงเดียว และเราก็มีสูตรความเร่งพื้นฐานที่ว่า

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{\Delta t}$$

ในวงเล็บนี้ คือ ค่า $\vec{a}$ นะจ๊ะ
ซึ่งพี่ป้าน้าเจะได้นำค่าลงไป

เพราะฉะนั้นเราจะเขียนสมการใหม่ได้เป็น

$$\vec{F} = m \left(\frac{\vec{v} - \vec{u}}{\Delta t} \right)$$

ต่อไปก็คูณ m เข้าไปในวงเล็บ จะได้สมการออกมาแบบนี้

$$\vec{F} = \left(\frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t} \right)$$

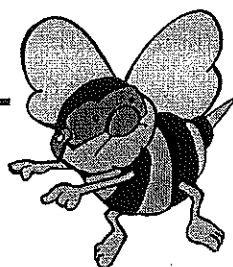
น้อง ๆ สังเกตดูดี ๆ นะจ๊ะว่า $m\vec{v} - m\vec{u}$

มันคือ $\Delta\vec{p}$ นั่นเอง

พี่น้ำผึ้งจะเขียนสมการให้น้อง ๆ ดูใหม่นะ พี่จะเขียนได้เป็น

$$\vec{F} = \left(\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \right)$$

จากสมการพี่น้ำผึ้ง สรุปได้ว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุขณะนั้นทั้งขนาดและทิศทาง และเราอาจกล่าวได้อีกว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใดเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น



สังเกตอีกนิดนะคะ ถ้าพี่น้ำผึ้งย้ายสมการ แบบนี้

$$\vec{F} = \left(\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \right)$$

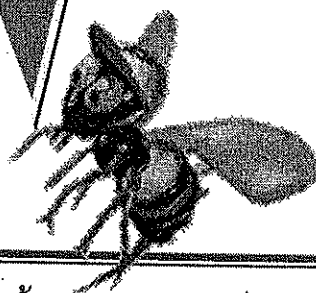


พี่น้ำผึ้งได้สมการใหม่ เป็น

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$$

นั่นก็แสดงให้เห็นว่า การคล สามารถหาได้จาก แรงคล ก็ได้เนาะจ๊ะ

พอมาถึงตอนนี้ มีน้อง ๆ คนไหนไม่
เข้าใจบ้าง ให้ยกมือถามนะจ๊ะ ตาม
พี่น้ำผึ้ง หรือคุณครูผู้สอนก็ได้จ๊ะ



ถ้าน้อง ๆ ไม่มีข้อสงสัยอะไร พี่น้ำผึ้งว่า คงได้เวลาที่เราต้องทำ
ปฏิบัติการ ที่ 2 เรื่อง ไข่ ไข่ แล้วละคะ ตอนนี้พี่ต้อง สูดหล่อมารอน้อง
ๆ แล้วละคะ พี่น้ำผึ้งขอตัวไปพักเอาแรงก่อนนะจ๊ะ โชคดีนะทุกคน



คำถามประกอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ไข่ ไข่

1. ตัวแปรต้นของการทดลองนี้ คืออะไร

.....

.....

.....

.....

2. ถ้าต้องการเปลี่ยนอุปกรณ์จากไขไก่ เป็นอย่างอื่นได้หรือไม่ อุปกรณ์นั้นควรเป็นอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ถ้าใช้พื้นฟองน้ำหนา ๆ ผลที่เกิดขึ้นกับไขไก่น่าจะเป็นอย่างไร

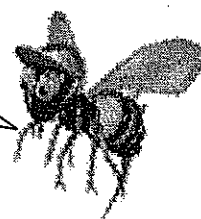
.....

.....

.....

.....

ไปทำการทดลองกับพี่ต๋องกันนะคะ



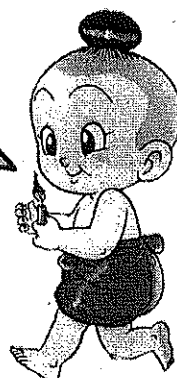
ปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ไข่ ไข่

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

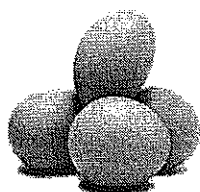
1. อธิบายได้ว่าผลคูณของแรงที่กระทำให้อัตถุมีการเปลี่ยนโมเมนตัมกับช่วงเวลาที่ใช้ เรียกว่า การดล
2. แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดของการดล
3. บอกได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล และหาแรงดลจากสูตรที่กำหนดให้
4. หาการดลและแรงดลเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ทักษะที่อยากให้เกิดขึ้น

1. การทดลอง
2. การลงความคิดเห็นข้อมูล
3. การสังเกต
4. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป



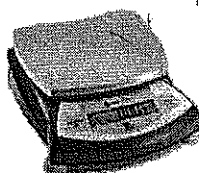
อุปกรณ์



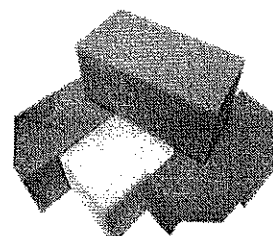
ไข่ไก่



ไม้บรรทัด



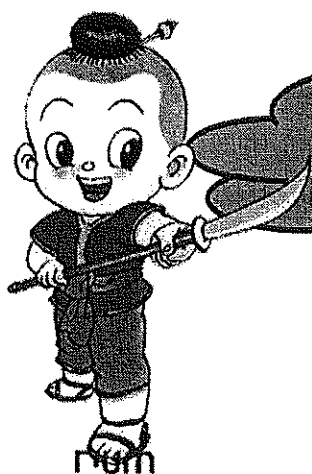
เครื่องชั่งน้ำหนัก



ฟองน้ำ

วิธีการทดลอง

1. เตรียมไข่ไก่ที่มีมวลเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน จำนวน 2 ฟอง
2. วัดความสูงของตำแหน่งที่จะปล่อยไข่ไก่จากพื้นเป็นระยะ 50 เซนติเมตร
3. ไข่ไก่ใบที่ 1 ปล่อยลงบนพื้นแข็ง (อาจจะใช้กระดาษหนังสือพิมพ์รองเพื่อป้องกันพื้นไม่ให้ความสกปรก) ส่วนไข่ใบที่ 2 ปล่อยลงพื้นพองน้ำ
4. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของไข่ไก่ และเวลาที่ไข่ไก่จนกระทั่งหยุดนิ่ง บันทึกผลการทดลอง
5. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง



ประเด็นการอภิปรายนะครึบ การดล แรงดล และแรงดล
เฉลี่ย ก็อะไร และค่าของปริมาณทั้ง 3 ขึ้นกับค่าใดบ้าง

ตารางบันทึกผล

ไข่ไก่ใบที่ 1 มีมวลกิโลกรัม
 ไข่ไก่ใบที่ 2 มีมวลกิโลกรัม
 ตำแหน่งที่ปล่อยไข่ไ้สูงจากพื้น.....cm
 พองน้ำหนา.....cm

คำถามระหว่างการทดลอง

5. ในการทดลองมีปัญหาและอุปสรรคอย่างไร

6. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาและอุปสรรคนั้นอย่างไร

7. ถ้าต้องการวัดช่วงเวลาที่ไข่กระทบพื้นจนหยุดนิ่ง นักเรียนมีวิธีการวัดอย่างไร

คำถามหลังการทดลอง

8. ความเร็วของไข่ขณะตกกระทบฟองน้ำและตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

9. ผลที่เกิดขึ้นเมื่อไข่ตกกระทบฟองน้ำและตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

10. โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของไข่ทั้งสองเมื่อตกกระทบฟองน้ำกับตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

11. ช่วงเวลาที่ไข่เปลี่ยนความเร็วขณะที่กระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งต่างกับช่วงเวลาที่ไข่กระทบพื้นแข็งจนหยุดนิ่งหรือไม่ อย่างไร

ถ้าเราทำปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว เราลองทำแบบฝึกคำนวณ
ท้ายกิจกรรมกันดีกว่า



แบบฝึกคำนวณท้ายปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ไข่ ไข่

1. วัตถุมวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับไปชนกำแพงแนวตั้ง หลังการชนแล้ว กระดอนกลับในแนวเดิมด้วยอัตราเร็วคงเดิม แต่ทิศทางตรงกันข้าม จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

2. จากข้อที่ 1 ถ้าเวลาที่วัตถุชนกำแพง 0.5 วินาที แรงเฉลี่ยที่วัตถุนั้นกระทำต่อกำแพงเป็นเท่าใด

3. จากรูป เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับเวลาของวัตถุหนึ่ง จงหา

ก. ขนาดของการคลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 5 วินาทีแรก

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน 5 วินาทีแรก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาฟิสิกส์ 2

รหัสวิชา ว32201

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2555

เรื่อง โมเมนตัมและการชน

เวลา 12 คาบ

วันที่ เดือน

พ.ศ.

ผู้สอน ครูดวงใจ บุตรดี

มาตรฐาน ว 4.2

เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6

ทดลองและอธิบายหลักการของการชนใน 1 มิติ การชนใน 2 มิติ การชนใน 3 มิติและโมเมนตัม รวมทั้งคำนวณและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

โมเมนตัม คือ ผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ นิยามโดย $\vec{P} = m\vec{v}$

กล่าวคือ วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำกระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

การคล คือ การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็น kg.m/s

แรงคล คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม หรือแรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในช่วงเวลานั้น ๆ

การชน คือ การที่วัตถุเคลื่อนที่กระทบกันในเวลาสั้น ๆ การชนกันของวัตถุใด ๆ ถ้าแรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำกับระบบมีค่าไม่เป็นศูนย์ แล้วผลรวมของโมเมนตัมของระบบ จะมีค่าคงตัวเสมอ และผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังชน ของระบบเสมอ

ในการชนกันของวัตถุหรือการระเบิด โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ส่วนพลังงานจลน์ของระบบจะคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่มีพลังงานจลน์มีค่าคงตัว เป็นการชนแบบยืดหยุ่น และการชนที่มีค่าพลังงานจลน์ไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

การชนใน 1 มิติ คือ การชนที่มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. การชนแบบยืดหยุ่น คือ การชนแบบไม่สูญเสียพลังงานจลน์
2. การชนแบบไม่ยืดหยุ่น คือการชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปบางส่วน พลังงานที่สูญเสียไปอาจเปลี่ยนเป็น แสง เสียง ความร้อน เป็นต้น
3. การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ คือการชนที่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ไปมากที่สุด โดยภายหลังการชนวัตถุจะติดกันไป

การชนใน 2 มิติ คือ การชนกันของวัตถุ โดยที่วัตถุก่อนชน และหลังการชนไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ซึ่งเกิดจากเป็นการชนแบบไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ

1. การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังการชนวัตถุทั้งสองจะแยกออกจากกันเป็นมุม 90°
2. การชนใน 2 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุจะติดกันไป m_1 มีความเร็ว $\vec{u}_1$ พุ่งเข้าชนวัตถุอีกก้อนหนึ่งมวล m_2 มีความเร็ว $\vec{u}_2$ ในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล ในแนวทำมุม θ ต่อกัน โดยหลังการชนวัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร็ว

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายโมเมนตัม และความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป
2. อธิบายการชนของวัตถุ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และวิเคราะห์การชนกันของวัตถุ

สาระการเรียนรู้

1. โมเมนตัม
2. แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
3. การคลและแรงคล
4. การชน

คาบที่ 1-2

ใช้เวลา 100 นาที

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัมและการชน และแต่ละเหตุการณ์สร้างความเสียหายแตกต่างกันหรือไม่ และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

ครูแนะนำกิจกรรม วิธีการใช้ชุดปฏิบัติการ อุปกรณ์แต่ละชนิดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจก่อน
ทำการทดลอง

ครูและตัวแทนนักเรียนร่วมกันจัดอุปกรณ์การทดลองเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่

ตอนที่ 1 โหมดนมต้ม

ตอนที่ 2 การคลและแรงคล

ตอนที่ 3 การชนกันของวัตถุแบบยืดหยุ่น

ตอนที่ 4 การชนกันของวัตถุแบบไม่ยืดหยุ่น

ตอนที่ 5 การชนของวัตถุในสองมิติ แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ

ตอนที่ 5.1 การตีตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวตรง (การระเบิด)

ตอนที่ 5.2 การชนกันของลูกกลมโลหะ

2. ขั้นสร้างประสบการณ์ (30 นาที)

นักเรียนแต่ละกลุ่ม (ครูนำคะแนนจากที่นักเรียนสอบก่อนเรียนมาแยกกลุ่มเป็น 6 กลุ่ม) เข้าประจำการทดลองที่ตรงกับกลุ่มของตน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันวางแผน และแบ่งหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มให้ชัดเจน ศึกษาชุดปฏิบัติการพร้อมทั้งทำการทดลอง และตอบคำถามให้เสร็จทันในช่วงเวลาที่กำหนด

****หมายเหตุ** เนื่องจากอุปกรณ์ในการทดลองมีจำนวนจำกัด ดังนั้นจึงใช้วิธีการให้นักเรียน
เวียนการทดลอง ในทุก ๆ 100 นาที

3. ขั้นสะท้อนความคิด (30 นาที)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับการทดลองของตนเอง ในขณะที่ครูจะ
เป็นผู้ให้คำแนะนำเพิ่มเติม หากนักเรียนมีข้อสงสัยหรือมีข้อซักถามเพื่อประกอบการอภิปราย

ตัวแทนนักเรียนเล่าประสบการณ์ทำการทดลองของตนเองให้เพื่อนนักเรียนในห้อง
ฟัง พร้อมทั้งบอกปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

4. ขั้นทบทวนความรู้ (20 นาที)

นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำการทดลองตอบคำถามหลังการทดลอง พร้อมทั้ง
เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาเกี่ยวกับหลักการที่นักเรียนได้ทำการทดลอง

5. ขั้นการนำไปใช้ (15 นาที)

นักเรียนทำโจทย์ฝึกคำนวณ และยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการทดลองของตน พร้อมทั้งอธิบายด้วยหลักการอย่างมีเหตุผล

คาบที่ 3-4

ใช้เวลา 100 นาที

ดำเนินกิจกรรมเช่นเดียวกับ 100 นาทีแรก แต่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนการทดลองดังนี้
กลุ่มที่ 1 ทำการทดลองที่ 2 กลุ่ม 2 ทำการทดลองที่ 3 กลุ่ม 3 ทำการทดลองที่ 4 กลุ่ม 4 ทำการทดลองที่ 5.1 กลุ่ม 5 ทำการทดลองที่ 5.2 และกลุ่ม 6 ทำการทดลองที่ 1

คาบที่ 5-6

ใช้เวลา 100 นาที

ดำเนินกิจกรรมเช่นเดียวกับ 100 นาทีแรก แต่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนการทดลองดังนี้
กลุ่มที่ 1 ทำการทดลองที่ 3 กลุ่ม 2 ทำการทดลองที่ 4 กลุ่ม 3 ทำการทดลองที่ 5.1 กลุ่ม 4 ทำการทดลองที่ 5.2 กลุ่ม 5 ทำการทดลองที่ 1 และกลุ่ม 6 ทำการทดลองที่ 2

คาบที่ 7-8

ใช้เวลา 100 นาที

ดำเนินกิจกรรมเช่นเดียวกับ 100 นาทีแรก แต่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนการทดลองดังนี้
กลุ่มที่ 1 ทำการทดลองที่ 4 กลุ่ม 2 ทำการทดลองที่ 5.1 กลุ่ม 3 ทำการทดลองที่ 5.2 กลุ่ม 4 ทำการทดลองที่ 1 กลุ่ม 5 ทำการทดลองที่ 2 และกลุ่ม 6 ทำการทดลองที่ 3

คาบที่ 9-10

ใช้เวลา 100 นาที

ดำเนินกิจกรรมเช่นเดียวกับ 100 นาทีแรก แต่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนการทดลองดังนี้
กลุ่มที่ 1 ทำการทดลองที่ 5.1 กลุ่ม 2 ทำการทดลองที่ 5.2 กลุ่ม 3 ทำการทดลองที่ 1 กลุ่ม 4 ทำการทดลองที่ 2 กลุ่ม 5 ทำการทดลองที่ 3 และกลุ่ม 6 ทำการทดลองที่ 4

คาบที่ 11-12

ใช้เวลา 100 นาที

ดำเนินกิจกรรมเช่นเดียวกับ 100 นาทีแรก แต่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเวียนการทดลองดังนี้
 กลุ่มที่ 1 ทำการทดลองที่ 5.2 กลุ่ม 2 ทำการทดลองที่ 1 กลุ่ม 3 ทำการทดลองที่ 2 กลุ่ม 4 ทำการ
 ทดลองที่ 3 กลุ่ม 5 ทำการทดลองที่ 4 และกลุ่ม 6 ทำการทดลองที่ 5.1

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดปฏิบัติการเรื่อง โมเมนตัมและการชน
2. แบบบันทึกผลการทดลอง
3. แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนรายบุคคล
4. หนังสือเรียน สสวท. เล่ม 2
5. วัสดุอุปกรณ์ประกอบการทดลอง

การวัดและประเมินผล

การวัดผลประเมินผล ด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1.ด้านความรู้ความ เข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบ ยอด/กิจกรรม	แบบสรุปความคิดรวบ ยอด ใบงาน/กิจกรรม	ทำถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	สังเกตจากการทำการ ทดลองในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงาน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึง ประสงค์	การสังเกตพฤติกรรม ความสนใจ และตั้งใจ เรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม ความสนใจและตั้งใจ เรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

บันทึกหลังสอน

ผลการสอนอยู่ในระดับ

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ พอใช้

☐ ควรปรับปรุง

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

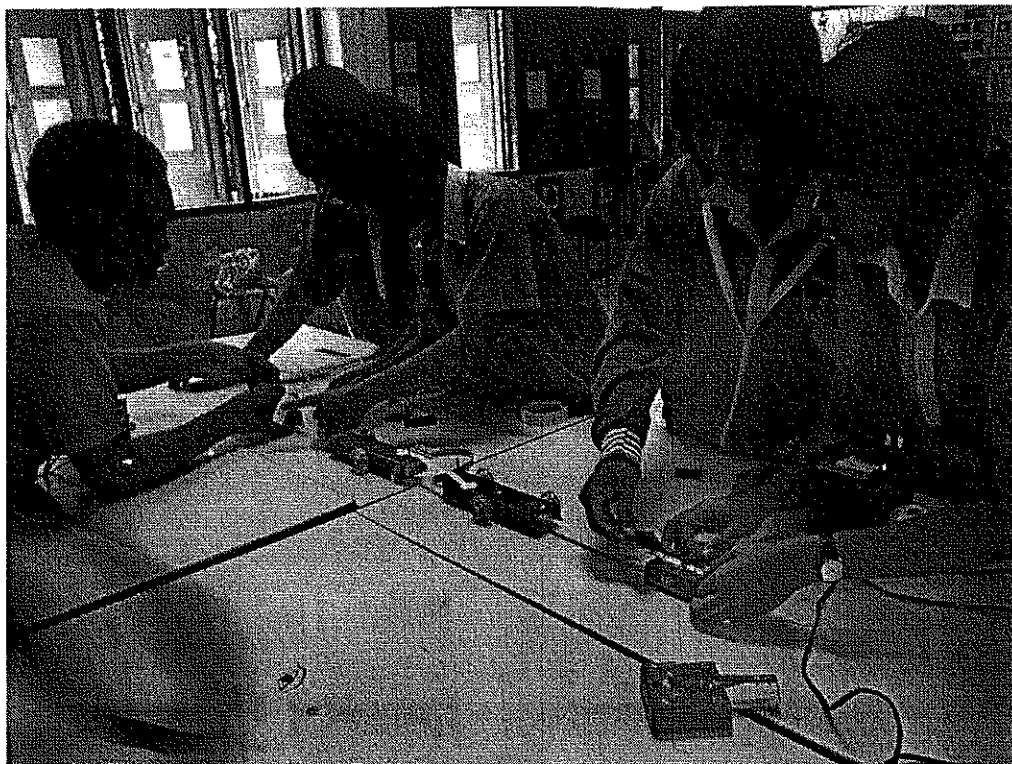
.....

(นางสาวดวงใจ บุตรดี)

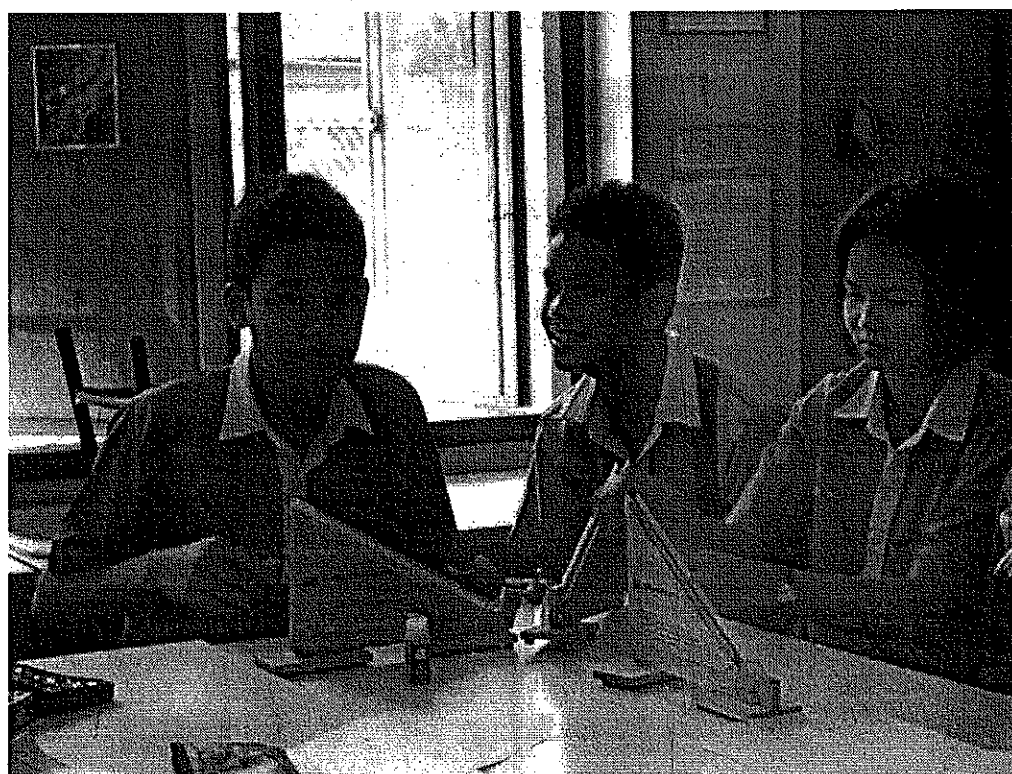
ครูผู้สอน

ภาคผนวก ง

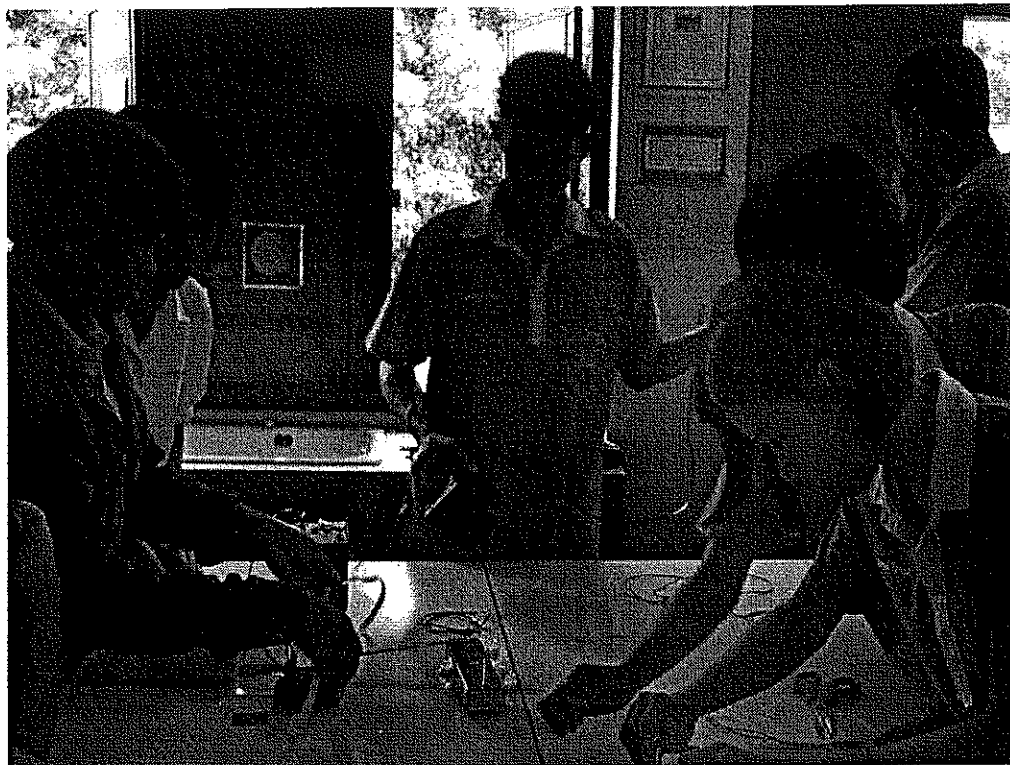
ภาพประกอบการทำกิจกรรม



ภาพที่ 3 นักเรียนทำการทดลองเรื่องการระเบิด



ภาพที่ 4 นักเรียนทำการทดลองเรื่องการชนในสองมิติ



ภาพที่ 5 นักเรียนทำการทดลองเรื่องการชน



ภาพที่ 6 นักเรียนทำการทดลองเรื่องการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

นางสาวดวงใจ บุตรดี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546 – 2550 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พ.ศ. 2550 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน

ครูโรงเรียนดानीวิทยา อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ตำแหน่ง ครู คศ.1 โรงเรียนดानीวิทยา

อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

อีเมล moon_jai@hotmail.com