ผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถใน
การประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นายชัยยุทธ สุขวัจนี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING STEPANS' CONCEPTUAL CHANGE MODEL ON CONCEPTS AND ABILITY IN APPLYING PHYSICS KNOWLEDGE OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr. Chaiyut Sukwadjanee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2015
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายชัยยุทธ สุขวัจนี
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

ชัยยุทธ สุขวัจนี : ผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (EFFECTS OF USING STEPANS' CONCEPTUAL CHANGE MODEL ON CONCEPTS AND ABILITY IN APPLYING PHYSICS KNOWLEDGE OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.อลิศรา ชูชาติ, 122 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษามโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์และกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป 3) ศึกษาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์และกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียนเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที่

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

(1) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนร้อยละ 72.08 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อยู่ในระดับดี

(2) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(3) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์หลังเรียนร้อยละ 62.46 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อยู่ระดับพอใช้

(4) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

5683435027 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: CONCEPTUAL CHANGE MODEL / PHYSICS / APPLYING PHYSICS KNOWLEDGE

CHAIYUT SUKWADJANEE: EFFECTS OF USING STEPANS' CONCEPTUAL CHANGE MODEL ON CONCEPTS AND ABILITY IN APPLYING PHYSICS KNOWLEDGE OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: ASST. PROF. ALISARA CHUCHAT, Ph.D., 122 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were to (1) study physics concepts of upper secondary school students after learning physics by using Stepans' conceptual change model, (2) compare physics concepts of upper secondary school students between groups of students learning by using Stepans' conceptual change model and groups of students by using an conventional instruction, (3) study the ability in applying physics knowledge of upper secondary school students after learning physics by using Stepans' conceptual change model, (4) compare ability in applying physics knowledge of upper secondary school students between groups of students learning by using Stepans' conceptual change model and groups of students using an conventional instruction. The samples were two classes of grade 11 in extra-large school in Secondary Educational Service Area Office 3 during the first semester of academic year 2016. The research instruments were comprised of tests on physics concepts with the reliability at 0.82 and ability in applying physics knowledge with the reliability at 0.85. The collected data were analyzed by means score, percentage means score, standard deviation and a t-test.

The research findings were summarized as follows:

(1) After the experiment, the percentage mean scores of physics concepts of upper secondary school students was 72.08 which was higher than the criterion set at 70 percent.

(2) The mean scores of physics concepts of upper secondary school students was higher than that of the control group at the level of significance 0.05.

(3) After the experiment, the percentage mean scores of ability in applying physics knowledge of upper secondary school students was 62.46 which was lower than the criterion set at 70 percent.

(4) The mean scores of the ability in applying physics knowledge of upper secondary school students was higher than that of the control group at the level of significance 0.05.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Curriculum and Instruction	Student's Signature	.....
Field of Study:	Science Education	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2015		

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการให้คำแนะนำและอบรมสั่งสอนด้วยความเมตตา ให้หลักคิดในการทำงานและการใช้ชีวิตการประกอบวิชาชีพครูในอนาคต ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. สกลรัชต์ แก้วดี ประธานสอบวิทยานิพนธ์ที่ทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ที่คุ้มค่าในการศึกษาศาสตร์แห่งวิชาชีพครู รวมทั้งเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานทำให้ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาที่ดีที่ท่านอาจารย์ได้มอบให้

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้สละเวลาตรวจเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เหนือสิ่งอื่นใด ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่เป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งตลอดในระยะเวลาในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแห่งนี้ จนทำให้ผู้วิจัยสามารถฝ่าฟันอุปสรรค พบกับความสำเร็จได้ดังที่ตั้งใจไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง 1

สารบัญภาพ 1

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 7

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7

สมมติฐานการวิจัย 8

ขอบเขตของการวิจัย 9

ข้อตกลงเบื้องต้น 10

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 10

กรอบแนวคิดในการวิจัย 11

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

1. มโนทัศน์ 15

1.1 ความหมาย ประเภทของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 15

1.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ฟิสิกส์ 20

1.2.1 ความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันและพัฒนาเทคโนโลยี 20

1.2.2 ความสำคัญต่อการเรียนฟิสิกส์ 21

1.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

1.4 แนวทางการสร้างและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์.....24
1.5 ความเป็นมาและทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้แบบเปลี่ยนมโนทัศน์ของ 32
สเตแพนส์.....32
1.6 ขั้นตอน กิจกรรม บทบาทครูและบทบาทนักเรียนของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์.....34
1.7 แนวทางการวัดมโนทัศน์.....37
2. การประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์.....39
2.1 ความหมายของการประยุกต์ความรู้.....39
2.2 ความสำคัญของการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์.....40
2.3 แนวทางการวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้.....41
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....42
3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์.....42
3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ความรู้.....43
3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์.....43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....43
1. รูปแบบการวิจัย.....43
2. กลุ่มตัวอย่าง.....44
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....44
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....51
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....52
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....53
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด.....53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ....54
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....57
สรุปผลการวิจัย....57
การอภิปรายผล....58
ข้อเสนอแนะ....60
รายการอ้างอิง....62
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ....69
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล....71
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ทดลอง....81
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล....114
ภาคผนวก จ ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ของกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลองและตัวอย่างภาพกิจกรรม....119
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 กิจกรรม บทบาทครูและบทบาทนักเรียนของรูปแบบการเรียนรู้แบบเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ 35

ตารางที่ 2 เนื้อหาและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนการสอนเรื่องการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ 49

ตารางที่ 3 ขั้นตอนกิจกรรมการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์และการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไป 50

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 53

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 54

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ.....55

ตารางที่ 7ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ.....55

ตารางที่ 8 แสดงค่า IOC ระหว่างคำถามกับจุกประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ 115

ตารางที่ 9 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ..... 116

ตารางที่ 10 แสดงดัชนีค่าความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาฟิสิกส์และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ 117

ตารางที่ 11 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ..... 117

ตารางที่ 12 แบบประเมิน ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ..... 118

ตารางที่ 13 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียน ม.5/3 และ ม.5/4..... 120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....12

ภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Posttest Design.....43

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาประเทศสู่ความสมดุลและยั่งยืนต้องให้ความสำคัญกับการสร้างเสริมทุนของประเทศที่มีอยู่ให้เข้มแข็งและมีพลังเพียงพอในการขับเคลื่อนกระบวนการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะการพัฒนาคนหรือต้นทุนมนุษย์ให้เข้มแข็งพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11) ซึ่งการศึกษาถือเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยจุดมุ่งหมายหลักของการจัดการศึกษา คือ การเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ มีศักยภาพและความสามารถเพียงพอในการแข่งขันได้ในอนาคต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) ดังนั้นการพัฒนาประเทศจะต้องเริ่มจากการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์โดยใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาเพื่อให้ประชาชนทุกคนได้รับการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพเพื่อพัฒนาเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพและมีศักยภาพเพียงพอในการพัฒนาประเทศ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นแรงขับเคลื่อนที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้ในการปรับเปลี่ยนการผลิตจากการใช้ทรัพยากรเงินทุนและแรงงานที่มีคุณภาพต่ำไปสู่การใช้ความรู้และความชำนาญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ช่วยเพิ่มผลผลิตที่มีมูลค่าน้อยให้มีมูลค่าที่สูงขึ้น (คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554: 13) วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของบุคคลทั่วไปทั้งการประกอบอาชีพต่างๆตลอดจนเทคโนโลยีที่มนุษย์ใช้อำนวยความสะดวก นอกจากนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ได้อย่างกว้างขวาง นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างมหาศาล เพิ่มความสามารถในการรักษาโรคต่างๆ เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรที่เพิ่มจำนวนมากขึ้น ลดการใช้แรงงานจากมนุษย์ก่อให้เกิดการขยายตัวเป็นอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อน เทคโนโลยีการสื่อสารที่ก้าวหน้าส่งผลให้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงได้ง่ายกลายเป็นสังคมทางวิทยาศาสตร์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ได้ส่งผลกระทบต่อมุมมองและการกระทำของมนุษย์ (UNESCO: 1999) โดยเฉพาะฟิสิกส์ซึ่งเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งในวิทยาศาสตร์ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิชาพื้นฐานที่สุดของวิทยาศาสตร์ทุกแขนง องค์ความรู้ฟิสิกส์สามารถนำประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางและสามารถประยุกต์ได้ในบริบทชีวิตของบุคคลทั่วไป ดังที่ Bloomfield (2006) ได้กล่าวไว้ว่า “โลกรอบตัวเรามีเทคโนโลยีมากมายที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เทคโนโลยีเหล่านั้นล้วนใช้หลักของฟิสิกส์ เราสามารถเข้าใจและคาดคะเนผลของเทคโนโลยีเหล่านั้นได้ถ้าเข้าใจหลักการของฟิสิกส์ เช่น

การทำให้อาหารร้อนโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ เหตุใดวิทยุจึงรับสัญญาณไม่ดีในบางสถานที่ เพราะเหตุใดนกที่เกาะสายไฟฟ้าแรงสูงจึงไม่ตาย" ดังนั้นการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าจึงควรให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ โดยให้ประชาชนได้รู้วิทยาศาสตร์อย่างทั่วถึง เพื่อมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) โดยเฉพาะการจัดการศึกษาในวิชาฟิสิกส์ที่มีคุณภาพ ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2537) ได้กล่าวไว้ว่า "วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์หลายสาขาและมีส่วนสนับสนุนให้มนุษย์ค้นพบความรู้อย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาเทคโนโลยีด้านต่างๆ ดังนั้นเพื่อการพัฒนาทางเทคโนโลยีของประเทศไทยในอนาคตครูฟิสิกส์จึงต้องช่วยกันสร้างสรรค์เยาวชนให้มีพื้นฐานทางฟิสิกส์มากที่สุดเท่าที่ความสามารถจะพัฒนาไปถึง" ดังนั้นการจัดการศึกษาฟิสิกส์ที่มีคุณภาพให้แก่เยาวชนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญในการพัฒนาความความเจริญก้าวหน้าในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การเรียนรู้และเข้าใจวิชาฟิสิกส์ได้นั้นสิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ ความเข้าใจในมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ถูกต้องและชัดเจน เนื่องจากมโนทัศน์นั้นเป็นความคิดโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ดังที่ ธีรชัย ปูรณโชติ (2537: 41) ได้กล่าวว่า "มโนทัศน์ คือ ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือรับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น" มโนทัศน์ช่วยอธิบายความคิดที่ซับซ้อน ดังที่ Carey (2000) กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นตัวแทนชุดของความคิดที่อธิบายได้โดยใช้คำสั้นๆซึ่งมโนทัศน์สามารถนำมารวมกันเป็นมโนทัศน์ที่ซับซ้อนขึ้น โดยมโนทัศน์เหล่านี้ช่วยในการอนุมานและอธิบายความคิดที่ซับซ้อนได้" มโนทัศน์เป็นความรู้พื้นฐานซึ่งใช้เป็นฐานของการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นเนื่องจากเมื่อนักเรียนรับรู้สิ่งที่มีลักษณะร่วมและมีความสัมพันธ์กันจะสามารถนำมาสรุปรวมเป็นมโนทัศน์ที่ซับซ้อนและเมื่อสะสมมโนทัศน์มากขึ้นจะทำให้นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่สรุปรวมไว้นั้นเป็นพื้นฐานในการเรียนขั้นสูงขึ้น (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2535:31) โดยมโนทัศน์ในงานวิจัยเรื่องนี้เป็นความคิดหรือความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยเน้นไปที่ความเข้าใจเชิงเหตุผลที่ได้รับจากการแก้สมการและสรุปจากกฎพื้นฐานทางฟิสิกส์ (Hassard and Dias, 2009: 200) มโนทัศน์จึงมีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์และวิชาฟิสิกส์ดังที่ Martin et al. (2005; 21) กล่าวว่า "มโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการเรียนวิทยาศาสตร์ต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยสังเกตข้อเท็จจริงรวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่พบในชีวิตของบุคคลทั่วไป มีการจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้จะช่วยให้นักเรียนสามารถระบุชื่อของสิ่งต่างๆในธรรมชาตินำไปสู่การจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ สามารถนำไปอธิบายหรือทำนายการเปลี่ยนแปลงที่จะ

เกิดขึ้นได้” ดังที่กล่าวมานั้นมโนทัศน์จึงเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในวิชาฟิสิกส์เพราะเป็นความรู้ที่นักเรียนจะใช้เพื่อทำความเข้าใจ วิชาฟิสิกส์และต่อยอดเป็นองค์ความรู้ที่สูงขึ้นต่อไปได้

การจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างหรือพัฒนามโนทัศน์ (Concept Attainment) ได้มีนักการศึกษาได้เสนอแนวทางในการสร้างมโนทัศน์ ดังนี้ Arends (1998: 299) เสนอแนวทางในการสร้างมโนทัศน์แก่นักเรียน 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นนำเสนอตัวอย่าง 2. ขั้นคาดคะเนลักษณะมโนทัศน์นั้น 3. ขั้นระบุชื่อมโนทัศน์ 4. ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ Joyce & Weil (1996: 255-257) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อสร้างมโนทัศน์โดยใช้ทฤษฎีของบรุนเนอร์ กู๊ดนาว และออสติน โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1. ผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนฝึกจำแนก 2. ผู้สอนชี้แจงวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรม 3. ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน 4. ให้ผู้เรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอน นอกจากนี้ Klausmeier and Ripple (1971: 422-432) ได้แนะแนวทางในการสอนมโนทัศน์คือ 1. การเน้นคุณสมบัติที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ 2. การใช้คำที่เหมาะสมกล่าวคือการสอนมโนทัศน์ครูต้องไม่ใช้ชื่อของมโนทัศน์นั้นโดยตรง 3. การชี้ให้เห็นธรรมชาติของมโนทัศน์ 4. การนำเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์โดยนำเสนอทั้งตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ฟิสิกส์ของผู้เรียนนั้นไม่สามารถใช้วิธีบอกโดยตรงกับนักเรียน กล่าวคือนักเรียนจะต้องสร้างความหมายของมโนทัศน์นั้นจากความเข้าใจของตัวนักเรียนเอง อาจทำโดยการให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์นั้น โดยครูใช้คำถามเพื่อชี้ประเด็นให้นักเรียนสังเกตเพื่อระบุลักษณะสำคัญของตัวอย่างที่มีร่วมกันแล้วจึงให้ผู้เรียนเรียบเรียงคำนิยามหรือคำจำกัดความ

การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ในประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ได้กำหนดจุดประสงค์ประการหนึ่งในการเรียนการสอนฟิสิกส์ไว้ กล่าวคือ “เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ” ดังนั้นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์จึงมีความสำคัญและควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน สอดคล้องกับ Penick (1984) ได้กล่าวว่า ในอนาคตพลเมืองจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้ในชีวิตของบุคคลทั่วไป นักเรียนจะต้องเข้าใจบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะไม่มีความหมายหากนักเรียนไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในสถานการณ์จริงได้” ดังนั้นความสามารถในการประยุกต์จึงความรู้นับว่ามีความสำคัญและควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์แม้ว่ามีการระบุวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเรียนเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นรอบตัวนักเรียนและพยายามหาสูตรสำเร็จที่สามารถคาดเดาปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นและนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ทุกวันนี้นักเรียนรับรู้ว่าการเรียนฟิสิกส์คือการท่องจำสูตร แก้โจทย์ปัญหา และพยายามนำค่า

ต่างๆที่โจทย์ให้มาไปแทนในสูตรที่จำมาเพื่อให้ได้คำตอบที่ตรงกับเฉลยของครู (กลชาญ อนันตสมบูรณ์, 2547) ซึ่งการที่นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์โดยการท่องจำเพื่อนำไปแก้โจทย์ปัญหาเพียงอย่างเดียวทำให้นักเรียนมีระดับความรู้ความเข้าในในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่ไม่เพียงพอที่ประยุกต์มโนทัศน์ฟิสิกส์ได้ (Chi, Feltovich and Glaser, 1981: 121; Heller and Reif, 1982: 2-16; Jennifer, 2002: 4) ดังที่กล่าวมาจึงสรุปได้ว่า การที่นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์เกิดจากการที่นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่ไม่ชัดเจนเพียงพอ ดังนั้นในการพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนามโนทัศน์ในวิชาฟิสิกส์ให้มีความถูกต้อง ชัดเจน และมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ดังที่ Halloun (1998) ได้กล่าวว่า “การที่นักเรียนไม่มีมโนทัศน์ฟิสิกส์หรือมีมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ไม่ถูกต้องทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายความคิดเกี่ยวกับฟิสิกส์และไม่สามารถประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

เมื่อพิจารณาผลการประเมินในโครงการประเมินผลนักเรียนในระดับนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) ประเมินการรู้วิทยาศาสตร์โดยกรอบนิยามการประเมินความรอบรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ได้พิจารณา 4 ด้านคือ 1) ด้านการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือ สามารถนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ มีความเข้าใจธรรมชาติบนฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการระบุประเด็น อธิบาย และสร้างข้อสรุปโดยอ้างอิงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ 4) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2009) ซึ่งด้านที่ 1 ตรงกับความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ และด้านที่ 2 ตรงกับความเขาใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าผลการประเมินของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2000 จนถึงปี 2012 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 421 432 429 425 และ 444 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ที่ระดับ 500 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (OECD, 2012 : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) เมื่อพิจารณาผลการประเมินรายวิชาวิทยาศาสตร์ในการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ได้แก่ 1) ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET (ordinary National Education Test) พบว่าคะแนนสอบของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เฉลี่ยร้อยละทั่วประเทศประจำปีการศึกษา 2557 2558 และ 2559 คือ 30.48 32.54 และ 33.4 คะแนนตามลำดับจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ) ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำร้อยละ 50 2) ผลการทดสอบความถนัดทางวิชาชีพหรือวิชาการ หรือ PAT (Professional and Academic Aptitude Test) สำหรับความถนัดด้านวิทยาศาสตร์ (PAT2) พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ในพ.ศ. 2558 คือคือ 86.72 104.72 คะแนนตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายครั้งที่ 1 และ 2 พ.ศ. 2559 คือ 76.18 และ 74.81 คะแนนตามลำดับจากคะแนนเต็ม 300 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ) ซึ่งไม่

ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 3) ผลการสอบ 7 วิชาสามัญ ในวิชาฟิสิกส์พบว่าคะแนนสอบของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เฉลี่ยร้อยละทั่วประเทศประจำปีการศึกษา 2557 2558 และ 2559 คือ 28.29 26.73 และ 22.90 คะแนนตามลำดับจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ) ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 เช่นกัน เมื่อพิจารณาเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดนนทบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการพบว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละรายกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของการทดสอบระดับชาติ ปีการศึกษา 2555 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ผลการสอบ O-NET) เท่ากับ 34.19 คะแนนซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานคือร้อยละ 50 (สำนักทดสอบทางการศึกษา) จากผลการทดสอบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นผลการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และวิชาฟิสิกส์ของประเทศไทยยังไม่ประสบผลสำเร็จ นักเรียนยังคงมีความรู้และความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำ โรงเรียนยังไม่สามารถจัดการศึกษาที่มีคุณภาพเพียงพอในการเตรียมนักเรียนให้เป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีศักยภาพในการแข่งขันกับประชาคมโลกได้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องปรับปรุงและยกระดับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพนักเรียนต่อไป

ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์นั่นคือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) ซึ่งเป็นความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนที่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ทางวิทยาศาสตร์ การที่ครูจะสอนฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Ozkan and Selcuk, 2013: 2) ซึ่งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นสิ่งที่แก้ไขได้ยาก เมื่อเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแล้วจะคงอยู่กับนักเรียนเป็นเวลานาน ซึ่งหากไม่สามารถแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนยอมรับมโนทัศน์ที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ได้ยากขึ้น (Treagust and Duit, 2008: 397; Zhou, 2010: 102) ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่มีประสิทธิภาพจึงมีความจำเป็นที่จะต้องแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นจำเป็นต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนสังเกต และรวบรวมข้อมูล รวมทั้งมีการจัดกระทำต่อข้อมูลและอธิบายข้อมูลอย่างอย่างเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปไม่สามารถทำให้นักเรียนแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ (TI Fisher, 1985)

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้มีนักการศึกษาได้พัฒนารูปแบบการสอนโดย Nussbaum และ Novick (1982) ได้เสนอเทคนิคการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ดังนี้ 1) เปิดเผยมโนทัศน์ของนักเรียน 2) อภิปรายและประเมินมโนทัศน์ของนักเรียน 3) สร้างมโนทัศน์ที่ขัดแย้งกับมโนทัศน์ของนักเรียน และ 4) กระตุ้นและแนะนำให้เกิดการปรับมโนทัศน์

McComas (1995) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบเปลี่ยนมโนทัศน์ ED^3U มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสำรวจ (Explore) 2) ขั้นวินิจฉัย (Diagnose) 3) ขั้นออกแบบ (Design) 4) ขั้นอภิปราย (Disscuss) และ 5) ขั้นนำไปใช้ (Use) นอกจากนี้ Prof. Hsiao-Ching She (2004) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ คือ รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (Dual-Situated Learning Model) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบลักษณะมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ 2) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3) ขั้นวิเคราะห์ชุดความคิดที่ขาด 4) ขั้นออกแบบเหตุการณ์ของสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท แม้ว่าจะมีผู้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อปรับมโนทัศน์แล้ว หากแต่การปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ยังเป็นสิ่งที่กระทำได้ยาก ผู้วิจัยจึงทำการค้นคว้ารูปแบบการสอนเพื่อนำมาปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ และช่วยพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

ศาสตราจารย์ Jeseph Stepan ศาสตราจารย์ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัย ไวโอมิง ได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ ในปี ค.ศ. 1994 มีจุดประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Schmidt et al. 2006) โดยใช้แนวคิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner และคณะ (1982) ที่เสนอเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ 4 ข้อ คือ 1) ไม่พอใจมโนทัศน์ของนักเรียน 2) มโนทัศน์ที่มาแทนที่มโนทัศน์ของนักเรียนต้องสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน 3) มโนทัศน์ใหม่มีความเป็นไม่ได้ไม่ขัดแย้งกับหลักความรู้ทั่วไป 4) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น โดยได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นมุ่งมั่นต่อผลลัพธ์ (Commit to an outcome) เป็นขั้นวิเคราะห์สถานการณ์และตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ 2) ขั้นแสดงความเชื่อ (Expose beliefs) เป็นขั้นแสดงความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 3) ขั้นตรวจสอบความเชื่อ (Confront beliefs) เป็นขั้นทดสอบความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนจากการทำการทดลอง 4) ขั้นปรับมโนทัศน์ (Accommodate the concept) เป็นขั้นปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและสร้างเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องโดยวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียนกับสิ่งที่สรุปได้จากการทดลอง 5) ขั้นขยายมโนทัศน์ (Extend the concept) เป็นขั้นนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปอธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 6) ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ (Go beyond) เป็นขั้นนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์กับสถานการณ์ที่แตกต่างจากสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

จากแนวคิด สภาพปัญหา และงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นทำให้มีความสนใจในการนำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มาใช้ในการจัดการเรียนการ

สอนฟิสิกส์เพื่อพัฒนามโนทัศน์ฟิสิกส์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ในชีวิตของบุคคลทั่วไป อันจะเป็นแนวทางที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ฟิสิกส์ได้ดีและเป็นพื้นฐานที่ดีในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับสูงต่อไป

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปหรือไม่ และมีมโนทัศน์ฟิสิกส์อยู่ในระดับใด
2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปหรือไม่ และมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์อยู่ในระดับใด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากคำถามการวิจัยจึงขอตั้งวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้Costu และคณะ (2007: 524-536) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องการเดือดของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยทำการทดสอบเพื่อหาความเข้าที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาแล้วนำมาออกแบบการจัดการเรียนการสอน พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์มีผลต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักศึกษา โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Uzunitiyaki และ Geban (2005: 211-339) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์เรื่องสารละลายของนักเรียนชั้นเกรด 8 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง (2543) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการสอนเพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีเรื่องพันธะเคมี โดยใช้การจัดการเรียนการสอนจามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และคณะพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนมโนทัศน์มากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2554) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีขั้นตอนเพื่อใช้ปรับมโนทัศน์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในขั้นที่ 5 คือขั้นจัดการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทจะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย เท่ากับร้อยละ 67.00 อยู่ในระดับพอใช้คือน้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือร้อยละ 70 และพบว่ากลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลภาพของร่างกายสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลของงานวิจัยข้างต้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าแนวคิดการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์น่าจะส่งเสริมการพัฒนามโนทัศน์ในวิชาฟิสิกส์ได้

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ ในขั้นขยายมโนทัศน์และขั้นต่อยอดมโนทัศน์พบว่านักเรียนจะมีโอกาสนำความรู้ใหม่ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตของบุคคลทั่วไปเกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ได้ โดยครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความคิดต่อยอดหรือเกิดการประยุกต์ความรู้สถานการณ์ในชีวิตจริง

จากผลของการวิจัยดังกล่าวเป็นไปได้ว่าแนวคิดการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยในครั้งนี้ว่า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์จะมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70

4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ตัวแปรในการวิจัยมี 3 ตัวแปร ประกอบด้วย

1.1 ตัวแปรจัดกระทำ

1.1.1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

1.1.2 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบทั่วไป

1.2 ตัวแปรตาม

1.2.1 มโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

1.2.2 ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

1.3 ตัวแปรควบคุม

1.3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบเป็นเนื้อหาเดียวกันคือ เนื้อหาในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา 2551 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

1.3.2 ผู้สอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตัวเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.3 ระยะเวลาที่ใช้สอน โดยมีจำนวนคาบเรียนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ข้อตกลงเบื้องต้น

การจัดการเรียนการสอนทั้ง 2 แบบ คือ 1) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ 2) การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไปในช่วงเวลาที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อคะแนนมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. มโนทัศน์ฟิสิกส์ หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับสมบัติและปฏิสัมพันธ์ในเรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ วัดโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ โดยแต่ละข้อประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือข้อคำถามเชิงเนื้อหามีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 คือ ข้อคำถามเหตุผลเชิงสนับสนุนมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย

2. ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางฟิสิกส์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตของบุคคลทั่วไป วัดโดยใช้แบบวัดการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ โดยแบบวัดกำหนดสถานการณ์ให้นำความรู้ฟิสิกส์ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนด

3. การจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ที่มีแนวคิดพื้นฐานจากทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 6 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นมุ่งมั่นต่อผลลัพธ์ (Commit to an outcome) วิเคราะห์สถานการณ์และตั้งเป้าหมายการเรียนรู้

2) ขั้นแสดงความเชื่อ (Expose beliefs) แสดงความเชื่อหรือมโนทัศน์เของนักเรียนซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

3) ขั้นตรวจสอบความเชื่อ (Confront beliefs) ทดสอบความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนจากการทำการทดลอง

4) ขั้นปรับมโนทัศน์ (Accommodate the concept) ปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและสร้างเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องโดยวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียนกับสิ่งที่สรุปได้จากการทดลอง

5) ขั้นขยายมโนทัศน์ (Extend the concept) นำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปอธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

6) ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ (Go beyond) นำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์กับสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนและแตกต่างจากสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

4. วิธีจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป หมายถึงการเรียนการสอนที่ครูในกลุ่มสาระการสอนวิทยาศาสตร์ใช้โดยทั่วไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นขั้นทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจเรียนรู้ โดยอาจใช้การตั้งคำถาม นำเสนอสถานการณ์ที่ท้าทาย หรือทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

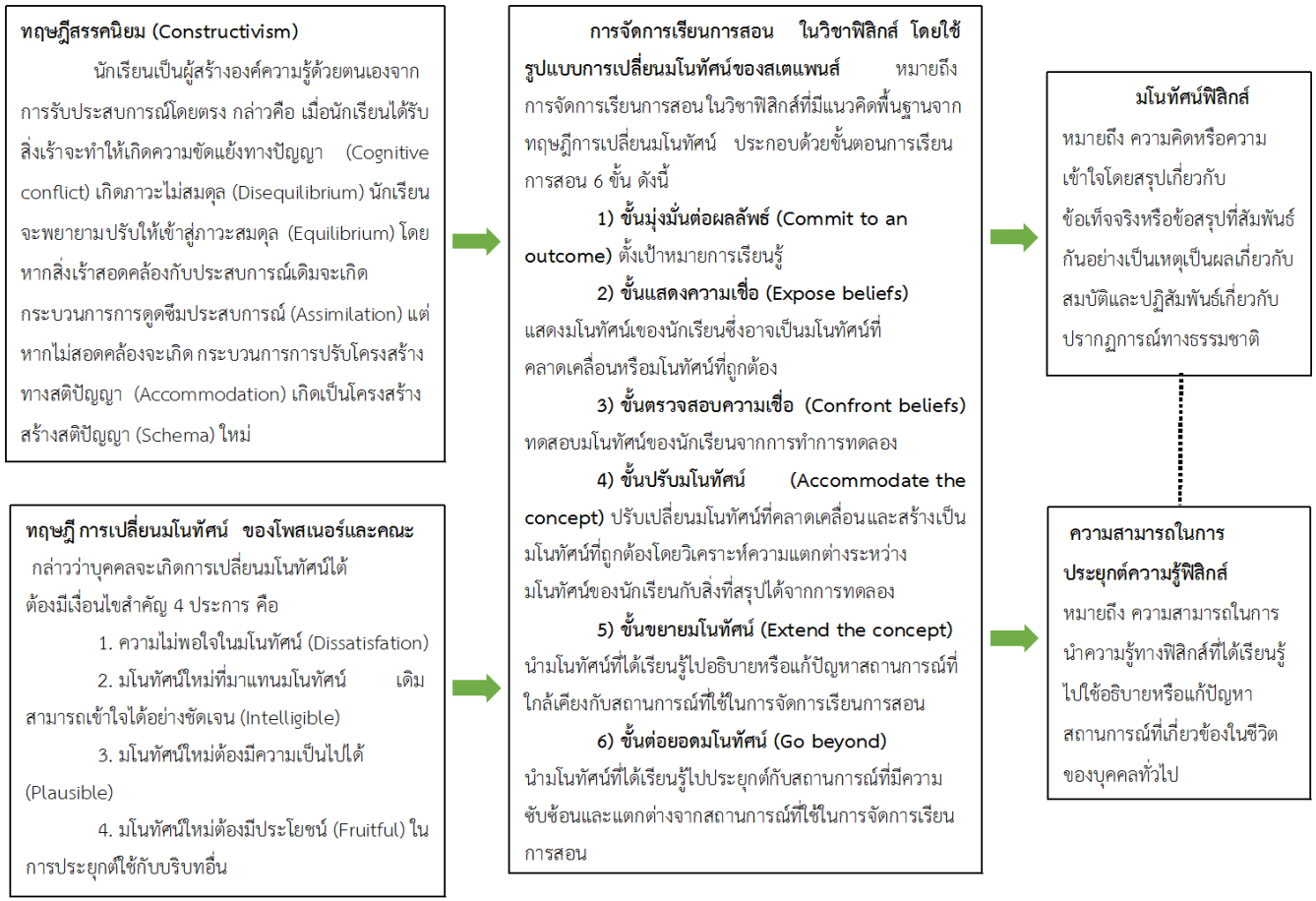
2. ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยครูอาจใช้การบรรยาย สาธิต หรือให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เช่น การสืบค้นรวบรวมข้อมูล การปฏิบัติการทดลอง เป็นต้น
ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูล โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปความรู้ โดยครูทำหน้าที่นำสรุปความรู้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีพื้นฐานทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) และรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change Model) โดยทฤษฎีการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ (Stepans's Conceptual Change Model) ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ มโนทัศน์ฟิสิกส์ โดยนำเสนอรายละเอียดเป็นหัวข้อตามลำดับดังนี้

1. มโนทัศน์
    - 1.1 ความหมาย ประเภทของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
    - 1.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ฟิสิกส์
    - 1.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์
    - 1.4 แนวทางการสร้างและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์
    - 1.5 ความเป็นมาและทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์
    - 1.6 ขั้นตอนกิจกรรมบทบาทครูและบทบาทนักเรียนของรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์
    - 1.7 แนวทางการวัดมโนทัศน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. การประยุกต์ความรู้
    - 2.1 ความหมายของการประยุกต์ความรู้
    - 2.2 ความสำคัญของการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์
    - 2.3 แนวทางการวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์
    - 3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์
    - 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

1. มโนทัศน์

1.1 ความหมาย ประเภทของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1.1.1 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์

คำว่ามโนทัศน์ (Concept) เป็นคำที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในสาขาวิชา ซึ่งได้มีการแปลคำนี้เป็นภาษาไทยหลายคำ ได้แก่ ความคิดรวบยอด มโนมติ มโนภาพ สังกัป เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือมโนทัศน์ ซึ่งได้มีนักวิชาการ นักการศึกษา หลายท่านได้ให้ความหมายหรือจำกัดความของคำว่ามโนทัศน์ ประมวลสรุปได้ดังนี้

Carey (2000) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ สิ่งเป็นตัวแทนแสดงความคิด ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่เรียบง่ายที่สุดโดยแสดงในรูปของคำเดี่ยว เช่น พืช หรือ สัตว์ เป็น หรือ ตาย โต๊ะหรือเก้าอี้ แอปเปิ้ล หรือ ส้ม เป็นต้น

Zirbel (2004) กล่าวว่า “มโนทัศน์เป็นตัวแทนของชุดของความคิดที่อธิบายด้วยคำสั้นๆ แต่ละมโนทัศน์สามารถเชื่อมโยงกันเป็นมโนทัศน์ที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนขึ้นได้ (complex concepts) และมโนทัศน์ที่ซับซ้อนเมื่อรวมกันนั้นสามารถอธิบายความคิดโดยรวมหรือสร้างเป็นทฤษฎีได้ เช่น ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (Natural Selection theory) ทฤษฎีบิ๊กแบง (Big Bang theory) เป็นต้น

McDonald (1960: 134) กล่าวว่า “มโนทัศน์เป็นการจำแนกหรือเป็นการจัดระบบของสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน

Nitko and Brookhart (2011: 225) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ ลำดับชั้นหรือการจัดจำแนกของสิ่งที่คล้ายคลึงกัน เช่น วัตถุ คน เหตุการณ์ หรือความสัมพันธ์ โดยความเข้าใจในมโนทัศน์จะเป็นฐานของการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น”

Weiskopf (2013: 138-144) กล่าวโดยสรุปคือ มโนทัศน์เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของความคิด โดยหน้าที่หนึ่งของมโนทัศน์คือเชื่อมโยงจิตใจกับโลก กล่าวคือ เมื่อมีมโนทัศน์ก็จะสามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ มโนทัศน์ถูกใช้เพื่อสร้างความเชื่อ ความปรารถนา การวางแผน และความคิดที่ซับซ้อนอื่นๆและการตัดสินใจ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ยินดีสุข (2548: 126) กล่าวว่า “มโนทัศน์ หมายถึง การนำความจริงเดี่ยวหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องมผสมผสานกันเป็นรูปแบบใหม่ซึ่งเรียกว่าความคิดรวบยอด”

ชนาธิป พรกุล (2554: 123) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ 3 นัยยะ กล่าวคือ

1.ข้อความที่แสดงแก่นของเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งเกิดจากการรวบรวมลักษณะเฉพาะของเรื่องนั้น

2.การจัดลักษณะที่เหมือนๆกันของสิ่งของ เหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือกระบวนการเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบขึ้นเป็นหน่วยความคิด ประเภท หมู่ หรือกลุ่มคล้ายคำจำกัดความ

3.ความเข้าใจจนสามารถกำหนดเกณฑ์ที่จะใช้แบ่งประเภทของสรรพสิ่งรอบตัวที่เป็นสิ่งของ วัตถุ พฤติกรรม และสิ่งที่เป็นนามธรรม

ธีรชัย ปูรณชติ (2537: 41) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือรับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น”

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525: 28-30) กล่าวว่า “ มโนทัศน์ คือ ความคิดความเข้าใจของสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์นั้นหลายๆแบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้ากันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง”

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537: 3) กล่าวว่า “มโนทัศน์ เป็นความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆโดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม”

จากความหมายของมโนทัศน์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง องค์ประกอบที่เป็นพื้นฐานของความคิด เป็นความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งของบุคคลโดยอาจเกิดจากการจัดลักษณะของสิ่งต่างๆที่มีลักษณะร่วมกันโดยอาศัยประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลแล้วสรุปรวมเป็น มโนทัศน์เพื่อสร้างความคิดที่เป็นตัวแทนของสิ่งนั้น

สำหรับประเภทของมโนทัศน์จากการศึกษาพบว่าประเภทของมโนทัศน์มีการจำแนกได้หลายแบบตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา โดยนักการศึกษาได้แบ่งเป็นประเภทของมโนทัศน์ตามเกณฑ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

Bruner (อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์ (2537: 5) ได้แบ่งมโนทัศน์ตามคำนิยามของมโนทัศน์เป็น 3 ประเภท

1. มโนทัศน์ที่ใช้คำเชื่อมเดียวกัน (Conjunctive concepts) เป็นการรวมคุณลักษณะและคุณค่าเข้าด้วยกัน คำนิยามแบบนี้จะบอกถึงลักษณะที่นำรวมเป็นมโนทัศน์ เช่น คุณลักษณะของน้ำหนักและปริมาตรนำมาพิจารณาร่วมกันเพื่อเป็นมโนทัศน์ของสสาร โดยเป็นการรวมลักษณะที่ใช้คำเชื่อม และ กล่าวคือสสารมีคุณสมบัติ 2 อย่าง คือ น้ำหนักและปริมาตร

2. มโนทัศน์ที่ใช้คำเชื่อมในทางตรงกันข้าม (Disjunctive concepts) เป็นการรวมคุณลักษณะโดยใช้คำเชื่อมเป็น หรือ เช่น เส้นเลือดเป็นโครงสร้างที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ หรือ ออกจากหัวใจ

3. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Relational concepts) เป็นการระบุความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่สำคัญ ตัวอย่างเช่น สารละลายกรดเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนมากกว่าไฮดรอกซิลอิออน

Gagne (1970 อ้างถึงใน Nitko, 2011: 226) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปธรรม (concrete concepts) หมายถึง ลำดับชั้นหรือสมาชิกที่มีลักษณะทางกายภาพหนึ่งอย่างหรือมากกว่าร่วมกันที่สามารถสัมผัสได้ทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น สามเหลี่ยม สีเขียว สุนัข เป็นต้น

2. มโนทัศน์เกี่ยวกับคำนิยาม (defined concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ลำดับชั้นที่สมาชิกสามารถนิยามได้ในทำนองเดียวกัน โดยที่ลักษณะดังกล่าวไม่สามารถที่จะสัมผัสได้โดยประสาทสัมผัสทั้ง 5

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (relation concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกิดหลายๆมโนทัศน์มาสัมพันธ์กัน เช่น “เส้นทแยงมุม” เป็นมโนทัศน์ที่เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ “เส้น” “รูปสี่เหลี่ยม” และ “มุมตรงข้าม” เพราะเส้นทแยงมุมหมายถึงเส้นตรงที่ลากจากมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยม

ชนาธิป พรสกุล (2554: 123-124) กล่าวว่า การแบ่งประเภทของมโนทัศน์ทำได้อย่างน้อย 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 แบ่งได้ 2 ประเภท โดยแบ่งตามเกณฑ์การรับรู้มโนทัศน์ ได้แก่

1. สิ่งที่เป็นรูปธรรม (concrete) สามารถรับรู้ได้โดยโดยตรงทางประมาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ การดู การเห็น การได้กลิ่น การลิ้มรส และการสัมผัส เช่น โต๊ะ ต้นไม้ แก้วน้ำ เป็นต้น

2. สิ่งที่เป็นนามธรรม (abstract) รับรู้ด้วยความรู้สึก ไม่สามารถสังเกตได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ สิ่งแวดล้อม ประเพณี ค่านิยม ความเชื่อ ตลอดจนการเลี้ยงดู มโนทัศน์เดียวกันบุคคลอาจมีต่างกัน เช่น ความดีงาม ความยุติธรรม อิสรภาพ เป็นต้น

แบบที่ 2 แบ่งเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะเกณฑ์ที่ใช้ ได้แก่

1. ลักษณะเชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน (conjunctive concept) เป็นลักษณะที่เรียนรู้ง่าย เพราะมีลักษณะสำคัญชุดเดียว เช่น เก้าอี้ แม้จะมีหลายชนิด แต่เก้าอี้ทุกชนิดต้องมีลักษณะที่สำคัญเหมือนกัน

2. ลักษณะแยกออกจากกัน (disjunctive concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนเพียงเล็กน้อย ต้องเรียนรู้มโนทัศน์อย่างน้อย 2 ชนิด เช่น พลเมือง เป็นสมาชิกของชาติซึ่งมีความจงรักภักดีต่อรัฐบาล และยอมให้รัฐบาลปกครอง

3. ลักษณะเกี่ยวข้องกัน (rational concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนที่สุด ต้องเรียนรู้จากการเปรียบเทียบ หรือหาความสัมพันธ์ของ 2 สิ่ง หรือ 2 เหตุการณ์ เช่น คำว่า มาก ในประโยคฝนตกมากของคนกรุงเทพฯ อาจเป็นฝนตกน้อยสำหรับชาวนา

แบบที่ 3 แบ่งเป็น 3 พวก ตามวิธีเรียนรู้มโนทัศน์ของ Bruner ได้แก่

1. เรียนรู้โดยการทำ (enactive concept)

2. เรียนรู้โดยการดูภาพหรือสร้างภาพในใจ (iconic concept)

3. เรียนรู้จากสัญลักษณ์ เช่น ภาษา (symbolic concept)

ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้นประเภทของมโนทัศน์สามารถจำได้ได้หลายแบบตามเกณฑ์ที่พิจารณา เช่นเกณฑ์การรับรู้มโนทัศน์ การเชื่อมโยงลักษณะของมโนทัศน์ เป็นต้น

1.1.2 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Klopfer (1971) กล่าวว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่เป็นนามธรรมเกิดขึ้นจากการที่ได้ศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ประโยชน์ของมโนทัศน์ในการศึกษาธรรมชาติ

Jacobson and Bergman (1999: 120) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ สามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยเด็กจะเกิดการพัฒนามโนทัศน์เมื่อเขาเข้าใจสิ่งที่เกิดจากการสำรวจตรวจสอบผ่านกระบวนการทดลองและประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ จนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจนี้ไปยังประสบการณ์เดิมของตน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550: 11) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือ “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้หนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2531: 50) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่ช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์ต่างๆ โดยความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดจากข้อมูลในเชิงปริมาณที่มีความแม่นยำมากมีความเป็นเหตุเป็นผลกัน ช่วยให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆได้”

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ในการศึกษาและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วสรุปได้ว่า มโนทัศน์เป็นความคิดโดยสรุปของบุคคลต่อสิ่งใดสิงหนึ่ง เมื่อประมวลความหมายของมโนทัศน์และความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้นทำให้สรุปเป็นความหมายของมโนทัศน์ฟิสิกส์คือ ความคิดหรือความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริง

หรือข้อสรุปที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับสมบัติและปฏิสัมพันธ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยเน้นไปที่ความเข้าใจเชิงเหตุผลที่ได้รับจากการแก้สมการและสรุปจากกฎพื้นฐานทางฟิสิกส์

สำหรับประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาได้จำแนกไว้ดังนี้

Lawson et al (2000) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้และอธิบายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้จากประสาทสัมผัส ทั้ง 5 ได้โดยตรง แต่ศึกษาได้จากทฤษฎีหรือแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ เช่น ทฤษฎีอะตอม อิเล็กตรอน ทฤษฎีอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุล เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย (descriptive concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยตรง แล้วเชื่อมโยงลักษณะสำคัญร่วมกันสรุปเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น เช่น มโนทัศน์ รถยนต์ ถนน เก้าอี้ โต๊ะ เป็นต้น

3. มโนทัศน์เชิงแทรก (intermediate concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสามารถสังเกตได้โดยตรงอันเนื่องมาจากข้อจำกัดต่างๆ เช่น เวลา ลักษณะพื้นที่ เช่น มโนทัศน์ของการเกิดไดโนเสาร์ มโนทัศน์ของชั้นเปลือกโลก เป็นต้น

The Ontario (2007: 7) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ตามความลึกซึ้งของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. มโนทัศน์พื้นฐาน (Fundamental concept) คือ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องมีความเข้าใจก่อนที่จะเรียนเนื้อหาในขั้นต่อไป

2. มโนทัศน์หลัก (Big idea) คือ ความเข้าใจที่เนื้อหาที่มีความลึกซึ้ง โดยนักเรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์พื้นฐานมาก่อน เช่น ในการเรียนมโนทัศน์เรื่องงานนักเรียนจะต้องมีความเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับแรงและการกระจัดมาก่อน

Sund and Trowbride (1973: 17-18) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ตามลักษณะเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปธรรม (concrete concepts) เป็นมโนทัศน์ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม เช่น แม่เหล็ก หิน สารละลายคอลลอยด์

2. มโนทัศน์เกี่ยวกับกระบวนการพลวัต (dynamic process concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับกระบวนการที่มีการเคลื่อนไหว เช่น ทฤษฎีพลังงานจลน์ กระบวนการออสโมซิส กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นต้น

ปรีชา วงศ์ชูศิริ และคณะ (2525: 140-143; อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์ (2537: 4) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะที่ใช้อธิบายวิทยาศาสตร์เป็น 3 ประเภท

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติรวม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นๆ เช่น ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ ฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย

2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical concepts) เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้ทั้งหมดแต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง เช่น น้ำดีในลำไส้ช่วยย่อยไขมัน โปรตีนเป็นสารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ เป็นต้น

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational concepts) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆได้ เช่น อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอุ่น ของเหลวที่ได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น เป็นต้น

จากการศึกษาข้างต้นพบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อจัดประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มี 3 เกณฑ์ กล่าวคือ 1) แบ่งตามการรับรู้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ 2) แบ่งตามการอธิบายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 3) แบ่งตามความลึกซึ้งและลักษณะของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

1.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ฟิสิกส์

1.2.1 ความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันและพัฒนาเทคโนโลยี

ความรู้ฟิสิกส์มีความสำคัญเพราะโดยสามารถนำไปประยุกต์ได้อย่างกว้างขวาง กล่าวคือในบริบทของชีวิตประจำวัน ดังที่ Bloomfield (2006) ได้กล่าวไว้ว่า “โลกรอบตัวเรามีเทคโนโลยีมากมายที่ใช้กันในชีวิตประจำวัน ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านั้นล้วนใช้หลักของฟิสิกส์ เราสามารถเข้าใจและทำนายผลของเทคโนโลยีเหล่านั้นได้ถ้าเราเข้าใจหลักการของฟิสิกส์ เช่น คลื่นไมโครเวฟทำให้อาหารร้อนได้อย่างไร ทำไมวิทยุจึงรับสัญญาณไม่ดีในบางสถานที่ ทำไมนกที่เกาะสายไฟฟ้าแรงสูงจึงไม่ตาย” นอกจากนี้ยังใช้ในบริบทของการพัฒนาเทคโนโลยี ดังที่ Griffith and Brosing (2015) กล่าวว่า “ฟิสิกส์มีบทบาทสำคัญในการศึกษาการทำงานของวิศวกรรม โดยเฉพาะในเรื่อง ไฟฟ้า กลศาสตร์ และนิวเคลียร์ และประดิษฐ์เทคโนโลยี เช่น การใช้แสงเลเซอร์ในการผ่าตัด การพัฒนากล้องจับรังสีอินฟราเรดเพื่อเป็นเครื่องมือในการศึกษาการระบายความร้อนออกจากสิ่งก่อสร้าง การประดิษฐ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่อำนวยความสะดวก เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน การผลิตเซลล์สุริยะเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ” นอกจากนี้ความรู้ทางฟิสิกส์ยังนำไปสู่การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีต่างๆมากมาย เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ กล้องถ่ายรูป อุปกรณ์ทางการแพทย์ อุปกรณ์ที่ใช้ใน

การเกษตร เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆเป็นต้น ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2537) ได้กล่าวไว้ว่า “วิชาฟิสิกส์ได้รับการยอมรับไปทั่วว่า เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์หลายสาขา และมีส่วนสนับสนุนให้มนุษย์เราค้นพบความรู้อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาเทคโนโลยีด้านต่างๆ ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามโนทัศน์ฟิสิกส์มีความสำคัญในการดำรงชีวิตในชีวิตประจำวันและสามารถต่อยอดพัฒนาเป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน

1.2.2 ความสำคัญต่อการเรียนฟิสิกส์

มโนทัศน์เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะในวิชาฟิสิกส์ เพราะความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์ได้นั้นพื้นฐานจะต้องมาจากการที่นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ถูกต้องและชัดเจน ดังทีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

De Cecco (1980: 402-416) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ 5 ประการ ดังนี้

1. ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมและเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น บุคคลจะใช้มโนทัศน์ในการจัดกลุ่มของสิ่งต่างๆเพื่อช่วยให้สามารถสื่อความหมายได้ง่าย
2. ช่วยให้บุคคลสามารถแยกประเภทของสิ่งต่างๆได้
3. เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น
4. ช่วยในการแก้ปัญหาเป็นข้อมูลพื้นฐานของบุคคลที่นำไปสู่การตัดสินใจ
5. ช่วยในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการจัดกลุ่มข้อมูลและสื่อความหมาย

ชูชีพ อ่อนโคกสูง (2522: 105) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า

1. ลดความซับซ้อนของสิ่งแวดลอม ถ้าเราจำเฉพาะรายละเอียดจะก่อให้เกิดความยุ่งยากเป็นอย่างมากในการที่จะเข้าใจสิ่งแวดล้อมทั่วๆไป

2. ช่วยใช้แยกวัตถุหรือสถานการณ์ออกจากกัน สามารถบอกได้ว่าวัตถุหรือสิ่งเร้าเป็นพวกเดียวกันหรือไม่

3. ประหยัดเวลาในการเรียนรู้ กล่าวคือ เมื่อมีมโนทัศน์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วไม่มีความจำเป็นต้องกลับไปเรียนมโนทัศน์นั้นซ้ำอีก

4. ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปได้ โดยเฉพาะการเรียนในระดับที่สูงขึ้นจำเป็นต้องใช้มโนทัศน์เป็นรากฐานในการเรียนการสอน

พวงเพ็ญ อินทราประวัติ (2532: 14) กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นเนื้อหาความรู้ที่มีประโยชน์มาก หากนักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ของเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วเขาก็สามารถนำมโนทัศน์นั้นไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆต่อไป การสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งต่างๆในรูปของมโนทัศน์จะช่วยลดภาระ

ของสมองให้จดจำน้อยลง แทนที่จะจดจำลักษณะปลีกย่อยของทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัว เพียงแต่จำในลักษณะที่เป็นหมวดหมู่ ซึ่งจะทำให้เขาสามารถขยายขอบข่ายความรู้ของตนเองให้กว้างขวางออกไป

สุรางค์ โค้วตระกูล (2533: 206) กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า “มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด ช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่างๆ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนี้มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือสื่อความหมายที่ช่วยให้มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ดังที่กล่าวข้างต้นนั้น มโนทัศน์มีความสำคัญเพราะช่วยลดความซับซ้อนของข้อมูลในเรื่องต่างๆ เพราะมีการจัดกลุ่ม จำแนกประเภท ส่งผลให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและง่ายต่อการสื่อความหมายข้อมูล ซึ่งมโนทัศน์จะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น สำคัญความสำคัญของมโนทัศน์ต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์และฟิสิกส์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Martin et al. (2005; 21) กล่าวว่า มโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะการเรียนวิทยาศาสตร์นักเรียนจะต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์โดยสังเกตข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูลข้อมูลจากประสบการณ์ที่พบในชีวิตของบุคคลทั่วไป มีการจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้จะช่วยให้นักเรียนสามารถระบุชื่อของสิ่งต่างๆในธรรมชาติ นำไปสู่การจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ สามารถนำไปอธิบายหรือทำนายการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นได้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2533: 31) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างมโนทัศน์ว่ามีผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่า “เนื่องจากการเรียนรู้เริ่มจากการรับรู้ปรากฏการณ์ต่างๆจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ก่อน และเมื่อรับรู้สิ่งที่มีลักษณะร่วมและมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นนักเรียนก็จะสามารถนำมาสรุปรวมเป็นมโนทัศน์ เมื่อนักเรียนสะสมมโนทัศน์ที่มากขึ้นก็จะทำให้นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่สรุปรวมไว้นั้นเป็นพื้นฐานในการเรียนที่สูงขึ้น”

Singh and Rosengrant (2000) กล่าวว่า “มโนทัศน์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแก้ปัญหาฟิสิกส์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอันเป็นพื้นฐานสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

โดยสรุปแล้วความสำคัญของมโนทัศน์ต่อการเรียนฟิสิกส์คือ มโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจากการทดลอง หรือในชีวิตของบุคคลทั่วไปเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ สามารถนำองค์ความรู้นั้นๆไปอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆได้ นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานของการเรียนฟิสิกส์ในระดับที่สูงขึ้น

1.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน ซึ่งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมักพบได้นักเรียนที่ยังไม่เคยได้ทดสอบข้อความรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Zirbel, 2004) ซึ่งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์เป็นความเข้าใจที่มีอยู่เดิมของนักเรียนที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติแล้วสรุปเป็นความเข้าใจของตน ซึ่งการที่นักเรียนยังไม่ได้ทดสอบมโนทัศน์นั้นผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีโอกาสสรุปเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่ตรงกับข้อความรู้ที่เป็นที่ยอมรับในวงการวิทยาศาสตร์ นั่นคือเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งยากต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งมโนทัศน์ที่นักเรียนมักมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์มีดังต่อไปนี้

Elwan (2004) พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันดังต่อไปนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง เช่น

1.1 วัตถุที่หยุดนิ่ง คือวัตถุที่ไม่มีแรงมากระทำ วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่อยู่เท่านั้นที่มีแรงมากระทำ

1.2 แรงเป็นคุณสมบัติของวัตถุ วัตถุมีแรงเมื่อวัตถุกำลังเคลื่อนที่ และวัตถุจะหยุดเคลื่อนที่เมื่อวัตถุหมดแรง

1.3 วัตถุจะเคลื่อนที่ในทิศเดียวกับแรงที่มากระทำต่อวัตถุเสมอ

1.4 วัตถุขนาดใหญ่จะใช้แรงมากกว่าวัตถุขนาดเล็ก

1.5 วัตถุที่มีความเร็วเป็น 2 เท่าของความเร็วเดิมจะมีพลังงานจลน์เป็น 2 เท่าของพลังงานจลน์เดิม

1.6 ระยะทางกับการกระจัดมีค่าเท่ากันเสมอ

1.7 อัตราเร็วกับความเร็วมีความหมายเดียวกัน

1.8 สบสนระหว่างความเร็วกับความเร่ง

1.9 ความเร่งทำให้วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้นเท่านั้น

1.10 ความเร่งมีทิศเดียวกับทิศของการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ

1.11 วัตถุที่มีความเร็วเป็นศูนย์ (ชั่วขณะ) แสดงว่าวัตถุไม่มีความเร่ง

1.12 วัตถุขนาดใหญ่จะมีความเร่งมากกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็ก

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความร้อนและอุณหภูมิ มีดังนี้

2.1 ความร้อนเป็นสสาร เช่น อากาศ ที่สามารถเข้าหรือออกจากวัตถุ (Brush, 1976; Elwan 2007)

2.2 ยอมรับได้ยากว่าวัตถุต่างชนิดกันจะมีอุณหภูมิเท่ากันเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน (Thomaz et al., 1995)

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ ซึ่งเป็นบทเรียนที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

3.1 แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบโพรเจกไทล์ตามมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรงกระผลักหรือแรงกระตุ้น (impetus force) โดยนักเรียนเข้าใจว่าวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เมื่อความเร็วในแนวระดับหมดลงวัตถุจะตกลงและเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเท่านั้น (McCloskey.,1993)

3.2 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์วัตถุที่มีความเร็วสูงจะมีความเร่งมากกว่าวัตถุที่มีความเร็วต่ำ (Jimoyiannis & Komis, 2001)

3.3 การเคลื่อนที่แบบวงกลมมีแรงกระทำต่อวัตถุในแนวเส้นสัมผัสวงกลม

3.4 การเคลื่อนที่แบบวงกลมมีแรงหนีศูนย์ที่ทำให้วัตถุไม่ตกลงมาระหว่างการเคลื่อนที่

3.5 คาบการแกว่งของลูกตุ้มขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ

3.6 ลูกตุ้มมีความเร่งเป็นศูนย์ขณะแกว่งไปด้านปลายสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 แนวทางการสร้างและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์

การสร้างหรือพัฒนามโนทัศน์ (Concept Formation) ให้แก่นักเรียนนั้น คือ กลยุทธ์การสอนแบบอุปนัย (inductive teaching) ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับมโนทัศน์ผ่านการเรียนจากกลุ่มตัวอย่างย่อยๆจากมโนทัศน์นั้นๆ (Parker ; 2008) ซึ่งจากการสืบค้นพบว่าได้มีนักการศึกษาทั้งในประเทศ และต่างประเทศได้เสนอแนวทางในการสร้างมโนทัศน์สามารถประมวลสรุปมาดังนี้

Arends (1998: 299) ได้เสนอแนวทางในการสร้างมโนทัศน์ให้กับนักเรียนซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน 4 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอตัวอย่าง กล่าวคือเป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์นั้นๆ โดยตัวอย่างที่ดีจะต้องมีความชัดเจนสามารถบอกได้ว่าใช่หรือไม่ใช่มโนทัศน์เพราะเหตุผลใด

2. ขั้นคาดคะเนลักษณะมโนทัศน์นั้น โดยครูจะให้นักเรียนคาดคะเนลักษณะหรือคุณสมบัติของมโนทัศน์นั้นพร้อมให้เหตุผลประกอบ ครูอาจตั้งคำถามชี้นำเพื่อให้นักเรียนคิดได้ตรงประเด็น จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาและเปรียบตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์นั้นโดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนคาดคะเนขึ้น

3. ขั้นระบุชื่อของมโนทัศน์ ให้นักเรียนเขียนชื่อของมโนทัศน์นั้นพร้อมรายละเอียด โดยพิจารณาจากตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์จนกระทั่งนักเรียนสามารถจำแนกได้อย่างชัดเจน และทราบว่ามโนทัศน์นั้นชื่ออะไร

4. ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอตัวอย่างใหม่ให้กับนักเรียน โดยมีทั้งตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์นั้น แล้วให้นักเรียนตอบว่าตัวอย่างนั้นๆใช่หรือไม่ใช่มโนทัศน์พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ นอกจากนี้ครูอาจให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ด้วยตัวของนักเรียนเอง

Klausmeier and Ripple (1971: 422-432) ได้แนะนำการสอนมโนทัศน์ ดังนี้

1. การเน้นคุณลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ ครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นลักษณะที่สำคัญของตัวอย่างหรือสิ่งเร้า เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะลักษณะที่แตกต่างได้

2. การใช้คำที่เหมาะสม กล่าวคือ การสอนมโนทัศน์ครูต้องไม่ใช้ชื่อมโนทัศน์นั้นโดยตรง ต้องให้นักเรียนใช้คำแทนหรือคำอธิบายมโนทัศน์นั้นได้อย่างเหมาะสม

3. การชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติของมโนทัศน์นั้น การสอนมโนทัศน์นั้นครูต้องให้นักเรียนทราบพื้นฐาน นิยาม โครงสร้างของมโนทัศน์นั้นตั้งแต่ต้น

4. การนำเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์ ครูควรนำเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์ทั้งทางบวกและทางลบของมโนทัศน์นั้นให้มากพอที่จะทำให้นักเรียนเห็นลักษณะเฉพาะเพื่อให้นักเรียนสามารถแยกแยะความแตกต่างและสามารถสรุปความหมายและลักษณะสำคัญของมโนทัศน์นั้นๆได้

Joyce & Weil (1996: 255-257 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี: 2555) พัฒนารูปแบบนี้ขึ้นโดยใช้แนวคิดของบรุนเนอร์ กู๊ดนาว และออสติน (Bruner, Goodnow, and Austin) การเรียนรู้มโนทัศน์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น สามารถทำได้โดยการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของสิ่งนั้น เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่สิ่งนั้นออกจากกันได้

ขั้นที่ 1 ผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับให้นักเรียนฝึกหัดจำแนก

1) ผู้สอนเตรียมข้อมูล 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอีกชุดหนึ่งไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

2) ในการเลือกตัวอย่างข้อมูล 2 ชุดข้างต้น ผู้สอนจะต้องเลือกหาตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมลักษณะของมโนทัศน์ที่ต้องการนั้น

3) ถ้ามโนทัศน์ที่ต้องการสอนเป็นเรื่องยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม อาจใช้วิธีการยกเป็นตัวอย่างเรื่องสั้น ที่ผู้สอนแต่งขึ้นเองนำเสนอแก่นักเรียน

4) ผู้สอนเตรียมสื่อการสอนที่เหมาะสมจะใช้นำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะต่าง ๆ ของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 ผู้สอนอธิบายกติกาในการเรียนให้นักเรียนรู้และเข้าใจตรงกัน ผู้สอนชี้แจงวิธีการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรมโดยอาจสาธิตวิธีการและให้นักเรียนลองทำตามที่ผู้สอนบอกจนกระทั่งนักเรียนเกิดความเข้าใจพอสมควร

ขั้นที่ 3 ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน การนำเสนอข้อมูลตัวอย่างนี้ทำได้หลายแบบ แต่ละแบบมีจุดเด่น- จุดด้อยดังต่อไปนี้

1) นำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนหมดทั้งชุด โดยบอกให้นักเรียนรู้ว่าเป็นตัวอย่างของสิ่งทีจะสอนแล้วตามด้วยข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนครบหมดทั้งชุดเช่นกัน โดยบอกให้นักเรียนรู้ว่าข้อมูลชุดหลังนี้ไม่ใช่สิ่งที่จะสอน นักเรียนจะต้องสังเกตตัวอย่างทั้ง 2 ชุดและคิดหาคุณสมบัติร่วมและคุณสมบัติที่แตกต่างกันเทคนิควิธีนี้สามารถช่วยให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ได้เร็วแต่ใช้กระบวนการคิดน้อย

2) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนสลับกันไปจนครบเทคนิควิธีนี้ช่วยสร้างมโนทัศน์ได้ช้ากว่าเทคนิคแรก แต่ได้ใช้กระบวนการคิดมากกว่า

3) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วเสนอข้อมูลที่เหลือทั้งหมดทีละข้อมูลโดยให้นักเรียนตอบว่าข้อมูลแต่ละข้อมูลที่เหลือนั้นใช่หรือไม่ใช่ตัวอย่างที่จะสอนเมื่อนักเรียนตอบ ผู้สอนจะเฉลยว่าถูกหรือผิด วิธีนี้นักเรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดในการทดสอบสมมติฐานของตนไปทีละขั้นตอน

4) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างข้อมูลที่นักเรียนคิดว่าใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอน โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ วิธีนี้นักเรียนจะมีโอกาสคิดมากขึ้นอีก

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอน

จากกิจกรรมที่ผ่านมาในขั้นต้น ๆ นักเรียนจะต้องพยามหาคุณสมบัติเฉพาะของตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่สิ่งที่นักเรียนต้องการสอนและทดสอบคำตอบของตน หากคำตอบของตนผิดนักเรียนก็จะต้องหาคำตอบใหม่ซึ่งก็หมายความว่าต้องเปลี่ยนสมมติฐานที่เป็นฐานของคำตอบเดิม ด้วยวิธีนี้นักเรียนจะค่อยๆสร้างความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นขึ้นมา ซึ่งก็จะมาจากคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งนั้นนั่นเอง

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ต้องการสอน

เมื่อนักเรียนได้รายการของคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอนแล้ว ผู้สอนให้นักเรียนช่วยกันเรียบเรียงให้เป็นคำนิยามหรือคำจำกัดความ

ขั้นที่ 6 ผู้สอนและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่นักเรียนใช้ในการหาคำตอบให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตัวเอง

Travers (1967; 142) กล่าวถึงการสอนมโนทัศน์ว่า นักเรียนจะเกิดมโนทัศน์ได้นั้นขึ้นอยู่กับกลวิธีการสอนของครูเป็นสำคัญ ซึ่งครูจะต้องใช้กลวิธีในการสอนให้เข้ากับระดับความสามารถของนักเรียน ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างมโนทัศน์มีดังนี้

1. ยกตัวอย่างของมโนทัศน์ เพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างตัวอย่างทางบวกและทางลบ

2. ยกตัวอย่างปัญหาที่มีลักษณะซ้ำๆ ซึ่งนักเรียนจะสามารถแก้ได้ง่ายกว่าปัญหาที่มีลักษณะไม่ซ้ำกัน

3. นักเรียนจะเรียนรู้มโนทัศน์ได้ง่ายกว่า หากลดคุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

4. ทักษะการเรียนรู้มโนทัศน์จะเพิ่มขึ้นตามอายุ

5. มโนทัศน์ที่ไม่ซับซ้อนนั้นความวิตกกังวลจะกลายเป็นความท้าทายที่จะช่วยนักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น แต่ถ้าเป็นมโนทัศน์ที่ซับซ้อน ความวิตกกังวลจะบั่นทอนประสิทธิภาพของการเรียน

6. การเรียนมโนทัศน์จะง่ายขึ้นถ้าครูแนะนำจุดเด่นหรือลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ให้นักเรียนทราบ

7. อาจแสดงตัวอย่างเชิงบวกหลายๆตัวอย่างพร้อมกันแต่ไม่ควรเกิน 4 ตัวอย่าง

8. การเรียนรู้มโนทัศน์จะง่ายขึ้นและสามารถที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ถ้านักเรียนสามารถอธิบายมโนทัศน์นั้นด้วยภาษาของตนเองได้

9. การเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ๆในระดับที่สูงขึ้นจะง่ายขึ้นถ้านักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์พื้นฐานมาอย่างสมบูรณ์ โดยได้เรียนรู้จากตัวอย่างที่ถูกต้องและมากพอ

10. ครูควรสอนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

11. การทราบผลการเรียนทันทีจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

12. ควรใช้วิธีที่หลากหลายในการสอนมโนทัศน์ และควรให้เวลาที่เพียงพอเพื่อจะให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ หรือปรับเปลี่ยนมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ถูกต้อง

ทิศนา แขมมณี (2555: 130) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ (Concept – Based Instruction) ว่าหมายถึง “การวางแผนการจัดการเรียนการสอนโดยระบุมโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอดที่ต้องการให้นักเรียนได้รับและดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการและกระบวนการต่างๆที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น และสามารถนำมโนทัศน์นั้นไป

ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆได้ รวมทั้งมีการประเมินผลโดยมุ่งไปที่ความเข้าใจของนักเรียนในมโนทัศน์นั้นๆ”

ตัวบ่งชี้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ Erickson (1993: 125-152 อ้างถึงใน ทิศนาแขมณี 2555: 130-131)

1. ผู้สอนมีการวิเคราะห์เนื้อหา และระบุมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดที่ต้องการสอนอย่างละเอียดและชัดเจน (มโนทัศน์ดังกล่าวควรเป็นมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กว้างขวาง)

2. ผู้สอนมีการคิดและเขียนรายการคำถามที่สำคัญๆ ที่จะช่วยนำนักเรียนไปสู่ความคิดเชิงนามธรรม หรือมโนทัศน์นั้นๆ

3. ผู้สอนมีการระบุกระบวนการและทักษะต่างๆที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการเรียนรู้มโนทัศน์นั้นๆ

4. นักเรียนมีการสร้างความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการ และเทคนิคที่หลากหลาย

5. นักเรียนมีการสรุปมโนทัศน์ที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

6. นักเรียนมีการนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

7. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้มโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนรู้รวมทั้งการเรียนรู้ด้านกระบวนการและทักษะที่ใช้ในการเรียนรู้

พรรณทิพย์ ม้ามณี (2520: 30-31) กล่าวถึงหลักเบื้องต้นในการสอนให้เกิดมโนทัศน์ดังนี้

1. มโนทัศน์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถให้กันได้ จะต้องเกิดจากการประสบการณ์และความคิดของตนเอง การสอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องสร้างสิ่งแวดล้อมที่เอื้อให้นักเรียนมีประสบการณ์โดยตรงต่อมโนทัศน์ในเรื่องนั้น

2. มโนทัศน์จะต้องเกิดขึ้นเหมือนกับเป็นกระบวนการของการเจริญเติบโต คือจะมีความหมายมากขึ้นและลึกซึ้งขึ้นเรื่อยๆ จากประสบการณ์หลายๆอย่าง

3. มโนทัศน์จะมีความหมายและมีประโยชน์มากขึ้นเมื่อมันมีความสัมพันธ์โดยเป็นส่วนหนึ่งของทั้งหมด

4. มโนทัศน์จะพัฒนาจากประสบการณ์หลายๆอย่างมากกว่าการสอนซ้ำๆ ดังนั้นการแก้ปัญหา การค้นพบ และงานประจำหลายๆแบบ จะทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากกว่า

5. ระดับความยากของบทเรียนที่จะพัฒนามโนทัศน์ของบทเรียนควรขึ้นกับความพร้อม ความจูงใจ และความสามารถของนักเรียน ดังนั้นการจัดบทเรียนควรขึ้นกับความแตกต่างของแต่ละบุคคล

6. มโนทัศน์ควรจะสร้างขึ้นจากการที่ให้นักเรียนได้สัมผัสหรือรับประสบการณ์ตรงจากสิ่งแวดล้อมมากกว่าที่จะถ่ายทอดจากครูฝ่ายเดียว การเรียนวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรเป็นแบบบรรยายเท่านั้น แต่ควรจัดกลุ่มกิจกรรมในการทำการทดลองมากกว่า

7. ตลอดเวลาที่ครูสอน ไม่ว่าจะเป็นจากการพูด เขียน หรือแสดงกิริยาท่าทางต่างๆ นักเรียนจะสังเกตพฤติกรรมดังกล่าวและตั้งคำถามต่อตนเองเพื่อหาคำตอบ และต้องชอบตอบคำถาม

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 31-32) ได้เสนอหลักการในการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์แก่นักเรียน ดังนี้

1. ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบทเรียน และวุฒิภาวะของนักเรียน เพราะอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบทเรียนจะทำให้เนื้อหาที่ยากกลับง่ายขึ้น ทำให้บทเรียนที่ซับซ้อนชัดเจนขึ้น ซึ่งการเลือกใช้อุปกรณ์นั้น ครูจะเป็นผู้พิจารณาถึงความเหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียนเพียงใด

2. การจัดประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียนให้ได้สัมผัสของจริงให้มากที่สุดเท่าที่โอกาสจะอำนวย แต่การนำประสบการณ์รองมาใช้ในการสอนก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ขึ้นมาด้วยตนเองได้

3. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จักสังเกตและรู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่างๆออกมาให้เห็นเด่นชัด จะทำให้เขามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นอันจะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ต่อไป

4. เลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน ในการสอนสิ่งใดก็ตามครูต้องเป็นผู้พิจารณาเลือกวิธีสอนและกิจกรรมต่างๆให้นักเรียน วิธีสอนบางวิธี เช่น วิธีสอนแบบบรรยายควรนำมาใช้น้อยที่สุด เพราะการสอนวิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพที่จะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์แบบผิดๆได้ง่าย

นอกจากนี้การสร้างมโนทัศน์ ครูควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆเกี่ยวกับตัวนักเรียนเสียก่อน ปัจจัยที่สำคัญดังกล่าวได้แก่

1. ความพร้อมของนักเรียนทั้งกาย ใจ และสติปัญญา

2. ประสบการณ์เดิมของนักเรียน ประสบการณ์และมโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่เดิมจะเป็นพื้นฐานในการที่จะทำให้เกิดมโนทัศน์ในระดับต่อไป ดังนั้นการที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆมาก่อนด้วยปริมาณที่มากพอ จะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาแนวทางในการสร้างหรือพัฒนามโนทัศน์ข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนสร้างมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนนั้น ไม่สามารถสอนโดยใช้วิธีบอกโดยตรงกับนักเรียน กล่าวคือนักเรียนจะต้องสร้างมโนทัศน์ขึ้นจากความเข้าใจของตัวนักเรียนเอง ทำโดยการให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์นั้นๆ โดยครูใช้คำถามเพื่อชี้ประเด็นให้นักเรียนสังเกตเพื่อให้นักเรียนสามารถบอกหรือระบุลักษณะที่สำคัญที่มีร่วมกันของตัวอย่าง เมื่อนักเรียนได้รายการ

Chulalongkorn University

ของคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอนแล้ว ผู้สอนให้นักเรียนช่วยกันเรียบเรียงให้เป็นคำนิยามหรือคำจำกัดความ โดยคำจำกัดความที่ได้จากเกิดจากความเข้าใจของนักเรียน เมื่อนักเรียนสร้างมโนทัศน์ขึ้นแล้ว ครูสรุปคำจำกัดความเหล่านั้นและสรุปให้นักเรียนทราบว่ามโนทัศน์นั้นมีชื่อว่าอะไร มีคำนิยามในเชิงฟิสิกส์อย่างไร จากครูอาจตรวจสอบการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนโดยยกตัวอย่างแล้วให้นักเรียนบอกให้ได้ว่าตัวอย่างนั้นเป็นมโนทัศน์หรือไม่เพราะเหตุใด รวมทั้งอาจให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์จากชีวิตของบุคคลทั่วไปหรือให้นักเรียนประยุกต์ใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ๆ

นอกการแนวการสอนเพื่อสร้างมโนทัศน์แล้วยังมีแนวการสอนเพื่อใช้ปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่มีอยู่ของนักเรียนซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องสอดคล้องกับมโนทัศน์ที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศษสตร์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาความหมายของการเปลี่ยนมโนทัศน์ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเปลี่ยนมโนทัศน์ไว้ดังนี้

Posner และคณะ (1982) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนมโนทัศน์ คือ การเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคล เป็นการปรับเปลี่ยนจากมโนทัศน์หนึ่งไปยังอีกมโนทัศน์หนึ่ง เมื่อนักเรียนไม่พอใจมโนทัศน์ของนักเรียน (มโนทัศน์ของนักเรียนไม่สามารถใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาใหม่ๆได้) และมโนทัศน์ใหม่สามารถเข้าใจได้ง่าย มีความน่าเชื่อถือ และมีประโยชน์มากกว่า

diSessa's (2006) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนมโนทัศน์ว่า "การเปลี่ยนมโนทัศน์ คือ กระบวนการการสร้างความคิดใหม่ในบริบทของสิ่งที่มีอยู่และความคิดที่ขัดแย้ง โดยที่มิใช่การเติมเต็มช่องว่างในความรู้ที่ยังไม่สมบูรณ์ หรือการเพิ่มรายละเอียดความรู้ที่มีอยู่ให้สมบูรณ์

Carey's (2009) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนมโนทัศน์ว่าเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนระบบมโนทัศน์หนึ่งไปเป็นอีกระบบหนึ่ง โดยที่ระบบของมโนทัศน์ทั้งสองนั้นไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ (incommensurable) โดยมโนทัศน์ในแต่ระบบนั้นมีความเชื่อมโยงกันไม่ขัดแย้งในตัวเอง (coherent) มีความมั่นคง (stable) และมีสัญลักษณ์ที่ใช้แทน (symbolically represented)

Vosniadou (2007) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนมโนทัศน์ว่าโดยสรุปคือ การที่นักเรียนดูดซึม (assimilation) มุมมองของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เข้าไปเปลี่ยนกรอบมโนทัศน์ของนักเรียน (Student's framework) ซึ่งประกอบด้วยสมมติฐานเบื้องต้น (presupposition) ซึ่งเกิดจากความเชื่อที่ได้เรียนรู้จากการสังเกตและอิทธิพลจากสังคม ซึ่งการเปลี่ยนกรอบมโนทัศน์ของนักเรียนเป็นกระบวนการที่ค่อยๆเกิดขึ้นจากการสังเกต การอธิบาย และการศึกษา

โดยสรุปแล้ว การเปลี่ยนมโนทัศน์ คือ กระบวนการที่เกิดขึ้นภายใจจิตใจของบุคคล เกิดขึ้นเมื่อบุคคลพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของนักเรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ จึงมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนจากมโนทัศน์ของนักเรียนเป็นมโนทัศน์ใหม่ โดยอาจเกิดขึ้นจากการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่างๆ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์เป็นมโนทัศน์ที่บุคคลสามารถเข้าใจได้ มีประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือใช้ในการอธิบายได้

สำหรับแนวการสอนหรือรูปแบบการสอนเพื่อใช้ปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้มีนักการศึกษาได้ให้แนวทางไว้ดังต่อไปนี้

Nussbaum และ Novick (1982) ได้เสนอแนวทางการสอนเพื่อปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1) เปิดเผยมโนทัศน์ของนักเรียน (Reveal students preconceptions)

2) อภิปรายและประเมินมโนทัศน์ของนักเรียน (Disscuss and evaluate preconception)

3) สร้างมโนทัศน์ที่ขัดแย้งกับมโนทัศน์ของนักเรียน (Create conceptual conflict with those preconceptions)

4) กระตุ้นและแนะนำให้เกิดการปรับมโนทัศน์ (Encourage and guide conceptual restructuring)

McComas (1995) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ ED^3U มี 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ขั้นสำรวจ (Explore)

2) ขั้นวินิจฉัย (Diagnose)

3) ขั้นออกแบบ (Design)

4) ขั้นอภิปราย (Discuss)

5) ขั้นนำไปใช้ (Use)

Prof. Hsiao-Ching She (2004) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ คือ รูปแบบการเรียนรู้แบบสองบทบาท (Dual-Situated Learning Model) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้น ดังต่อไปนี้

1) ขั้นตรวจสอบลักษณะมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ (Examining the attributes of science concept)

2) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Probing Student's Misconceptions of Scientifics)

3) ขั้นวิเคราะห์ชุดความคิดที่ขาด (Analyzing which Mental Sets that student Lack)

4) ขั้นออกแบบเหตุการณ์ของสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท (Designing Dual Situated Learning Events)

โดยสรุปแบบรูปแบบการเยนการสอนเพื่อปรับเปลี่ยนมโนทัศน์จะมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเอง จากนั้นจะมีการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด และนำไปสู่ขั้นตอนการปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

แม้ว่าจะมีผู้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อปรับมโนทัศน์แล้ว หากแต่การปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ยังเป็นสิ่งที่กระทำได้ยาก ผู้วิจัยจึงทำการค้นคว้ารูปแบบการสอนเพื่อนำมาปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ดังต่อไปนี้

1.5 ความเป็นมาและทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้แบบเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

Prof. Joseph Stepans ศาสตราจารย์ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัย ไวโอมิง ในปี 1994 ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change Mode)l มีจุดประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยให้นักเรียนระบุถึงมโนทัศน์ที่มีมาก่อน (preconceptions) ตระหนักหนักว่ามีหลากหลายความเชื่อเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นๆ ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเอง ทบทวนและสร้างมโนทัศน์ใหม่ที่ถูกต้อง จากนั้นนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบนี้ช่วยแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนซึ่งการเรียนการสอนแบบบรรยายทั่วไปไม่สามารถทำได้ (Schmidt et al. 2006)

รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์นั้น เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักเรียนซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกล่าวคือเป็นมโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปจากนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน โดยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ได้พัฒนาขึ้นทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivist) และเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และคณะ (Postner and others, 1982: 211-227) ดังต่อไปนี้

1.51 ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism)

เป็นทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่าเกิดในบริบทที่นักเรียนสร้างความรู้ในขณะที่รับประสบการณ์ในสถานการณ์ต่างๆ (ชนาธิป พรสกุล, 2554: 72) โดย Piaget เชื่อว่าคนเราทุกคนมีความพร้อมที่จะปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งมนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด 2 ชนิด คือ การจัดรวบรวม (Organization) หมายถึง การจัดและรวบรวมกระบวนกระบวนการต่างๆภายในเข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นระเบียบ และปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตราบที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และการปรับตัว (Adaptation) หมายถึง การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาพสมดุล ซึ่งการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่าง คือ การซึมซาบหรือดูดซึมประสบการณ์ (Assimilation) และการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Accommodation) (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556: 48) ซึ่ง Piaget อธิบายว่าพัฒนาการณ์ทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านกระบวนการการซึมซาบหรือดูดซึมประสบการณ์ (Assimilation) และกระบวนการการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์ได้จะเกิดภาวะที่ไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) (ทิศนา แขมณี, 2555: 90-91)

1.52 เงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner และคณะ (1982: 214-218)

Chulalongkorn University

จากแนวคิดข้างต้น Posner และคณะ ได้เสนอรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์โดยเขากล่าวว่านักเรียนจะเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ใหม่ได้จะต้องมีเงื่อนไขสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ความไม่พอใจในมโนทัศน์ (Dissatisfation) โดยกล่าวว่านักเรียนจะเกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์ของตนเมื่อมโนทัศน์นั้นไม่สามารถอธิบายในสถานการณ์ที่เกิดความขัดแย้ง แต่ถ้านักเรียนสามารถปรับมโนทัศน์ของตนเองให้สามารถอธิบายสถานการณ์นั้นได้ นักเรียนจะไม่เกิดการปรับเปลี่ยนโนทัศน์

2. มโนทัศน์ใหม่ที่มาแทนที่มโนทัศน์เดิมสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน (Intelligible) โดยนักเรียนจะต้องสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ซึ่งหมายความว่านักเรียนต้องสามารถสร้างตัวแทนที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้นได้ เช่น แบบจำลองทางความคิดซึ่งอาจเป็นภาพหรือข้อความ ผังกราฟฟิค เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนมโนทัศน์ได้หากนักเรียนไม่สามารถสร้างตัวแทนความคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นได้

3. มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความเป็นไปได้ (Plausible) กล่าวคือ มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความสอดคล้องกับข้อความรู้อื่นๆ เช่น ข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือหลักความรู้โดยทั่วไป ข้อความรู้จากประสบการณ์เดิมของนักเรียน โดยอย่างน้อยที่สุดมโนทัศน์ใหม่ต้องสามารถแก้ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกันได้

4. มโนทัศน์ใหม่ต้องมีประโยชน์ (Fruitful) กล่าวคือ มโนทัศน์ใหม่ต้องสามารถอธิบายหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นและสามารถประยุกต์ใช้ได้ในบริบทอื่น

จากแนวคิดและทฤษฎีข้างต้นสรุปได้ว่ารูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ได้รับแนวคิดมาจากทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ กล่าวคือ การปรับโครงสร้างทางสติปัญญาของทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจย์ ซึ่งต่อมา Posner และคณะได้กล่าวถึงเงื่อนไขของการเปลี่ยนมโนทัศน์ว่าจะต้องมีเงื่อนไขสำคัญ 4 ประการนั้นคือ ประการที่หนึ่ง ความไม่พึงพอใจในมโนทัศน์ (Dissatisfaction) ประการที่สอง มโนทัศน์ใหม่ต้องสามารถทำความเข้าใจได้อย่างชัดเจน (Intelligible) นั่นคือนอกจากนักเรียนจะต้องทราบความหมายของมโนทัศน์ใหม่ชัดเจนแล้ว นักเรียนต้องสามารถสร้างแบบจำลองเป็นตัวแทนของมโนทัศน์นั้นได้ ประการที่สาม มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความน่าเชื่อถือ (Plausible) นั่นคือมโนทัศน์นั้นไม่ขัดกับข้อความรู้ทั่วไปทางวิทยาศาสตร์ หรือความรู้ทั่วไป ประการที่สี่ มโนทัศน์ใหม่ต้องมีประโยชน์ (Fruitful) กล่าวคือ สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางในบริบทอื่น

1.6 ขั้นตอน กิจกรรม บทบาทครูและบทบาทนักเรียนของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบเปลี่ยนมโนทัศน์มีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้ (Stepans, 2006)

1) ขั้นมุ่งมั่นต่อผลลัพธ์ (Commit to an outcome) นำเสนอสถานการณ์ที่ท้าทายให้วิเคราะห์สถานการณ์และตั้งเป้าหมายการเรียนรู้

2) ขั้นแสดงความเชื่อ (Expose beliefs) แสดงมโนทัศน์ของตนเองโดยอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องก็ได้

3) ขั้นตรวจสอบความเชื่อ (Confront beliefs) ตรวจสอบหรือทดสอบมโนทัศน์ของตนเองโดยทำการทดลอง

4) ขั้นปรับมโนทัศน์ (Accommodate the concept) ปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและสร้างเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียนกับผลสรุปที่ได้จากการการทดลอง

5) ขั้นขยายมโนทัศน์ (Extend the concept) นำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้กับสถานการณ์ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

6) ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ (Go beyond) ประยุกต์มโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์ที่แตกต่างและมีความซับซ้อนกว่ากับสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กิจกรรม บทบาทครูและบทบาทนักเรียนของรูปแบบการเรียนรู้แบบเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1) ขั้นมุ่งมั่นต่อผลลัพธ์ (Commit to an outcome)	ตั้งเป้าหมายการเรียนรู้	1) นำเสนอสถานการณ์ที่ท้าทาย 2) ตั้งคำถามให้กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะจัดการเรียนการสอน	1) วิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนด 2) กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะศึกษา
2) ขั้นแสดงความเชื่อ (Expose beliefs)	แสดงความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง	1. ใช้คำถามให้แสดงมโนทัศน์ซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือเป็นมโนทัศน์ทีถูกต้อง	1. แสดงมโนทัศน์ของที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะศึกษา 2. แสดงความสนใจและรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		2. ไม่แสดงความคิดเห็นต่อคำตอบทั้งในทางบวกและทางลบ	
3) ขั้นตรวจสอบความเชื่อ (Confront beliefs)	ตรวจสอบหรือทดสอบความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนจากการทำการทดลอง	1) จัดเตรียมอุปกรณ์และให้คำแนะนำในการดำเนินการทดลอง 2) ใช้คำถามและชี้ให้สังเกตและอธิบายผลการทดลอง	1) ศึกษาวิธีทำการทำการทดลอง 2) แสดงความมุ่งมั่นในการทำการทดลอง 3) วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลองและนำเสนอต่อชั้นเรียน
4) ขั้นปรับมโนทัศน์ (Accommodate the concepts)	ปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและสร้างเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องโดยวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียนกับผลสรุปจากการทดลอง	1. ชี้ให้เห็นความขัดแย้งระหว่างความเชื่อหรือ มโนทัศน์กับผลสรุปจากการทดลอง 2. ใช้คำถามให้วิเคราะห์และอธิบายผลการทดลองในเชิงวิทยาศาสตร์ 3. แนะนำให้สร้างความหมายของมโนทัศน์จากการอภิปรายผลการทดลอง 4. นำอภิปรายเพื่อสรุปเป็นความหมายของมโนทัศน์ที่ถูกต้อง	1. วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างมโนทัศน์กับผลสรุปจากการทดลอง 2. อภิปรายผลการทดลองอธิบายผลการทดลองในเชิงวิทยาศาสตร์ 3. ปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และเขียนสรุปความหมายของมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5) ขั้นขยายมโนทัศน์ (Extend the concepts)	นำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปอธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ใช้จัดการเรียนการสอน	1. นำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 2. ใช้คำถามกระตุ้นให้นำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่	1. วิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนด 2. นำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่
6) ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ (Go beyond)	มโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปอธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่แตกต่างและมีความซับซ้อนกว่าสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน	1. นำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างและมีความซับซ้อนกว่าสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 2. ใช้คำถามกระตุ้นให้ประยุกต์มโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่	1. วิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนด 2. ประยุกต์มโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่

1.7 แนวทางการวัดมโนทัศน์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การวัดมโนทัศน์เป็นการประเมินด้านพุทธพิสัย (Cognitive Domain) โดยการวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์จะเน้นไปที่ความเข้าใจในมโนทัศน์ของฟิสิกส์มากกว่าการคำนวณด้วยคณิตศาสตร์ (Hassard and Dias, 2011: 200) สอดคล้องกับ

Yarroch (1985) และ Gabel and Bunce (1994) ที่เชื่อว่าความสามารถของนักเรียนในการเลือกคำตอบหรือแก้โจทยปัญหาไม่ได้บ่งบอกถึงความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียน

ชนาธิป พรกุล (2554: 132-133) กล่าวว่า การวัดการเรียนรู้มโนทัศน์ มีวิธีวัดได้หลากหลายระดับ ตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อน ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของครูว่าระดับใดเหมาะสมกับนักเรียนของตน การวัดผลมี 4 ระดับ ดังนี้

1. ความสามารถในการระบุลักษณะสำคัญ และไม่ใช่ลักษณะสำคัญ
2. ความสามารถในการจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง
3. ความสามารถในการระบุกฎของมโนทัศน์
4. ความสามารถในการใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์อื่น

Nitko (2011: 227-229) ได้เสนอแนวทางในการวัดมโนทัศน์ของนักเรียน ดังนี้

1. การวัดมโนทัศน์เกี่ยวกับรูปธรรม (concrete concept)
   1.1 บอกชื่อของตัวอย่างที่กำหนดให้
   1.2 แยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ออกจากสิ่งที่ไม่เป็นมโนทัศน์
   1.3 ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ได้ด้วย
   1.4 ใช้มโนทัศน์ในการประเมินความเข้าใจที่สูงขึ้น เช่น ใช้มโนทัศน์เพื่อแก้ปัญหา เชื่อมโยงมโนทัศน์กับมโนทัศน์อื่นๆ ใช้มโนทัศน์เพื่อเรียนรู้ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลอื่นๆ
2. การวัดมโนทัศน์เกี่ยวกับนิยาม (defined concept)
   2.1 บอกนิยามหรือคำจำกัดความ
   2.2 ยกตัวอย่างอื่นๆที่เกี่ยวกับมโนทัศน์
   2.3 แยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ออกจากสิ่งที่ไม่เป็นมโนทัศน์
   2.4 ระบุองค์ประกอบของมโนทัศน์และอธิบายความสัมพันธ์

Odum and Kelly (2001: 616-635) ได้เสนอแบบวัดมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากแบบวัดแบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการตอบข้อนั้นๆ
2. สร้างแบบวัดมโนทัศทัศน์แบบเลือกตอบโดยประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน (two-tier test) คือ
   2.1 ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา มีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก
   2.2 ตอนที่ 2 เป็นส่วนสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 โดยมี 4 เหตุผลสนับสนุน
      2.2.1 เหตุผลสนับสนุน 3 เหตุผลแรก สร้างขึ้นจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน
      2.2.2 เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ 4 มีลักษณะปลายเปิด

โดยสรุปแล้วการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ จะเน้นไปที่การตรวจสอบความเข้าใจโดยที่ไม่มีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยแนวทางในการวัดมโนทัศน์ผู้วิจัยได้เลือกวิธีวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ สรุปได้ดังนี้

1. แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัยแบบตอบสั้นและตอบยาว

2. แบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบโดยประกอบด้วย 2 ตอน ตอนที่ 1 ประกอบด้วยคำถามและตัวเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก ตอนที่ 2 เป็นส่วนสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 โดยมีลักษณะเป็นข้อสอบปลายเปิด ให้นักเรียนเขียนคำตอบเพื่อสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ตามแนวคิดของ Odum and Kelly (2001: 616-635)

2. การประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

2.1 ความหมายของการประยุกต์ความรู้

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการประยุกต์ความรู้ดังนี้

Enger and Yager (2001; 5) ได้ให้ความหมายของการประยุกต์ความรู้คือ การที่นักเรียนสามารถถ่ายโอนหรือใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเหตุการณ์ในชีวิตของบุคคลทั่วไป

Bloom (อ้างถึงใน Nitko, 2007; 25) ได้ให้ความหมายการประยุกต์ความรู้ว่า เกี่ยวข้องกับการใช้นามธรรมเพื่อแก้ปัญหาใหม่ๆที่เป็นรูปธรรม โดยนามธรรมนั้นอาจอยู่ในรูปความคิดทั่วไป กฎ หรือวิธีการ โดยนามธรรมมักจะเป็นหลักการ ความคิด ทฤษฎีที่ต้องสามารถจำได้และนำมาประยุกต์ใช้ได้

Gronlund (อ้างถึงใน Enger and Yager, 2001) ได้ให้ความหมายความสามารถในการประยุกต์ความรู้ คือ การที่นักเรียนสามารถถ่ายโอนหรือเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยเฉพาะสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537; 102) ได้ให้ความหมายของการประยุกต์ความรู้คือ “การประยุกต์ความรู้ คือการที่นักเรียนใช้ความรู้กระกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เคยเรียนมาแก้ไขปัญหาใหม่ๆ แต่ถ้าเป็นการ
แก้ปัญหาที่เคยพบหรือทำมาแล้ว การกระทำแบบนี้เป็นเพียงการจำไม่ใช่การนำไปใช้”

เกรียงศักดิ์ เจริญศักดิ์ (2554) ได้กล่าวถึงความหมายของการประยุกต์ คือ “การนำบางสิ่งมาใช้ประโยชน์ โดยปรับใช้อย่างเหมาะสมกับสภาวะที่เจาะจง โดยบางสิ่งที่นำมานั้นอาจเป็นทฤษฎี

หลักการ แนวคิด ความรู้เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และนำมาใช้ประโยชน์ในภาคปฏิบัติโดยปรับให้เข้ากับบริบทแวดล้อมที่เป็นอยู่อย่างเหมาะสม นอกจากนี้บางสิ่งอาจเป็นวัตถุสิ่งของที่นำมาใช้นอกเหนือจากบริบทเดิมเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทใหม่"

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน ได้ให้ความหมายของคำว่า "ประยุกต์ใช้" ในบริบทของการประยุกต์ความรู้นั่นคือ "การนำความรู้ในวิทยาการต่างๆมาปรับใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่น วิทยาศาสตร์ประยุกต์ จิตวิทยาประยุกต์"

โดยสรุปการประยุกต์ความรู้คือ การนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาใช้อธิบาย ประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของบุคคลทั่วไป

2.2 ความสำคัญของการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

ความสามารถในการประยุกต์ความรู้เป็นทักษะที่สำคัญเป็นเป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยองค์กรการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ได้กำหนดเป้าหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้คือ "การศึกษาวิทยาศาสตร์ช่วยให้ประชาชนได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตอย่างเข้าใจการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ สามารถประยุกต์ความรู้บนหลักการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อใช้แก้ปัญหาต่างๆเช่น ความยากจน โรคระบาด ยกระดับความเป็นอยู่ของประชาชนให้มีชีวิตที่ดีขึ้น (UNESCO, 2011; Economic & Social Research Council, 2006: 2 กรมวิชาการ, 2546: 1) สอดคล้องกับ Penick (1984) ได้กล่าวไว้ว่า "ในชีวิตพลเมืองจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนจะต้องเข้าใจบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะไม่มีความหมายหากนักเรียนไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในสถานการณ์จริงได้" และเมื่อพิจารณาจุดประสงค์การศึกษาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประการหนึ่งคือ "เพื่อให้นำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า" นอกจากนี้จุดประสงค์การจัดการเรียนเรียนการสอนฟิสิกส์ข้อหนึ่งได้กล่าวไว้ว่า " เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ" ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะในวิชาฟิสิกส์จึงมีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียน

2.3 แนวทางการวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้

Gronlund (อ้างถึงใน Enger and Yager, 2001) กล่าวว่ากุญแจสำคัญของการประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้คือการวัดขอบเขตที่นักเรียนสามารถถ่ายโอนและนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนจะต้องอธิบายให้เห็นว่านักเรียนไม่เพียงรู้ความหมายของข้อมูลและกระบวนการต่างๆได้อย่างชัดเจนแต่นักเรียนจะต้องประยุกต์ความรู้ไปยังสถานการณ์ใหม่ที่เป็นรูปธรรมได้ ซึ่งการประยุกต์ความรู้นับว่ามีความสำคัญเพราะเกี่ยวข้องกับการที่นักเรียนใช้มโนทัศน์และกระบวนการไม่เฉพาะกับบริบทที่นักเรียนคุ้นเคยแต่เกี่ยวข้องกับปัญหาใหม่ๆ นักเรียนที่สามารถประยุกต์สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้กับสถานการณ์ใหม่ได้แสดงว่านักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นๆแล้ว

Enger และ Yager (2001) ได้กล่าวถึงการมิติของการประยุกต์ความรู้ (Dimensions of the Application Domain) ไว้ดังนี้

1) ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2) ใช้คำถามปลายเปิด

3) ใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

4) ความสามารถในการบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในวิทยาศาสตร์

5) ความสามารถในการบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหานอกขอบเขตเนื้อหาวิทยาศาสตร์

6) ตัดสินใจเกี่ยวกับสุขภาพ โภชนาการ และลักษณะการใช้ชีวิต บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าคำบอกเล่าหรือการใช้อารมณ์

7) เข้าใจและประเมินข่าวสารจากสื่อต่างๆบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

8) ประยุกต์มโนทัศน์และทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและเทคโนโลยี

9) เข้าใจหลักการของวิทยาศาสตร์และเทคโนยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เทคโนโลยีที่ใช้ทั่วไป

จากมิติการประยุกต์ในข้อที่ 2 คือ ใช้คำถามปลายเปิด ดังการการวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ควรใช้แบบวัดที่เป็นคำถามปลายเปิด นั่นคือแบบวัดอัตนัยเพื่อให้นักเรียนได้เขียนอธิบายความรู้ที่ตนเองมีอยู่ในการอธิบายปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งควรใช้แบบสอบอัตนัย

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์

Tasoglu และ Bakac (2014: 110-122) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องแม่เหล็ก ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องสนามแม่เหล็กและผลกระทบ โดยทำการวิจัยประเภทกึ่งทดลอง โดยทำการทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 48 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 24 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ 24 คน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมีแระสิทธิภาพมากกว่าวิธีจัดการเรียนการสอนทั่วไปในการพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนเรื่องแม่เหล็ก

ปิยะมาศ บุญประกอบ (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้เมตาคอกนิชันที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทำการวิจัยประเภทกึ่งทดลองมีกลุ่มทดลองจำนวน 39 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรชา ชูเชื้อ (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและมโนทัศน์เรื่องโมเมนตัมและการดลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการวิจัยประเภทกึ่งทดลองโดยมีกลุ่มทดลองจำนวน 36 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัดมโนทัศน์เรื่องโมเมนตัมและการดล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องโมเมนตัมและการดลเท่ากับ 75.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้คะแนนเฉลี่ยเรื่อง โมเมนตัมและการดลสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โกเมท นาแจ้ง (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการทดลองในรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองจำนวน 52 คน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินกระบวนการสร้าง

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดมโนทัศน์ซึ่งประกอบไปด้วยเป็นวัดมโนทัศน์พื้นฐานและแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่สูงกว่าร้อยละ 70 และกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ความรู้

ประภารัตน์ สิงหเสนา (2552) ได้ศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทำการทดลองในรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่กลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Al-Nemri (2011) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนรูปด้วยแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและพัฒนาทักษะกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Costu และคณะ (2007: 524-536) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องการเดือดของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา โดยการทดสอบเพื่อหาความเข้าที่คลาดเคลื่อนเรื่องการต้มของนักศึกษา แล้วนำมาออกแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อการเปลี่ยนมโนทัศน์มีผลต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักศึกษา โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนองนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Uzunitiyaki และ Geban (2005: 211-339) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการปรับมโนทัศน์ประกอบการเขียนผังมโนทัศน์เรื่องสารละลาย และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นเกรด 8 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในมโนทัศน์สูงกว่าและมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง (2543) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการสอนเพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีเรื่องพันธะเคมี โดยใช้การการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีของโพสเนอร์และคณะกับการจัดการเรียนการสอนวิธีทั่วไป โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 50 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ 50 คน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนมโนทัศน์มากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบและคะแนนสอบหลังจัดการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยำสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2554) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดย Prof. Hsiao-Ching She เพื่อใช้ปรับมโนทัศน์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 77 คน เป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ 37 คน พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทจะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายเท่ากับร้อยละ 67.00 อยู่ในระดับพอใช้คือน้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือร้อยละ 70 และพบว่ากลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลภาพของร่างกายสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. แนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Posttest Design โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์และกลุ่มเปรียบเทียบเป็นนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไป มีการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง ดังแผนภาพที่ 2

ภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Posttest Design

กลุ่มทดลอง X----------O

กลุ่มเปรียบเทียบ ~X----------O

X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

~X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบทั่วไป

O หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 การเลือกโรงเรียน

เลือกโรงเรียนแบบเจาะจง คือเลือกโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 เนื่องจากมีจำนวนห้องเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพียงพอสำหรับนำมาใช้ในการดำเนินการทดลอง นอกจากนี้ผู้บริหารและคณะครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2.2 การเลือกห้องเรียน

เลือกห้องเรียนโดยกำหนดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เนื่องจากโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยคละความสามารถจำนวน 5 ห้องเรียน จึงเลือกห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ใกล้เคียงกันจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ม.5/3 และ ม.5/4 จากนั้นดำเนินการทดสอบความเท่าเทียมของกลุ่มตัวอย่างโดยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียน ม.4/3 และ ม.4/4 มาหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบด้วยสถิติทดสอบที (Independent-Sample t-test) พบว่าทั้งสองห้องไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงใช้การจับฉลากเลือกห้องเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ได้กลุ่มทดลองคือห้อง ม.5/3 และกลุ่มเปรียบเทียบคือห้อง ม.5/4

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 2 ฉบับ ได้แก่

1.1 แบบวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

1.2 แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ มี 2 ประเภท ได้แก่

2.1 แผนการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

2.2 แผนการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมี 2 เครื่องมือตามตัวแปรที่สำคัญ คือ 1) แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ 2) แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ โดยมีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดำเนินการดังต่อไปนี้

1.1 วัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์มีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ โดยเลือกใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบแบบเลือกตอบโดยประกอบด้วย 2 ตอน ตอนที่ 1 ประกอบด้วยคำถามและตัวเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก ตอนที่ 2 เป็นส่วนสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 โดยมีลักษณะเป็นข้อสอบปลายเปิดให้เขียนคำตอบเพื่อสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ตามแนวคิดของ Odum and Kelly (2001: 616-635)

2. จัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและผังมโนทัศน์ให้ครอบคลุมเนื้อหาฟิสิกส์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ เพื่อกำหนดโครงสร้างของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

3. สร้างแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์เป็นข้อคำถาม 2 ส่วน จำนวน 20 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกทั้งในส่วนข้อคำถามเชิงเนื้อหาและส่วนสนับสนุนได้ 2 คะแนน ตอบถูกเฉพาะส่วนข้อคำถามได้ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบถูกเฉพาะส่วนเหตุผลหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน คะแนนรวม 40 คะแนน

4. นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ความเหมาะสมของภาษา และความสอดคล้องกับเนื้อหา จากนั้นจึงนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) จากนั้นพิจารณาคัดเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 โดยผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างพบว่าข้อสอบทั้ง 20 ข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิมากกว่า0.5 ทุกข้อ (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในประเด็นภาษาและรูปภาพสรุปดังนี้

4.1) การใช้ภาษา ปรับแก้ข้อความดังนี้

ข้อที่ 1 ปรับแก้ “การยิงปั้งไฟ” เป็น “ปั้งไฟที่ถูกยิง”

ข้อที่ 5 ปรับแก้ “ระยะยิงไกล” เป็น “ระยะยิงไกลจากพื้น”

ข้อที่ 10 ปรับแก้ “มีทิศจาก A ถึง B” เป็น “มีทิศชี้จาก A ไป B”

ข้อที่ 12 ปรับแก้ “แรงเสียดทาน” เป็น “แรงเสียดทานที่กระทำต่อล้อ”

ปรับแก้ “แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก” เป็น “แรงที่พื้นดันรถขึ้นในแนวดิ่ง”

ข้อที่ 14 ปรับแก้ “เพิ่มความเร็วเป็น 2 เท่า” เป็น “มีอัตราเร็วเป็น 2 เท่าของเดิม”

ปรับแก้ “ความเร่งสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อรถ” เป็น “ความเร่งของรถ”

ข้อที่ 18 ปรับแก้ “การกระจัด” เป็น “การกระจัดจากตำแหน่งสมดุล”

ข้อที่ 19 ปรับแก้ “ความเร่ง” เป็น “ขนาดของความเร่ง”

4.2) รูปภาพ ปรับแก้ดังต่อไปนี้

4.2.1) ตัวอักษรและสัญลักษณ์

ข้อที่ 3 ปรับแก้ตัวอักษรไม่ทับลูกศรเวกเตอร์

ข้อที่ 4 ปรับแก้เพิ่มลูกศรแสดงทิศของความเร็วต้น

ข้อที่ 6 ปรับแก้ใส่ตัวเลขระบุตำแหน่งในรูปภาพ

4.2.2) รูปภาพ

ข้อที่ 10 ปรับแก้ปรับรูปจากวงรีเป็นวงกลม

ข้อที่ 11 เพิ่มรูปภาพ “ม้าหมุน”

5. นำแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

รายข้อด้วยการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (reliability) ค่าความยากง่าย (difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์คุณภาพพบว่าแบบวัดฉบับนี้มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.36-0.84 และมีอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.41-0.87

1.2 แบบวัดความสามารถการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

แบบวัดการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์มีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ โดยเลือกใช้แบบวัดแบบอัตนัยเนื่องจากการวัดทักษะความสามารถในการประยุกต์ความรู้ควรเป็นแบบทดสอบแบบปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้เขียนอธิบายความรู้ที่ตนเองมีอยู่ในการอธิบายปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2. ศึกษาและรวมรวมตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตของบุคคลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับความรู้ฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

3. สร้างแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ โดยใช้แบบวัดแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน รวม 30 คะแนน ประกอบด้วยสถานการณ์ทั้งหมด 3 สถานการณ์

4. นำแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างเรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ และความถูกต้องเหมาะสมของการใช้ภาษาและความสอดคล้องเชิงโครงสร้างและนำแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ที่ปรับแก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านตรวจสอบความความตรงเชิงโครงสร้างเรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) จากนั้นคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้ดังสรุปในประเด็นเรื่องภาษาและรูปภาพดังนี้

4.1) การใช้ภาษา ปรับแก้ข้อความดังนี้

ระบุชื่อสถานการณ์ของโจทย์ทุกข้อ

ระบุนิยามของ “ความหวาดเสียวตื่นเต้น”

จำแนกประเด็นคำถามเป็นข้อให้ชัดเจน

4.2) รูปภาพ ปรับแก้ดังต่อไปนี้

เปลี่ยนรูปวัสดุที่ใช้ประดิษฐ์จักจั่นรูปประกอบให้มีความชัดเจน

กำหนดระยะขอบน้ำตกในรูปสถานการณ์

5. นำแบบวัดการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับการแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อด้วยการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (reliability) ค่าความยากง่าย (difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์คุณภาพพบว่าแบบวัดฉบับนี้มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.49–0.81 และมีอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.56–0.85

2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แก่

2.1 แผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

มีขั้นตอนดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

2. ศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน คือ เรื่องการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ จากคู่มือครูและหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ จากนั้นกำหนดเนื้อหาจำนวนคาบเรียน วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน 16 คาบ สรุปได้ดังตารางที่ 2 คือ

ตารางที่ 2 เนื้อหาและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนการสอนเรื่องการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

หน่วยที่	แผนลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	คาบ
1		**การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์**	**6**
	1.1	แนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	**2**
	1.2	ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับ	**1**
	1.3	การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ	**3**
2		**การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว**	**6**
	2.1	ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว	**2**
	2.2	คาบ ความถี่และอัตราเร็วในแนวสัมผัส	**1**
	2.3	ความเร่งสู่ศูนย์กลางและแรงสู่ศูนย์กลาง	**3**
3		**การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย**	**4**
	3.1	ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	**1**
	3.2	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	**3**
		รวม	**16**

3. ดำเนินการเขียนแผนการเรียนรู้รายคาบตามจำนวนคาบที่กำหนดโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์และกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบทั่วไป และเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณา จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ รายละเอียดของกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนทั้งสองแบบแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขั้นตอนกิจกรรมการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์และการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไป

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์	**การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนโดยทั่วไป**
ขั้นที่ 1 ขั้นมุ่งมั่นต่อผลลัพธ์ (Commit to an outcome) ตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ **ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงความเชื่อ (Expose beliefs)** แสดงมโนทัศน์ของนักเรียน (ซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง) **ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบความเชื่อ (Confront beliefs)** ทดสอบมโนทัศน์ของนักเรียนโดยการทำการทดลอง **ขั้นที่ 4 ขั้นปรับและสร้างมโนทัศน์ (Accommodate the concepts)** ปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสร้างเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องโดยวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียนกับสิ่งที่สรุปได้จากการทดลอง **ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (Extend the concepts)** นำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์นั้นใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ใช้จัดการเรียนการสอน **ขั้นที่ 6 ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ (Go beyond)** นำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนและแตกต่างจากสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน	**ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ใช้คำถาม นำเสนอสถานการณ์ที่ท้าทาย หรือทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน **ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรม** จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยอาจใช้การบรรยาย สาธิต หรือให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เช่น การสืบค้นรวบรวมข้อมูล การปฏิบัติการทดลอง เป็นต้น **ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป** สรุปความรู้ โดยครูทำหน้าที่นำสรุปความรู้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5. นำแผนการจัดการเรียนการสอนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามดังภาคผนวก) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผล และความสอดคล้องระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์กับกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้น

6. นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอน จากนั้นจึงนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนจริง

2.2 แผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

ดำเนินการเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์แต่เปลี่ยนรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแบบการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป ซึ่งประกอบด้วยขั้นนำ ขั้นกิจกรรม และขั้นสรุป

4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ นำไปจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลอง

1.1 กลุ่มทดลอง

แนะนำวิชาเรียน วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ ในประเด็นดังต่อไปนี้

1) ลักษณะและขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

2) บทบาทของนักเรียนขณะจัดการเรียนการสอน

1.2 กลุ่มเปรียบเทียบ

แนะนำวิชาเรียน ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนตามการปฏิบัติของการเรียนการสอนแบบทั่วไป

2. ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการจัดการเรียนการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ และดำเนินการจัดการเรียนการสอนนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แผนการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปโดยใช้เวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ จำนวน คาบ 16 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

3. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนการสอนได้ดำเนินการทดสอบกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ ดำเนินการโดยครูอ่านข้อคำถามให้นักเรียนทำแบบวัดพร้อมกันทีละข้อเพื่อให้นักเรียนทุกคนเขียนตอบคำถามได้ครบถ้วน โดยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ใช้เวลา 30 นาที และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ใช้เวลา 30 นาที

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ดังนี้

1) สถิตเชิงพรรณนา โดยสถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) สถิติอ้างอิง โดยสถิติที่ใช้คือ สถิติทดสอบทีแบบทางเดียว (One-tail Independent Sample t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบของคะแนนมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดมีรายละเอียดดังนี้

ผลการวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนจากการทดสอบด้วยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ คะแนนเต็ม 40 คะแนน และผลการวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนจากการทดสอบด้วยแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ คะแนนเต็ม 30 คะแนน จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบคะแนนของกลุ่มทดลองกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

บทเรียนเรื่อง	$\overline{X}_{ร้อยละ}$ มโนทัศน์ฟิสิกส์	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มเปรียบเทียบ
1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	66.43	60.79
2. การเคลื่อนที่แบบวงกลม	75.71*	66.71
3. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	70.25*	64.67
รวม	72.08*	64.03

จากตารางที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์อยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาแยกรายบทเรียนพบว่าเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์อยู่ในระดับพอใช้ ส่วนการเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอ

นิกอย่างง่ายอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปพบว่ามีร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ของทุกบทเรียนอยู่ในระดับพอใช้

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

บทเรียนเรื่อง	$\overline{X}_{ร้อยละ}$ ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มเปรียบเทียบ
1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	66.8	57.1
2. การเคลื่อนที่แบบวงกลม	63.4	54.4
3. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	57.2	51.7
รวม	62.47	54.43

จากตารางที่ 5 กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของทุกบทเรียนอยู่ในระดับพอใช้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปพบว่ามีร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของทุกบทเรียนอยู่ในระดับพอใช้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนจากการทดสอบด้วยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ คะแนนเต็ม 40 คะแนน และผลการวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนจากการทดสอบด้วยแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ คะแนนเต็ม 30 คะแนน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาทดสอบโดยใช้สถิติทีแบบทางเดียว (One-tailed Independent Sample t-test) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ได้ผลดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

บทเรียนเรื่อง	มโนทัศน์ฟิสิกส์				
	กลุ่มทดลอง		กลุ่มเปรียบเทียบ		t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
1. โพรเจกไทล์	9.8	4.66	8.51	4.81	4.31*
2. วงกลม	10.6	4.12	9.34	4.25	3.56*
3. ฮาร์มอนิกอย่างง่าย	8.43	4.45	7.76	4.33	3.78*
รวม	28.83	4.30	25.61	4.65	3.30*

*P < .05 (one-tailed Independent t-test)

จากตารางที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาตามบทเรียนพบว่าทุกบทเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

บทเรียนเรื่อง	ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์				
	กลุ่มทดลอง		กลุ่มเปรียบเทียบ		t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
1. โพรเจกไทล์	6.68	4.68	5.71	4.47	2.31*
2. วงกลม	6.34	4.77	54.4	4.95	2.58*
3. ฮาร์มอนิกอย่างง่าย	5.72	4.45	51.7	4.18	2.78*
รวม	18.74	4.84	54.43	4.64	2.35*

*P < .05 (one-tailed Independent t-test)

จากตารางที่ 7 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอน

แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาตามบทเรียนพบว่าทุกบทเรียนมีคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลจากวิจัยเรื่องการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายคือ

1) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีมโนทัศน์ฟิสิกส์อยู่ในระดับดี

2) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษามโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป 3) ศึกษาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ จำนวน 42 คน และกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป จำนวน 43 คน ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนทั้งสองกลุ่มเท่ากันคือ 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ รวมเป็น 16 คาบ คาบละ 50 นาที มีการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองด้วยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติด้วยค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบทีแบบทางเดียว (One-tailed Independent Sample t-test)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจากการวิจัยได้ผลการวิจัยดังนี้

1) นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนเท่ากับ 72.08 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 70 อยู่ในระดับดี

2) นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์หลังเรียนเท่ากับ 62.46 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 70 อยู่ในระดับพอใช้

4) นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนามโนทัศน์ฟิสิกส์ เกิดจากปรับเปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบดังกล่าวยังช่วยส่งเสริมความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ ซึ่งมีการอภิกรายผลการทดลองใน 2 ประเด็นดังต่อไปนี้

1. ด้านมโนทัศน์ฟิสิกส์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 Costu และคณะ (2007: 524-536) ที่พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์มีผลต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักศึกษา โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Uzunitiyaki และ Geban (2005: 211-339) ที่ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของการที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

การที่นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความเชื่อเดิมซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการจัดการเรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ในขั้นที่ 2 คือ ขั้นแสดงความเชื่อ ทำให้นักเรียนตระหนักเกี่ยวกับความเชื่อเดิมซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเอง โดยนักเรียนได้มีโอกาสการแลกเปลี่ยนและอภิปรายเกี่ยวกับความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนภายในกลุ่มซึ่งจะช่วยให้นักเรียนตระหนักได้ว่าภายในกลุ่มมีความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนที่หลากหลาย โดยนักเรียนอาจเกิดการ

เปลี่ยนมโนทัศน์ได้หากความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนของสมาชิกในกลุ่มสามารถอธิบายสถานการณ์ได้ดีกว่า ดังที่ Posner และคณะได้กล่าวว่าเงื่อนไขข้อที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์คือความไม่พอใจในมโนทัศน์ของนักเรียน (Dissatisfation) นอกการจัดการเรียนการสอนขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบความเชื่อ นักเรียนได้มีโอกาสทดสอบความเชื่อจากการทำการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถเห็นความแตกต่างระหว่างผลสรุปจากการทดลองกับความเชื่อเดิมของตนว่ามีความขัดแย้งกัน การจัดการเรียนการสอนในขั้นที่ 4 ขั้นปรับมโนทัศน์ แม้ว่านักเรียนเกิดความขัดแย้งหรือไม่พอใจในมโนทัศน์ของนักเรียนของตน แต่นักเรียนจะยังไม่สามารถเปลี่ยนมโนทัศน์ได้ถ้านักเรียนยังไม่สามารถสร้างมโนทัศน์ใหม่ที่สามารถอธิบายสถานการณ์นั้นได้ โดย Posner และคณะ (1982) เสนอว่ามโนทัศน์ใหม่มาแทนที่มโนทัศน์ของนักเรียนนั้นจะต้องสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน (Intelligible) กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถทำความเข้าใจและสร้างตัวแทนที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้นได้ มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความเป็นไปได้ (Plausible) กล่าวคือเป็นมโนทัศน์ที่ไม่ขัดแย้งกับข้อความรู้หลักโดยทั่วไป ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนขั้นนี้ครูจะเป็นผู้นำอภิปรายช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องโดยอาจให้นักเรียนวิเคราะห์สาเหตุเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างความเชื่อของนักเรียนและสิ่งที่สังเกตได้จากการทดลอง ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายสถานการณ์เหล่านั้นด้วยตนเอง โดยอาจศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ จากนั้นครูนำสรุปเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้จัดการเรียนการสอนและมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการศึกษามโนทัศน์

2. ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ได้โดยในกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 สามารถอภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนการสอนโดยในรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์นั้นนักเรียนได้ฝึกการประยุกต์ความรู้ในทุกครั้งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ นักเรียนได้ฝึกการนำความรู้ฟิสิกส์ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่จัดการเรียนการสอน และและขั้นที่ 6 ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ นักเรียนได้ฝึกประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่แตกต่างและมีความซับซ้อนกว่าสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนที่ด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นมีคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่าง

มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ยังมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 เนื่องจากความสามารถในการประยุกต์ความรู้เป็นทักษะที่ต้องได้รับการฝึกฝนด้วยตัวอย่างที่หลากหลายเป็นระยะเวลาที่นานเพียงพอจึงจะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะความสามารถในการประยุกต์ความรู้ได้อยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

จากผลการนำการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ครูควรทำเข้าใจในประเด็นดังต่อไปนี้

1.1 ก่อนจัดการเรียนการสอนครั้งแรกครูควรฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นสำหรับการจัดการเรียนการสอน เช่น ทักษะอภิปรายภายในกลุ่ม ทักษะการประยุกต์ความรู้ โดยครูอาจนำเสนอสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะดังกล่าวก่อนทำการจัดการเรียนการสอนจริง

1.2 ในการออกแบบการจัดการสอนควรศึกษาค้นคว้ามโนทัศน์ที่นักเรียนมักมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเพื่อนำมาออกแบบสถานการณ์ให้นักเรียนแสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน

1.3 ครูควรให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตน โดยอาจเขียนลงในกระดาษ เมื่อจัดการเรียนการสอนแล้วให้นักเรียนแต่ละคนอภิปรายผลการทดลองเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองเป็นรายบุคคล

1.4 ในการทำให้นักเรียนเกิดทักษะการประยุกต์ความรู้ ครูควรให้ตัวอย่างสถานการณ์ที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการประยุกต์ความรู้ได้อย่างเพียงพอ

2) ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ไปพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากในขั้นที่ 2 แสดงความเชื่อและขั้นที่ 3 ตรวจสอบความเชื่อ นักเรียนจะต้องอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์และผลที่สังเกตได้จากการทดลอง และในขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ และขั้นที่ 6 ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ นักเรียนจะต้องนำมโนทัศน์ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการอธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กลชาญ อนันตสมบูรณ์. (2547). ทำไมนักเรียน ไม่อยากเรียนฟิสิกส์. *วารสารฟิสิกส์ไทย* ปีที่ 21, 1, 14-15.

โกเมศ นาแจ้ง. (2554). *ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. (2554). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11* Retrieved 9 เมษายน 2558, สืบค้นจาก www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=395

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). *ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์* (Vol. 1). กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2552). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

ทดสอบทางการศึกษา, สถาบัน. . (2555). *ผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชาติ ปีการศึกษา 2555 บทสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย*,.Retrieved 20 พฤษภาคม 2558, สืบค้นจาก http://bet.obec.go.th/bet/wp-content/uploads/2014/01/s1.pdf

ทิศนา แขมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรชัย ปูรณโชติ. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-4:* มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปิยะมาศ บุญประกอบ. (2554). *ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้เมตาคอกนิชันที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2554). *ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณทิพย์ ม้ามณี. (2520). *การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: สารศึกษาการพิมพ์.

พวงเพ็ญ อินทราประวัติ. (2532). *รูปแบบการสอน*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2550). *ปรับเปลี่ยนวิธีเรียน เปลี่ยนวิธีสอน วิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่งการคิด*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันคุณภาพวิชาการ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการจำกัด.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิช.

วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง. (2543). *ผลการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2537). *คู่มือครูฟิสิกส์เล่มที่* 1 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2554). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน ฟิสิกส์ เล่ม* 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2555). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11. Retrieved 9 เมษายน 2558, สืบค้นจาก www.old.rmutto.ac.th

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางและการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. Retrieved 9 เมษายน 2558, สืบค้นจาก www.curriculum51.net/upload/cur_20081218150852.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ผลการประเมิน* PISA *2012 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพมหานคร: สสวท.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรชา ชูเชื้อ. (2554). *ผลของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและมโนทัศน์เรื่องโมเมนตัมและการดลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อวยพร เรืองตระกูล. (2553). *สถิติประยุกต์ทางพฤติกรรมศาสตร์ 1:* สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Al-Nemri, M. (2011). *The effect of conceptual change model on the modification of biological alternative concepts and acquisition of science skills among the basis students in the light of their cognitive development*. Doctoral dissertation. The University of Jordan.

Arends, R. I. (1998). *Learning to teach*. Boston: : McGraw-Hill.

Bloomfield, L. A. (2006). *How things work. The physics of everyday life*. U.S.A.: John Wiley & Sons.

Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology,* 21(1), 13.

Carey, S. (2009). *The origin of concept*. New York: Oxford university press.

Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glasner, R. (1981). Categorization and representation of physics problem by pxpert and novices. *Cognitive Science,* 5, 121-152.

Costu, B., Ayas, A., Niaz, M., Unal, S., & Calik, M. (2007). Facilitating conceptual change in student' understanding of boiling concept. *Jorunal of science education and technology,* 16, 524-536.

De Cecco, J. P. (1986). *The psychology of learning and instruction: education psychology*. New Jersey: Prentice Hall.

DiSessa, A. A. (2006). A history of conceptual change research: threads and fault lines *The Cambridge handbook of the learning science* (pp. 265-282): Cambridge university press.

Ebel, R. L. (1986). *Essential of education measurement*. New Jersey: Prentic-Hall.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Elwan, Almahdi. (2004). Misconceptions of the concept of force and the special factors affecting the presence anong the students at secondary school in Tripoli. *Journal of ADERASAT, International Center for studied and Research og the Green book.*No.16,2004,99-114

Enger, S. K., & Yager, R.E. (2001). *Assessing student understanding in Science: A standards based K*-12 *handbook*. Thousand Oaks, Calif: Corwin Press.

Gate, F. L. (2010). *The effect of using the conceptual change model to dispel misconceptions in science in elementary children.* (Master), Montana State University.

Griffith, W. T., & Brosing, J.W. (2015). *The physics of everyday phenomena. A conceptual introduction to physics*. New York McGraw-Hill education.

Hassard, J., & Dias, M. (2009). *The art of teaching science inquiry and innovation in middle school and high school*. New York Routledge 270 Madison Ave.

Jacobson, W. J., & Bergman, A. B. (1999). *Science for children a book for teachers*. New Jersey: Prentice Hall.

Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001) Computer simulations inphysics teaching and learning: A case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers and Education*, 36, 183-204

Klausmeier, H. J., & Ripple, R. E. (1971). *Learning and human abilities: educational psychology*. New York: Haeper international edition.

Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolution*. Chicago: the University of Chicago Press.

Lawson, A. E. (2000). What kind of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in science Teaching,* 9, 996-1018.

Matin et al. (2005). *Teaching science for all children: Inquiry method for constructing understanding*. Boston: Pearson.

McDonald, F. J. (1960). *Education Psycology*. San Francisco: Wandsworth publishing.

Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. (2011). *Education assessment of students*. Boston: Pearson education.

Odum, A. L., & Kelly, P. V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concept to high school biology student. *Science education,* 85.

Ontario, M. o. E. (2007). The ontario curriculum grade 1-8: science and technology. Retrieved May 10, 2015 http://715113695.r.worldcdn.net//wp-content/uploads/2014/11/scientec18currb.pdf

Ozkan, G., & Sezgin, G. S. (2013). The use of conceptual change texts as class material in the teaching of Sound in physics *Asia-Pacific forum on science learning and teaching*.

Parker, W. C. (2008). Pluto's demotion and deep conceptual learning in social studies. *Social studies review*.

Penick. (1984). Science at work in the real world. Retrieved May 19, 2015, from www.ascd.org

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory conceptual change. *Science Education,* 66, 211-227.

Singh, C., & Rosengrant, D. (2003). Mutiple-choice test of energy and momentum concepts. *American Journal of Physics,* 71, 607-617.

Stepans, J. (2006). *Targeting students' science misconceptions physical science concepts using the conceptual change model*. Lincoln: Showboard publication.

Stepans, J. I., & Schmidt, D. L. (2009). From Wyoming to Florida, they ask, "Why wasn't taught this way?." Inquiry: the key to exemplary science. *National Science Teachers Association*.

Sund, R. B., & Trowbridge, L. W. (1973). *Teaching science by inquiry in the secondary school*. Ohio: A Bell & Howell.

Tasoglu, A. K., & Bakac, M. (2014). Effect of problem based learning approach on conceptual understanding in teaching in teaching of magnetism topics *Eurasian journal of physics and chemistry education,* 6(2), 110-122.

Thomaz, M. F., Malaguias, I. M., Valente, M.C.,&Antunes, M.J. (1995). An attemp to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. *Physics Education*, 30, 19-26

Travers, R. M. W. (1967). *Essential of learning : an overview for students of education*. New York: The Macmillan Co.

Unesco. (1999). *Declaration on science and the use of scientific knowledge*. Paper presented at the The world conference on science. www.unesco.org/science/wcs/eng/declaration_e.htm#development

Uzuntiryyaki, E., & Geban, O.,. (2005). Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts *Instructional Science,* 33, 311-339.

Vosniadou, S. (2007). The conceptual change approach and its re-framing. Reframing the conceptual change approach in learning and instruction. *Elsevier*.

Weiskopf, D. A. (2013). *The encyplopedia of philosophy and the social science*: Sage publication.

Zirbel, E. L. (2004). Framework for conceptual change. *Astronomy education review,* 1(3), 62-76.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

1. ผศ.ดร. ธิติ บวรรัตนารักษ์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผศ.ดร. นฤมล เอมะรัตต์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผศ.ดร. ขวัญ อารยะธนิตกุล ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบความความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

1. อ. โกเมศ นาแจ้ง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
2. อ.ดร. สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ สาขาการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
3. อ.ดร. ฉัตรชัย พะวงษ์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนการสอน

1. อ. สุรสิงห์ นิรชร ข้าราชการบำนาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
2. อ. อมรรัตน์ บุบผโชติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. อ. โกเมศ นาแจ้ง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีจำนวน 20 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน คะแนนเต็ม 40 คะแนน เวลาที่ใช้สอบ 30 นาที
2. ข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ตอนที่ 2 มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเหตุผลในการเลือกคำตอบตอนที่ 1 เป็นแบบเติมคำตอบให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1 โดยละเอียด

3. เกณฑ์การให้คะแนน ถ้าตอบถูกทั้งในส่วนข้อคำถามและส่วนเหตุผลสนับสนุนได้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกเฉพาะข้อคำถามเพียงส่วนเดียวได้ 1 คะแนน และถ้าตอบถูกเฉพาะเหตุผลสนับสนุนหรือตอบไม่ถูกทั้ง 2 ส่วนได้ 0 คะแนน
4. ให้นักเรียนทำข้อสอบไปพร้อมกัน โดยครูจะแสดงคำถามทีละข้อ โดยแต่ละข้อมีเวลาในการทำข้อสอบ 90 วินาที
5. ใช้ปากกาในการตอบเท่านั้น
6. ห้ามใช้เครื่องคิดเลขในการคำนวณ
7. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ลูกฟุตบอลลูกหนึ่งถูกเตะขึ้นไปในอากาศดังรูป ขณะที่ลูกบอลลอยอยู่ในอากาศ แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอลมีทิศทางตามข้อใด

ก)

ข)

ค)

ง)

เหตุผลเนื่องจาก

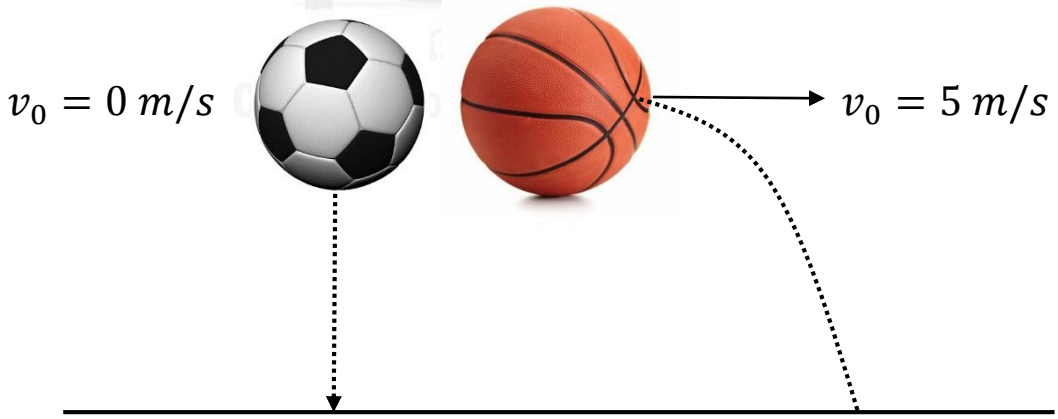
.....

.....

.....

วัดมโนทัศน์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เรื่อง แรงโน้มถ่วง (เฉลยข้อ ง)

4. ลูกฟุตบอลและลูกบาสเกตบอลต่างเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก โดยเริ่มต้นเคลื่อนที่ที่ระดับความสูงเดียวกัน โดยกำหนดให้ปล่อยลูกฟุตบอลในแนวดิ่งและลูกบาสเกตบอลมีความเร็วในแนวระดับดังภาพ



ข้อใดต่อไปนี้<u>ถูกต้อง</u>

ก) ลูกฟุตบอลตกถึงพื้นก่อน

ข) ลูกบาสเกตบอลตกถึงพื้นก่อน

ค) ลูกฟุตบอลและลูกบาสตกถึงพื้นพร้อมกัน

ง) ลูกฟุตบอลและลูกบาสตกถึงพื้นในเวลาใกล้เคียงกัน

เหตุผลเนื่องจาก

.....

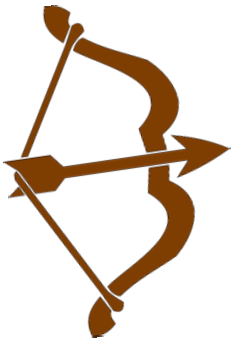
.....

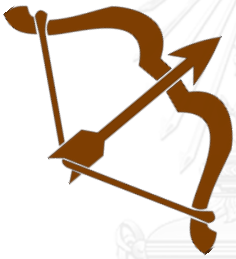
.....

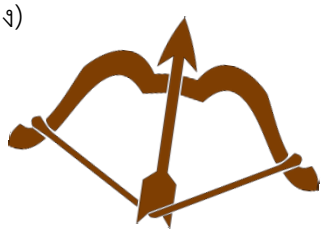
วัดมโนทัศน์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เรื่อง การกระจัด (เฉลยข้อ ค)

5. ในการแข่งขันยิงธนู นักเรียนจะมีวิธีการเล็งคันธนูตามรูปใดเพื่อให้ลูกธนูมีระยะยิงในแนวระดับไกลที่สุด

ก)

ข) 

ค) 

ง) 

เหตุผลเนื่องจาก

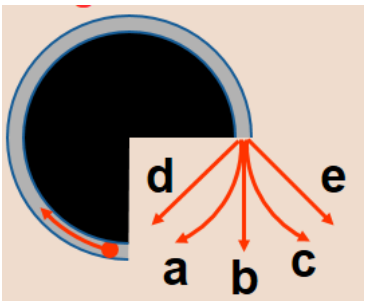
.....

.....

.....

วัดมโนทัศน์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะการเคลื่อนที่ (เฉลยข้อ ค)

8. ลูกปิงปองถูกยิงเข้าไปในท่อวงกลมที่วางอยู่ในแนวระดับ ถามว่าเมื่อลูกปิงปองจากออกจากท่อแล้วจะมีแนวการเคลื่อนที่ตามเส้นทางใด



ก) a

ข) b

ค) c

ง) d หรือ e ขึ้นอยู่กับความเร็วลูกปิงปอง

เหตุผลเนื่องจาก

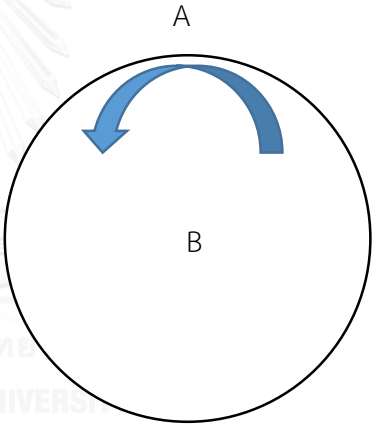
.....

.....

.....

วัดมโนทัศน์การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง อัตราเร็วเชิงเส้น (เฉลยข้อ ข)

10. สปีดสเก็ตติ้ง (Speedsketing) เป็นกีฬาชนิดหนึ่ง โดยผู้เล่นจะสวมรองเท้าสเก็ตวิ่งไปบนพื้นน้ำแข็ง ถามว่าขณะที่นักกีฬากำลังเลี้ยวโค้งผ่านจุด A ดังรูป ความเร่งของนักกีฬามีทิศตามข้อใด



ก) มีทิศจาก A ถึง B

ข)) มีทิศจาก B ถึง A

ค มีทิศชี้ลงพื้นน้ำแข็ง

ง) มีทิศตามแนวการเคลื่อนที่

เหตุผลเนื่องจาก

.....

.....

.....

วัดมโนทัศน์การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง (เฉลยข้อ ก)

14. รถคันหนึ่งมีมวล m แล่นเข้าโค้งที่มีรัศมีความโค้ง r ด้วยอัตราเร็วคงตัว v เมื่อรถคันนี้แล่นเข้าโค้งเดิมอีกครั้งโดยเพิ่มความเร็วขึ้น 2 เท่า ถามว่ารถมีความเร่งในการแล่นเข้าโค้งครั้งที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับทั้งที่ 1 เป็นอย่างไร

ก) เท่ากับครั้งแรก

ข) เป็นสองเท่าของครั้งแรก

ค) เป็นสี่เท่าของครั้งแรก

ง) ลดลงครึ่งหนึ่งของครั้งแรก

เหตุผลเนื่องจาก

.....

.....

.....

วัดมโนทัศน์การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง (เฉลยข้อ ค)

16. รถเข็นของถูกผูกติดกับสปริงโดยมีเด็กชายคนหนึ่งยืนอยู่บนรถเข็นพร้อมกับถุงทรายดังรูป เมื่อยืดสปริงออกแล้วปล่อยจะพบว่ารถเข็นมีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากกำแพง

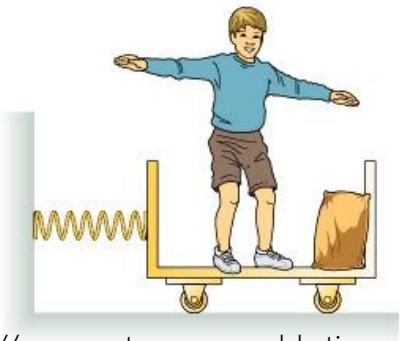
เมื่อโยนถุงทรายออกจากรถเข็น ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก) รถเข็นมีความถี่น้อยลง

ข) รถเข็นมีความถี่เท่าเดิม

ค) รถเข็นมีความถี่เพิ่มขึ้น

ง) รถเข็นจะหยุดการเคลื่อนที่



รูปจาก http://www.potomacspeedskating.org/news/

เหตุผลเนื่องจาก

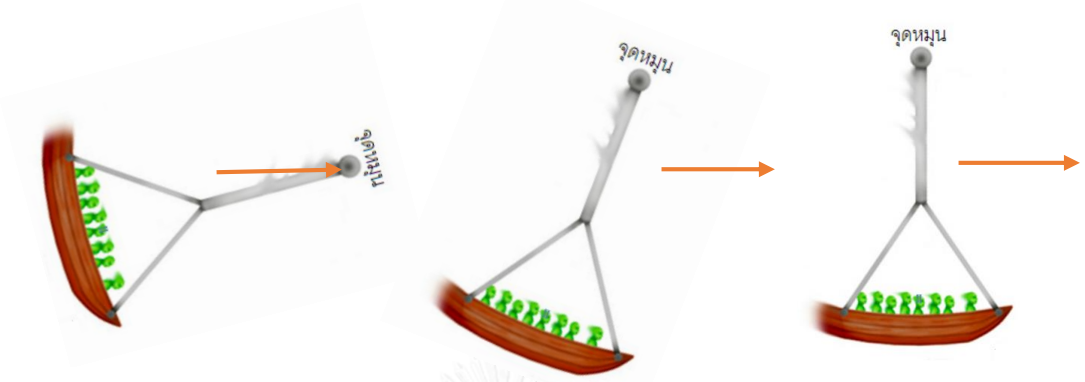
.....

.....

.....

วัดมโนทัศน์การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (เฉลยข้อ ค)

18. สวนสนุกแห่งหนึ่งมีเครื่องเล่นเรือไวกิ้ง โดยวิธีการเล่นคือให้คนเข้าไปนั่งในเรือ จากนั้นจะมีการแกว่งเรือคล้ายกับการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา ดังรูป



รูปที่ 1 รูปที่ 2 รูปที่ 3

รูปในข้อใดที่เรือไวกิ้งมีระยะกระจัดจากตำแหน่งสมดุลมากที่สุด

ก) รูปที่ 1

ข) รูปที่ 2

ค) รูปที่ 3

ง) ทุกรูปมีระยะกระจัดเท่ากัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เหตุผลเนื่องจาก

.....

.....

.....

วัดมโนทัศน์การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เรื่อง การกระจัด (เฉลยข้อ ก)

ตัวอย่างแบบวัดการประยุกต์ความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

คำชี้แจง

1. แบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฉบับนี้ เป็นความเรียงจำนวน 3 ข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์จำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน รวมคะแนนทั้งหมด 15 คะแนน

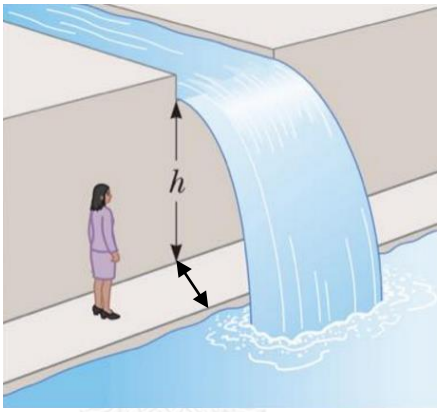
2. ข้อสอบมีจำนวน 3 หน้า ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

3. ใช้ปากกาสีน้ำเงินในการเขียนตอบเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่ 1 ออกแบบน้ำตก

วิถีชีวิตของคนชุมชนดั้งเดิมของคนอยุธยามีความใกล้ชิดกับแม่น้ำอย่างมาก โดยการเฉพาะการค้าขายทางน้ำหรือที่เรียกกันว่า “ตลาดน้ำ” ปัจจุบันห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งมีความคิดในการจำลองบรรยากาศการค้าขายแบบดั้งเดิมภายในห้าง จึงมีการสร้างสระน้ำขนาดใหญ่ภายในห้างโดยมีเรือลำเล็กพายอยู่ในสระน้ำเพื่อขายสินค้า ถ้าเจ้าของห้างต้องการสร้างน้ำตกดังรูป โดยปล่อยน้ำไหลลงมาจากขอบด้านหนึ่งลงมาในสระน้ำ ถ้ากระแสน้ำมีความเร็ว 2.5 เมตรต่อวินาที และขอบมีความสูง h = 3 เมตร



รูปจาก http://hubpages.com/education/Solving-Projectile-Motion-Problems-Applying-Newtons-Equations-of-Motion-to-Ballistics

ถ้านักเรียนเป็นสถาปนิกออกแบบน้ำตกนี้ ให้นักเรียนหาระยะห่างที่น้อยที่สุดระหว่างขอบที่ปล่อยน้ำตกกับสระน้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 มาทำจักจั่นของเล่นกันเถอะ

“จักจั่น” เป็นของเล่นเลียนเสียงธรรมชาติเลียนเสียงจากแมลงจักจั่นซึ่งเป็นแมลงมีปีกชนิดหนึ่ง วิธีการเล่นจักจั่นคือหมุนเชือกไปรอบๆจะทำให้เกิดเสียงดังขึ้น โดยการเกิดเสียงเกิดจากการเสียดสีระหว่างเส้นเอ็นกับยางสนที่ติดบริเวณปลายไม้ แล้วจึงส่งการสั่นจากเอ็นไปยังท่อทำให้เกิดเสียงดังมากขึ้น

รูปจาก http://www.zukzoon.com/

ถ้าความดังของจักจั่นของเล่นขึ้นอยู่กับแรงที่เอ็นกระทำต่อยางสน ถามว่า 1) นักเรียนจะมีวิธีการเลือกวัสดุในการประดิษฐ์จักจั่นของเล่นอย่างไรเพื่อให้มีเกิดเสียงดังมากที่สุดพร้อมบอกเหตุผลโดยเลือกระหว่าง 1.1 สายเอ็นสั้นกับสายเอ็นยาว 1.2 ท่อพีวีซีน้ำหนักมากกับท่อพีวีซีน้ำหนักเบา 2) นักเรียนจะมีวิธีการเล่นมีวิธีการเล่นจักจั่นของเล่นอย่างไรให้เกิดเสียงดังมากที่สุด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนการสอนรายคาบ
(วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์)
เรื่องความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระยะเวลา 100 นาที
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559
ผู้สอน นายชัยยุทธ สุขวัจนี

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ว 4.2 ม.4-6/2 สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2. ว 4.2 ม.4-6/3 อภิปรายการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจของวิทยาศาสตร์หรือความสนใจ หรือประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและน่าเชื่อถือ

2. ว 8.1 ม.4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ว 8.1 ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

4. ว 8.1 ม.4-6/4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและทางลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

Chulalongkorn University

5. ว 8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

6. ว 8.1 ม.4-6/6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

7. ว 8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้อง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8. ว 8.1 ม.4-6/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลของการสำรวจตรวจสอบโดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

9. ว 8.1 ม.4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

10. ว 8.1 ม.4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

11. ว 8.1 ม.4-6/11 บันทึกและอภิปรายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่ท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

12. ว 8.1 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
3. วิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุที่มีความเร็วต้นในแนวระดับ
4. นำความรู้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ในชีวิตของบุคคลทั่วไปได้
5. มีความมุ่งมั่นและกระตือรือร้นในการทำการทดลอง

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (projectile motion) คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นโค้ง โดยมีลักษณะการเคลื่อนที่ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและในแนวระดับที่เป็นอิสระต่อกัน โดยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งมีความเร่งคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับมีความเร็วคงตัว

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นมุ่งมั่นต่อผลลัพธ์ (10 นาที)

1) ครูให้นักเรียนดูวิดิทัศน์จาก ชื่อคลิป “อึ้งเด็กกระโดดน้ำจากสะพานมอญ” ให้นักเรียนทำนายแนวการเคลื่อนที่ของเด็กที่กระโดดน้ำในใบกิจกรรมที่ 1

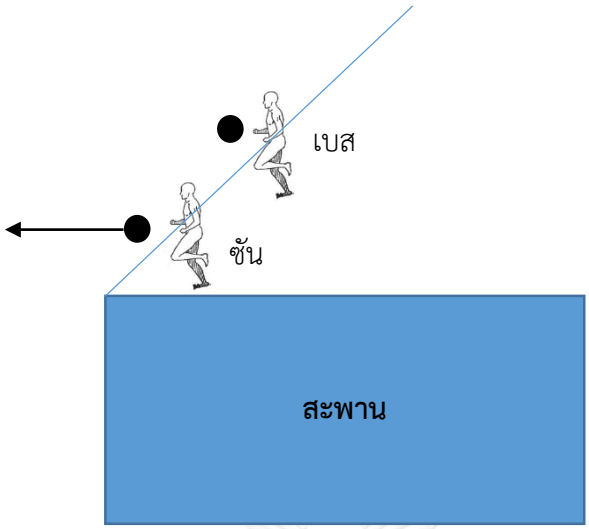
2) ครูนำเสนอสถานการณ์

“สะพานอุตตมานุสรณ์ หรือที่นิยมเรียกกันว่า สะพานมอญ เป็นสะพานไม้ที่ยาวที่สุดในประเทศไทย มีความยาว 850 เมตร เป็นสะพานที่ข้ามแม่น้ำซองกาเรีย ที่ตำบลหนองลูอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรีวันหนึ่งเด็กชายซันและเด็กชายเบสได้ชวนกันไปเที่ยวสะพานมอญ เด็กชายทั้งสองโยนก้อนหินที่มีขนาดเท่ากันและมีความสูงจากพื้นน้ำเท่ากันกันลงไปในแม่น้ำ โดยซันโยนก้อนหินออกไปในแนวระดับ ส่วนเบสปล่อยก้อนหินลงในแนวดิ่ง ครูใช้ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ในประเด็นดังต่อไปนี้ และให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1

2.1) ให้นักเรียนวิเคราะห์ความเร็วต้นของก้อนหินที่เด็กชายและเด็กชายเบสปล่อยลงแม่น้ำ

2.2) ให้นักเรียนวิเคราะห์แนวการเคลื่อนที่ของก้อนหินที่เด็กชายซันและเบสปล่อยสู่แม่น้ำว่ามีแนวการเคลื่อนที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร พร้อมวาดเส้นทางการเคลื่อนที่ของก้อนหินทั้งสองก้อนประกอบ

2.3) นักเรียนคิดว่าก้อนหินก้อนใดจะตกถึงพื้นน้ำก่อน เพราะเหตุใด



3) ครูให้นักเรียนตั้งเป้าหมายการเรียนรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ตัวอย่าง (ศึกษาความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง)

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงความเชื่อ (10 นาที)

1) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน ให้นักเรียนในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นคำถามที่ครูซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

2) ครูให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นคำตอบของกลุ่ม จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอต่อชั้นเรียน ครูบันทึกคำตอบของนักเรียนบนกระดานโดยไม่แสดงความคิดเห็นต่อคำตอบของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบความเชื่อ (50 นาที)

1) ครูอธิบายอุปกรณ์การทดลอง และวิธีการทดลองและให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 2 เพื่อศึกษาแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และใบกิจกรรมที่ 3 เพื่อให้ศึกษาลักษณะของการเคลื่อนที่วิถีโค้งเปรียบเทียบกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบตกในแนวดิ่งแบบอิสระ

2) ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 3 กลุ่ม เพื่อนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นปรับมโนทัศน์ (15 นาที)

1) ครูนำอภิปรายการทดลองในใบกิจกรรมที่ 2 ดังต่อไปนี้

1.1 ครูชี้ให้เห็นว่าการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง เมื่อเขียนกราฟระหว่างการกระจัดในแนวดิ่ง (y) กับการกระจัดในแนวระดับยกกำลังสอง (x^2) จะได้กราฟเส้นตรง

1.2 ครูถามนักเรียนว่ากราฟความสัมพันธ์ที่ $y \; \alpha \; x^2$ คือกราฟความสัมพันธ์ของสมการทางคณิตศาสตร์ใด (สมการพาลาโบลา)

1.3 ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลการทดลอง กับการทำนายเส้นทางการเคลื่อนที่จาก วีดิทัศน์จากขั้นที่ 1 ว่ามีความสอดคล้องหรือขัดแย้งกันหรือไม่

1.4 ครูถามนักเรียนว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง (วัตถุมีความเร็วต้นในแนวระดับ และมีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุตลอดการเคลื่อนที่)

1.5 ครูบอกนักเรียนว่า การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้งกันกล่าวเป็นรูปแบบการเคลื่อนที่ที่พบได้มากในชีวิตของบุคคลทั่วไป เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2) ครูนำอภิปรายการทดลองในใบกิจกรรมที่ 3 โดยใช้คำถามดังนี้

2.1 การทดลองที่ 2 เหรียญใดตกถึงพื้นก่อน นักเรียนทราบได้อย่างไร (ตกถึงพื้นพร้อมกัน ทราบได้จากเสียงกระทบหรือจัดการบันทึกเทปวีดิทัศน์)

2.2 ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลการทดลองกับสถานการณ์ตัวอย่างในขั้นที่ 1 นักเรียนคิดว่าก้อนหินของซันหรือเบสตกถึงพื้นน้ำก่อนกัน (ตกถึงพื้นพร้อมกัน)

2.3 ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และเขียนอธิบายว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เหมือนการเคลื่อนที่แบบตกอิสระอย่างไร

2.4 ครูให้นักเรียนเขียนสรุป ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

3) ครูสุ่มนักเรียนตอบคำถามจากข้อ 2.3 และ 2.4 และนำสรุปดังนี้

3.1 จากการทดลองที่ 2 ชี้ให้เห็นว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ใช้เวลาตกถึงพื้นเท่ากับการตกอย่างอิสระ ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวดิ่งเหมือนกับการตกแบบอิสระ นั่นคือมีระยะกระจัดในแนวดิ่งเท่ากัน มีความเร็วต้นในแนวดิ่งเท่ากับศูนย์ และมีความความเร่งในการเคลื่อนที่เท่ากับ g เท่ากัน

3.2 ครูชี้ให้เห็นว่าการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์สามารถแยกพิจารณาเป็นการเคลื่อนที่ 2 แนวที่เป็นอิสระจากกัน นั่นคือการเคลื่อนในแนวดิ่งจะเหมือนกับการเคลื่อนที่แบบตกอย่างอิสระ และการเคลื่อนที่ในแนวระดับถือว่าไม่มีแรงมากระทำ (แรงต้านอากาศถือว่ามีค่าน้อยจึงไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่) จะเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

3.3 ครูนำสรุปความหมายของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (20 นาที)

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องโพรเจกไทล์ในสถานการณ์ต่างๆ

ขั้นที่ 6 ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ (5 นาที)

ครูให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยหรือสนใจนอกเหนือจากที่ได้เรียนในคาบนี้ จากนั้นให้นักเรียนค้นคว้าคำตอบเป็นการบ้าน โดยครูอาจเพิ่มประเด็นให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนในคาบถัดไป เช่น ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1) วีดิทัศน์ อึ้งเด็กกระโดดน้ำจากสะพานมอญ https://www.youtube.com/watch?v=vmwulLBW1-4)

2) powerpoint ประกอบการอธิบาย

3) ใบกิจกรรม

3.1 ใบกิจกรรมที่ 1 ทำนายลักษณะการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง

3.2 ใบกิจกรรมที่ 2 แนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

3.3 ใบกิจกรรมที่ 3 ลักษณะของการเคลื่อนที่วิถีโค้งเปรียบเทียบกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบตกในแนวดิ่งแบบอิสระ

4) อุปกรณ์ทำการทดลอง

การทดลองที่ 1 หาเส้นทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ อุปกรณ์ได้แก่ ชุดการทดลองการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง กระดาษกราฟ กระดาษคาร์บอน กระดาษขาว ไม้บรรทัด

การทดลองที่ 2 เหรียญ 2 เหรียญ ไม้บรรทัด

5) ใบความรู้

ใบกิจกรรมที่ 1
ทำนายลักษณะการเคลื่อนที่วิถีโค้ง

1. จากการดูวีดิทัศน์ “อึ้ง เด็กกระโดดน้ำจากสะพานมอญ” ให้นักเรียนวาดแนวการเคลื่อนที่ของเด็กของบนสะพานจนถึงพื้นน้ำ

2. นักเรียนคิดว่าแนวการเคลื่อนที่ของเด็กเป็นเส้นโค้งแบบใด เพราะเหตุใด

ก) เคลื่อนที่เป็นแบบเส้นตรงในแนวระดับจากนั้นเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่ง

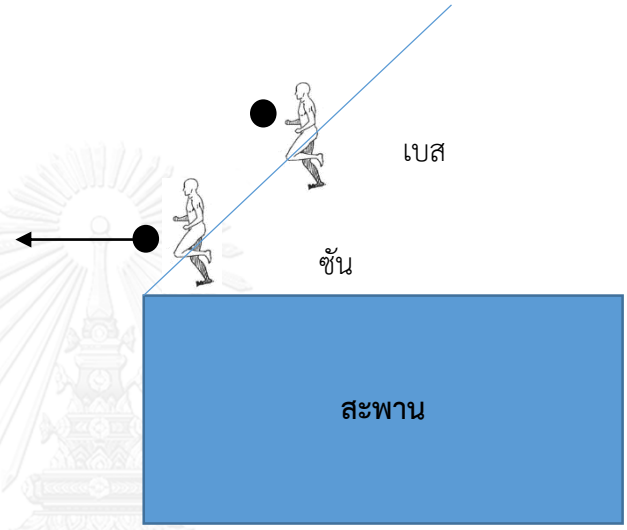
ข) เคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งที่มีลักษณะแบบเส้นโค้งที่เป็นส่วนหนึ่งของลงกลม

ค) เคลื่อนที่แบบเส้นโค้งคล้ายกราฟพาราโบลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. สถานการณ์ “ปล่อยก้อนหินลงแม่น้ำ”

“สะพานอุตตมานุสรณ์ หรือที่นิยมเรียกกันว่า สะพานมอญ เป็นสะพานไม้ที่ยาวที่สุดในประเทศไทย มีความยาว 850 เมตร เป็นสะพานที่ข้ามแม่น้ำซองกาเรีย ที่ตำบลหนองลูอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี วันหนึ่งเด็กชายซันและเด็กชายเบสได้ชวนกันไปเที่ยวสะพานมอญ เด็กชายทั้งสองโยนก้อนหินที่มีขนาดเท่ากันและมีความสูงจากพื้นน้ำเท่ากันกันลงไปในแม่น้ำ โดยซันโยนก้อนหินออกไปในแนวระดับ ส่วนเบสปล่อยก้อนหินลงในแนวดิ่ง”



3.1) ให้นักเรียนวิเคราะห์ความเร็วต้นของก้อนหินที่เด็กชายและเด็กชายเบสปล่อยลงแม่น้ำ โดยระบุว่าความเร็วของก้อนหินแต่ละก้อนเป็นอย่างไร

.....

.....

3.2) ให้นักเรียนวิเคราะห์แนวการเคลื่อนที่ของก้อนหินที่เด็กชายซันและเบสปล่อยสู่แม่น้ำว่ามีแนวการเคลื่อนที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร พร้อมวาดเส้นทางการเคลื่อนที่ของก้อนหินทั้งสองก้อนประกอบ

.....

.....

3.2) นักเรียนคิดว่าก้อนหินก้อนใดจะตกถึงพื้นน้ำก่อน เพราะเหตุใด

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง แนวเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (30 นาที)

ชื่อ-สกุล..... กลุ่ม.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทดลอง วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปลักษณะพร้อมแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

2. เขียนกราฟเพื่อแสดงและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดในแนวระดับ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำการทดลอง

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดการทดลองการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง 1 ชุด
2. กระดาษกราฟ 1 แผ่น
3. กระดาษคาร์บอน 1 แผ่น
4. กระดาษขาว 1 แผ่น
5. ไม้บรรทัด 1 อัน

รูปจาก http://www.suksapanpanit.com/index.php?route=product/category&path=119_103&page=6

ภาพแสดงอุปกรณ์การทดลองศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์

1. ประกอบรางอะลูมิเนียมเข้ากับแป้นไม้ ให้รางตอนล่างอยู่ในแนวระดับ แล้วติดกระดาษกราฟเข้ากับแป้นไม้

2. ตัดกระดาษขาวและกระดาษคาร์บอนขนาดกว้างยาวเท่ากับเป้าโลหะและปิดกระดาษขาวเข้ากับเป้า แล้วปิดกระดาษคาร์บอนทับกระดาษขาวโดยติดเฉพาะปลายบนของกระดาษคาร์บอน จากนั้นวางเป้าให้ชิดปลายรางอะลูมิเนียม

Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 การหาเส้นทางการเคลื่อนที่

1. วางลูกกลมโลหะบนรางอะลูมิเนียมใกล้ปลายรางตอนบน โดยถือไม้บรรทัดกั้นลูกกลมโลหะไว้ ยกไม้บรรทัดขึ้นอย่างรวดเร็ว ลูกกลมโลหะจะกลิ้งลงมาชนรางตามเป้า เมื่อยกปลายล่างของกระดาษคาร์บอนขึ้น จะเห็นจุดดำบนกระดาษขาว ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลูกกลมโลหะชนเป้า ทำเครื่องหมายบนกระดาษกราฟให้มีระดับตรงกับจดบนเป้า

2. ทำการทดลองซ้ำ แต่ละครั้งที่ทดลองต้องวางลูกกลมโลหะที่ตำแหน่งเดิมแต่เลื่อนเป้าออกไปครั้งละ 1 เซนติเมตร กระทั่งลูกกลมโลหะไม่กระทบเป้า

3. เมื่อทดลองเสร็จแล้ว ให้ลากเส้นผ่านจุดทุกจุดบนกระดาษกราฟ จะได้เส้นทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมโลหะ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์โดยการเขียนกราฟ

1. กำหนดจุดบนกราฟจุดแรกให้ตรงกับจุดที่ลูกโลหะกระทบเป้า เมื่อวางชิดปลายรางด้านล่างกราฟเป็นจุดกำเนิด ลากแกนนอนหรือแกน x และการยืนหรือแกน y

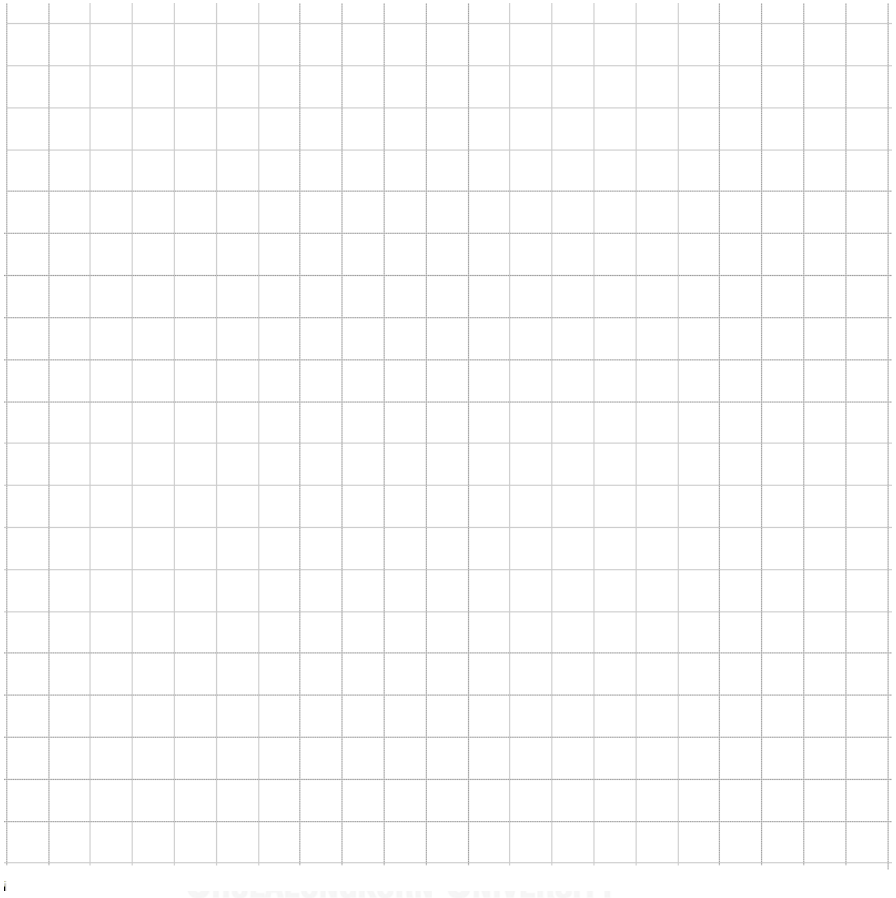
2. จากกราฟที่ได้ วัดการกระจัดในแนวระดับ x และการกระจัดในแนวดิ่ง y ของจุดต่างๆ พร้อมทั้งหาการกระจัดในแนวยกกำลังสอง x^2 และบันทึกผลลงในตาราง

3. เขียนกราฟระหว่างการกระจัดในแนวดิ่ง y กับการกระจัดในแนวระดับ x^2

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การกระจัดในแนวระดับ (x)	การกระจัดในแนวดิ่ง (y)	การกระจัดในแนวระดับยกกำลังสอง (x^2)

จากผลการทดลองตามตารางที่ 1 สามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง y กับ x^2 โดยให้แกน y เป็นแกนตั้ง และแกนตั้ง x^2 เป็นแกนนอนดังนี้



คำถามประกอบการทดลอง

1. จงระบุสมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใดผู้ทดลองจึงต้องปล่อยลูกกลมโลหะ ณ ตำแหน่งเดียวทุกครั้งที่ทำการทดลอง

.....

.....

.....

3. แนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมจากกระดาษกราฟบนแป้นไม้หรือเมื่อนำค่าการกระจัดในแนวระดับและการกระจัดในแนวดิ่งมาเขียนกราฟจะมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

4. จากการเขียนกราฟระหว่าง y กับ x^2 สรุปได้ว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นแนวเส้นโค้งแบบใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใบกิจกรรมที่ 3

ลักษณะของการเคลื่อนที่วิถีโค้งเปรียบเทียบกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบตกในแนวดิ่งแบบอิสระ

(20 นาที)

จุดประสงค์การทดลอง

1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวระดับกับแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

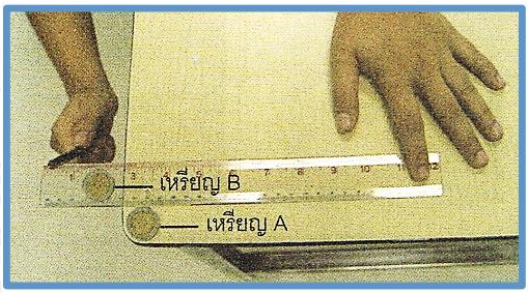
2) นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม

อุปกรณ์การทดลอง

1) ไม้บรรทัดยาว 1 ฟุต

2) เหรียญ 10 บาท 2 เหรียญ

3) ปากกาสำหรับเคาะ



รูปจาก http://www.vcharkarn.com/lesson/1123

วิธีการทดลอง

1. วางเหรียญ A บริเวณมุมโต๊ะ ให้เหรียญติดขอบโต๊ะด้านหนึ่ง

2. วางไม้บรรทัดขนานกับขอบโต๊ะ ให้ขอบไม้บัทัดสัมผัสขอบเหรียญ A และอีกปลายหนึ่งยื่นออกมาจากขอบโต๊ะ ใช้มือกดปลายด้านหนึ่งที่อยู่บนโต๊ะเพื่อให้ปลายนี้เป็นจุดหมุน

3. วางเหรียญ B (เหมือนเหรียญ A ทุกประการ) บนปลายไม้บรรทัดที่ยื่นออกมาเคาะในแนวระดับบริเวณปลายไม้บรรทัดที่ยื่นออกมาจากขอบโต๊ะโดยเร็ว

4. สังเกตเส้นทางการเคลื่อนที่ของเหรียญทั้งสอง โดยใช้กล้องมือถือบันทึกภาพวีดิโอ ฟังเสียงเหรียญกระทบพื้นและบันทึกผล

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงวาดแนวการเคลื่อนที่ของเหรียญ A และ B จากเริ่มจนตกถึงพื้น

2. เหรียญทั้งสองเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้นแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3. เหรียญทั้งสองตกพร้อมกันหรือไม่ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

4. ถ้าเคาะไม้บรรทัดด้วยแรงที่แตกต่างกัน เหรียญทั้งสองจะตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. จากข้อมูลการทดลอง นักเรียนคิดว่าการเคลื่อนที่ในแนวระดับกับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

.....

ใบความรู้
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายความหมาย ลักษณะการเคลื่อนที่ของโพรเจกไทล์ และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

ความรู้เบื้องต้นและลักษณะเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

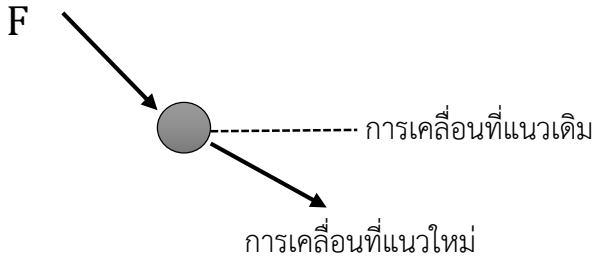
การเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีแรงที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ ดังนี้

1. ทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุ มีทิศในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่มีผลทำให้แนวการเคลื่อนที่นั้นอยู่ในแนวเดิมเป็นเส้นตรง (1 มิติ) โดยการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเร็วขึ้นเมื่อแรงนั้นมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ และจะช้าลงเมื่อแรงนั้นมีทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ดังรูป

การเคลื่อนที่เร็วขึ้นในแนวเดิม การเคลื่อนที่ช้าลงในแนวเดิม

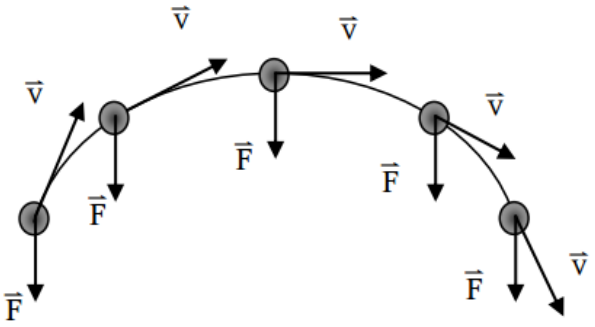
รูปที่ 1 แรงมีแนวเดียวกับการเคลื่อนที่

2. ทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุ มีทิศทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ ผลทำให้แนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ดังรูปต่อไปนี้



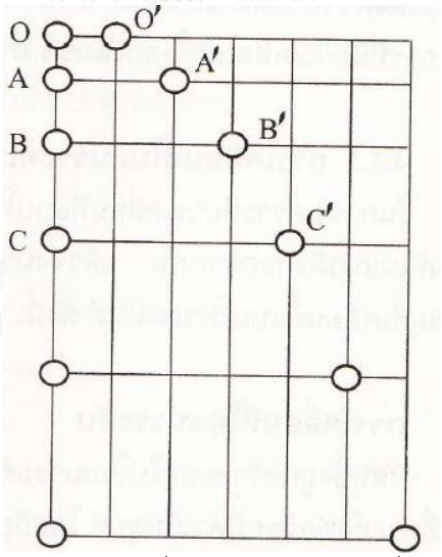
รูปที่ 2 แรงทำมุมกับการเคลื่อนที่

ในกรณีการเคลื่อนที่ที่วัตถุมีความเร็วในแนวระดับและมีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุในทิศทางชี้สู่พื้นตลอดตลอดเวลา ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้งใน 2 มิติ ดังรูป



รูปที่ 3 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นโค้งที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุตลอดเวลา

การเคลื่อนที่แนวโค้ง (2 มิติ) ที่แรงใดๆกระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมใดๆกับการเคลื่อนที่ตลอดเวลาดัง รูปที่ 3 เช่น การขว้างวัตถุทำมุมใดๆกับแนวระดับ ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่จะมีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุนั้นตลอดเวลา โดยการเคลื่อนที่นั้นจะได้ทั้งระยะในแนวระดับและแนวดิ่ง แนวการเคลื่อนที่นั้นจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งแบบพาลาโบลา เราเรียกการเคลื่อนที่นี้ว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์



รูปที่ 4 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุตกในแนวดิ่งอย่างอิสระกับวัตถุที่ถูกดีดออกในแนวระดับ

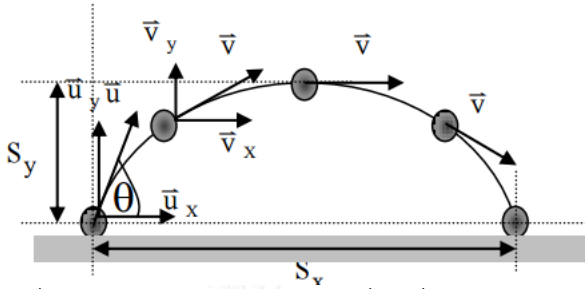
ในการศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จะสนใจศึกษาระยะกระจัดทั้ง 2 แนว คือระยะกระจัดในแนวดิ่งและแนวระดับ จากการทดลองปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระพร้อมดีดวัตถุให้มีความเร็วในแนวระดับ ซึ่งสูงจากพื้นระดับหนึ่ง ดังรูปที่ 4 พบว่า

1. วัตถุที่ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งมีการกระจัดในแนวดิ่งเพียงแนวเดียว ส่วนวัตถุที่ถูกดีดออกไปในแนวระดับมีการกระจัดทั้งในแนวดิ่งและแนวอิสระ

2. วัตถุทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกัน แสดงว่าวัตถุทั้งสองใช้เวลาในการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเท่ากัน

3. วัตถุทั้งสองถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำเพียงแรงเดียว (ไม่คิดแรงต้านอากาศ) มีความเร่งในแนวดิ่งเท่ากัน คือ g

ปริมาณต่างๆที่ควรทราบในการศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์



รูปที่ 5 แสดงปริมาณต่างๆที่ควรทราบในการศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบด้วยการกระจัดในแนวดิ่งและแนวอิสระ ดังนั้นเราสามารถพิจารณาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ออกเป็น 2 แนวการเคลื่อนที่ที่เป็นอิสระต่อกัน นั่นคือ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง และการเคลื่อนที่ในแนวระดับ

1. **การเคลื่อนที่ในแนวระดับ** ถือว่าแรงต้านอากาศมีค่าน้อยมากจนไม่ต้องนำมาพิจารณา จึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว สมการที่เกี่ยวข้องคือ

$$s_x = u_x t$$

2. **การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง** เสมือนกับกับปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระ นั่นคือมีแรงโน้มถ่วงกระทำเพียงแรงเดียว มีความเร็วต้นเป็นศูนย์และมีความเร่งคงตัวมีค่าเท่ากับความเร่งอันเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (g) สมการที่เกี่ยวข้องคือ สมการการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก คือ

$$v_y = u_y + gt$$
$$s_y = \left(\frac{u_y + v_y}{2}\right) t$$
$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$$
$$s_y = v_y t - \frac{1}{2} g t^2$$
$$v_y{}^2 = u_y{}^2 + 2gs$$

เมื่อ

S_x คือการกระจัดในแนวระดับ

S_y คือการกระจัดในแนวดิ่ง

u_x คือความเร็วต้นในแนวระดับ

u_y คือความเร็วต้นในแนวดิ่ง

v_y คือความเร็วปลายในแนวดิ่ง

t คือเวลาในการเคลื่อนที่

แผนการจัดการเรียนการสอนรายคาบ(วิธีสอนแบบทั่วไป)

เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระยะเวลา 100 นาที

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

ผู้สอน นายชัยยุทธ สุขวัจนี

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ว 4.2 ม.4-6/2 สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2. ว 4.2 ม.4-6/3 อภิปรายการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจของวิทยาศาสตร์หรือความสนใจ หรือประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและน่าเชื่อถือ

2. ว 8.1 ม.4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ว 8.1 ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

4. ว 8.1 ม.4-6/4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและทางลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. ว 8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

6. ว 8.1 ม.4-6/6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

7. ว 8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้อง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8. ว 8.1 ม.4-6/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลของการสำรวจตรวจสอบโดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

9. ว 8.1 ม.4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

10. ว 8.1 ม.4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

11. ว 8.1 ม.4-6/11 บันทึกและอภิปรายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่ท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

12. ว 8.1 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
3. วิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุที่มีความเร็วต้นในแนวระดับ
4. นำความรู้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ในชีวิตของบุคคลทั่วไปได้
5. มีความมุ่งมั่นและกระตือรือร้นในการทำการทดลอง

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (projectile motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นโค้งพาราโบลา ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและในแนวระดับที่เป็นอิสระต่อกัน โดยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งมีความเร่งคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับมีความเร็วคงตัว

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่1 ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูโยนลูกบอล ในแนวระดับหน้าชั้นเรียนและให้นักเรียนสังเกตแนวการเคลื่อนที่ และใช้คำถามดังต่อไปนี้

1.1 ลูกบอลมีการเคลื่อนที่อย่างไร ให้นักเรียนวาดแนวการเคลื่อนที่ลงในสมุด

1.2 ขณะที่ลูกบอลกำลังจะเคลื่อนที่ (อยู่ในมือครูขณะกำลังโยนลูกบอล) มีแรงอะไรกระทำต่อ ลูกบอล (แรงโน้มโน้มและแรงที่มือกระทำต่อลูกบอล) และขณะที่ลูกบอลให้ลอยอยู่ในอากาศมีแรงอะไรกระทำต่อลูกบอล (แรงโน้มถ่วง)

2. ครูนำขวดพลาสติกใสที่เจาะรู จากนั้นเติมน้ำลงในขวดให้มีระดับน้ำเหนือรู ปล่อยให้น้ำพุ่งออกจากรู ให้นักเรียนสังเกตแนวการเคลื่อนที่ของน้ำ ครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

2.1 แนวการเคลื่อนที่ของน้ำมีลักษณะอย่างไร ให้นักเรียนวาดแนวการเคลื่อนที่ลงในสมุด

2.2 แนวการเคลื่อนที่ของน้ำกับแนวการเคลื่อนที่ของลูกบอล มีแนวการเคลื่อนที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

3. ครูชี้ให้เส้นว่าการเคลื่อนที่ของลูกบอลและน้ำที่พุ่งออกจากขวดเป็นการเคลื่อนที่แบบเป็นเส้นโค้งที่มีลักษณะเฉพาะซึ่งพบได้บ่อยในชีวิตของบุคคลทั่วไป เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งเป็นรูปแบบการเคลื่อนที่ที่จะได้ศึกษาในวันนี้

ขั้นสอน (70 นาที)

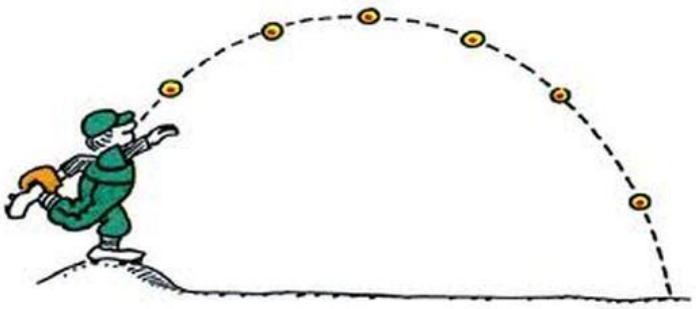
1. ครูให้นักเรียนทำการทดลองที่ 1 ตามใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2. ครูสุ่มนักเรียน 3 กลุ่มเพื่อนำเสนอผลการทดลอง

3. ครูนำอภิปรายชี้ให้เห็นว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้ง เมื่อเขียนกราฟระหว่างการกระจัดในแนวดิ่ง (y) กับการกระจัดในแนวระดับยกกำลังสอง (x^2) จะได้กราฟเส้นตรงดังรูป

4. ครูถามว่ากราฟความสัมพันธ์ที่ $y \propto x^2$ นั่นคือ $y = kx^2$ คือสมการทางคณิตศาสตร์ใด (สมการพาลาโบลา)

5. ครูให้นักเรียนสรุปว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งแบบใด



รูปจาก http://www.thaigoodview.com/node/159840

6. ครูวาดแนวการเคลื่อนที่ของลูกบอลดังรูป

7. ครูถามนักเรียนว่าในการศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ปริมาณใดที่ง่ายต่อการศึกษาการเคลื่อนที่ระหว่างระยะทางกับกระจัด (การกระจัด)

8. ครูถามว่า การกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบ่งได้กี่แนว (2 แนว คือ การกระจัดในแนวระดับและการกระจัดในแนวดิ่ง)

9. ครูบอกว่า เราสามารถศึกษาการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้โดยการแบ่งการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็น 2 แนว คือ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและการเคลื่อนที่ในแนวระดับ

10. ครูถามนักเรียนว่าการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและการเคลื่อนที่ในแนวระดับสัมพันธ์กันอย่างไร ครูยังไม่เฉลยคำตอบ และให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 2 การเคลื่อนที่ของเหรียญและตอบคำถามท้ายการทดลอง

11. หลังทำการทดลองที่ 2 ครูนำอภิปรายการทดลอง โดยใช้คำถามดังนี้

11.1 เหรียญทั้งสองมีลักษณะการเคลื่อนที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

11.2 ความเร็วต้นของเหรียญทั้งสองแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

11.3 เหรียญทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่

11.4 เมื่อเพิ่มแรงดีดเหรียญ เหรียญทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่

11.5 การที่เหรียญตกถึงพื้นพร้อมกันไม่ว่าจะดีดด้วยแรงขนาดเท่าใด แสดงว่าการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและการเคลื่อนที่ในแนวระดับสัมพันธ์กันอย่างไร (ยังไม่เฉลยคำตอบ ให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ที่ 1)

ขั้นสรุป (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปในหัวข้อต่อไปนี้

1.1 ความหมายและแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1.2 การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง ปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเสริมความเข้าใจ

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1) powerpoint ประกอบการอธิบาย

2) ใบกิจกรรม

2.1 ใบกิจกรรมที่ 1 แนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2.2 ใบกิจกรรมที่ 2 ลักษณะของการเคลื่อนที่วิถีโค้งเปรียบเทียบกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบตกในแนวดิ่งแบบอิสระ

3) อุปกรณ์ทำการทดลอง

การทดลองที่ 1 หาเส้นทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ อุปกรณ์ได้แก่ ชุดการทดลองการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง กระดาษกราฟ กระดาษคาร์บอน กระดาษขาว ไม้บรรทัด

การทดลองที่ 2 เหรียญ 2 เหรียญ ไม้บรรทัด

4) ใบความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง แนวเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (30 นาที)

ชื่อ-สกุล..... กลุ่ม.....ชั้น.....เลขที่ .....

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทดลอง วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปลักษณะพร้อมแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

2. เขียนกราฟเพื่อแสดงและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดในแนวระดับ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำการทดลอง

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดการทดลองการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง 1 ชุด
2. กระดาษกราฟ 1 แผ่น
3. กระดาษคาร์บอน 1 แผ่น
4. กระดาษขาว 1 แผ่น
5. ไม้บรรทัด 1 อัน

รูปจาก http://www.suksapanpanit.com/index.php?route=product/category&path=119_103&page=6

ภาพแสดงอุปกรณ์การทดลองศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์

1. ประกอบรางอะลูมิเนียมเข้ากับแป้นไม้ ให้รางตอนล่างอยู่ในแนวระดับ แล้วติดกระดาษกราฟเข้ากับแป้นไม้

2. ตัดกระดาษขาวและกระดาษคาร์บอนขนาดกว้างยาวเท่ากับเป้าโลหะและปิดกระดาษขาวเข้ากับเป้า แล้วปิดกระดาษคาร์บอนทับกระดาษขาวโดยติดเฉพาะปลายบนของกระดาษคาร์บอน จากนั้นวางเป้าให้ชิดปลายรางอะลูมิเนียม

ตอนที่ 2 การหาเส้นทางการเคลื่อนที่

1. วางลูกกลมโลหะบนรางอะลูมิเนียมใกล้ปลายรางตอนบน โดยถือไม้บรรทัดกั้นลูกกลมโลหะไว้ ยกไม้บรรทัดขึ้นอย่างรวดเร็ว ลูกกลมโลหะจะกลิ้งลงมาชนรางตามเป้า เมื่อยกปลายล่างของกระดาษคาร์บอนขึ้น จะเห็นจุดดำบนกระดาษขาว ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลูกกลมโลหะชนเป้า ทำเครื่องหมายบนกระดาษกราฟให้มีระดับตรงกับจดบนเป้า

2. ทำการทดลองซ้ำ แต่ละครั้งที่ทดลองต้องวางลูกกลมโลหะที่ตำแหน่งเดิมแต่เลื่อนเป้าออกไปครั้งละ 1 เซนติเมตร กระทั่งลูกกลมโลหะไม่กระทบเป้า

3. เมื่อทดลองเสร็จแล้ว ให้ลากเส้นผ่านจุดทุกจุดบนกระดาษกราฟ จะได้เส้นทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมโลหะ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์โดยการเขียนกราฟ

1. กำหนดจุดบนกราฟจุดแรกให้ตรงกับจุดที่ลูกโลหะกระทบเป้า เมื่อวางชิดปลายรางด้านล่างกราฟเป็นจุดกำเนิด ลากแกนนอนหรือแกน x และการยืนหรือแกน y

2. จากกราฟที่ได้ วัดการกระจัดในแนวระดับ x และการกระจัดในแนวดิ่ง y ของจุดต่างๆ พร้อมทั้งหาการกระจัดในแนวยกกำลังสอง x^2 และบันทึกผลลงในตาราง

3. เขียนกราฟระหว่างการกระจัดในแนวดิ่ง y กับการกระจัดในแนวระดับ x^2

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การกระจัดในแนวระดับ (x)	การกระจัดในแนวดิ่ง (y)	การกระจัดในแนวระดับยกกำลังสอง (x^2)

จากผลการทดลองตามตารางที่ 1 สามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง y กับ x^2 โดยให้แกน y เป็นแกนตั้ง และแกนตั้ง x^2 เป็นแกนนอนดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามประกอบการทดลอง

1. จงระบุสมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใดผู้ทดลองจึงต้องปล่อยลูกกลมโลหะ ณ ตำแหน่งเดียวทุกครั้งที่ทำการทดลอง

.....

.....

.....

3. แนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมจากกระดาษกราฟบนแป้นไม้หรือเมื่อนำค่าการกระจัดในแนวระดับและการกระจัดในแนวดิ่งมาเขียนกราฟจะมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

4. จากการเขียนกราฟระหว่าง y กับ x^2 สรุปได้ว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นแนวเส้นโค้งแบบใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใบกิจกรรมที่ 2

ลักษณะของการเคลื่อนที่วิถีโค้งเปรียบเทียบกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบตกในแนวดิ่งแบบอิสระ

(20 นาที)

จุดประสงค์การทดลอง

1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวระดับกับแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

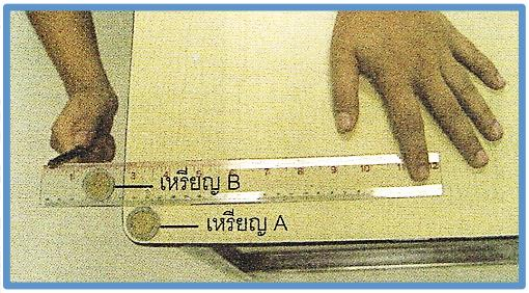
2) นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม

อุปกรณ์การทดลอง

1) ไม้บรรทัดยาว 1 ฟุต

2) เหรียญ 10 บาท 2 เหรียญ

3) ปากกาสำหรับเคาะ



รูปจาก http://www.vcharkarn.com/lesson/1123

วิธีการทดลอง

1. วางเหรียญ A บริเวณมุมโต๊ะ ให้เหรียญติดขอบโต๊ะด้านหนึ่ง

2. วางไม้บรรทัดขนานกับขอบโต๊ะ ให้ขอบไม้บัทัดสัมผัสขอบเหรียญ A และอีกปลายหนึ่งยื่นออกมาจากขอบโต๊ะ ใช้มือกดปลายด้านหนึ่งที่อยู่บนโต๊ะเพื่อให้ปลายนี้เป็นจุดหมุน

3. วางเหรียญ B (เหมือนเหรียญ A ทุกประการ) บนปลายไม้บรรทัดที่ยื่นออกมาเคาะในแนวระดับบริเวณปลายไม้บรรทัดที่ยื่นออกมาจากขอบโต๊ะโดยเร็ว

4. สังเกตเส้นทางการเคลื่อนที่ของเหรียญทั้งสอง โดยใช้กล้องมือถือบันทึกภาพวีดิโอ ฟังเสียงเหรียญกระทบพื้นและบันทึกผล

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงวาดแนวการเคลื่อนที่ของเหรียญ A และ B จากเริ่มจนตกถึงพื้น

2. เหรียญทั้งสองเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้นแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3. เหรียญทั้งสองตกพร้อมกันหรือไม่ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

4. ถ้าเคาะไม้บรรทัดด้วยแรงที่แตกต่างกัน เหรียญทั้งสองจะตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. จากข้อมูลการทดลอง นักเรียนคิดว่าการเคลื่อนที่ในแนวระดับกับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

.....

ใบความรู้
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายความหมาย ลักษณะการเคลื่อนที่ของโพรเจกไทล์ และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

ความรู้เบื้องต้นและลักษณะเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

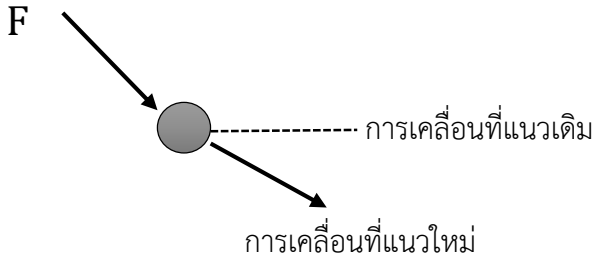
การเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีแรงที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ ดังนี้

1. ทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุ มีทิศในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่มีผลทำให้แนวการเคลื่อนที่นั้นอยู่ในแนวเดิมเป็นเส้นตรง (1 มิติ) โดยการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเร็วขึ้นเมื่อแรงนั้นมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ และจะช้าลงเมื่อแรงนั้นมีทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ดังรูป

การเคลื่อนที่เร็วขึ้นในแนวเดิม การเคลื่อนที่ช้าลงในแนวเดิม

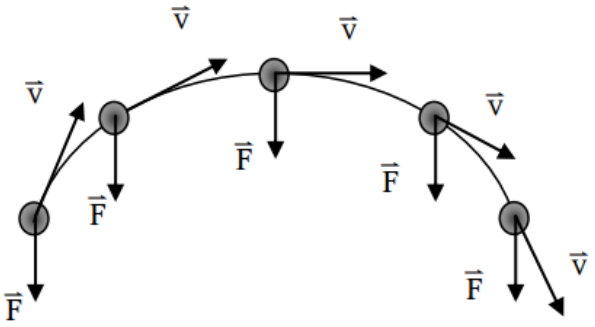
รูปที่ 1 แรงมีแนวเดียวกับการเคลื่อนที่

2. ทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุ มีทิศทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ ผลทำให้แนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ดังรูปต่อไปนี้



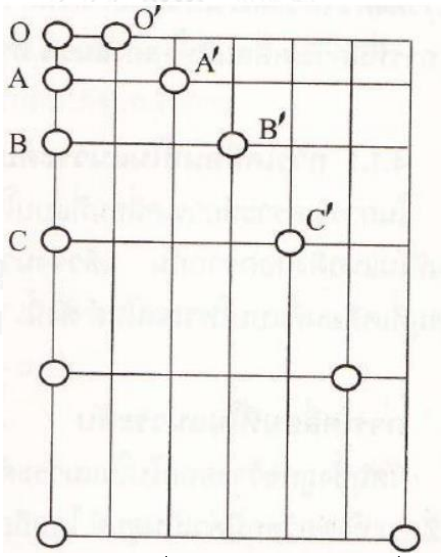
รูปที่ 2 แรงทำมุมกับการเคลื่อนที่

ในกรณีการเคลื่อนที่ที่วัตถุมีความเร็วในแนวระดับและมีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุในทิศทางชี้สู่พื้นตลอดตลอดเวลา ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้งใน 2 มิติ ดังรูป



รูปที่ 3 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นโค้งที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุตลอดเวลา

การเคลื่อนที่แนวโค้ง (2 มิติ) ที่แรงใดๆกระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมใดๆกับการเคลื่อนที่ตลอดเวลาดัง รูปที่ 3 เช่น การขว้างวัตถุทำมุมใดๆกับแนวระดับ ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่จะมีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุนั้นตลอดเวลา โดยการเคลื่อนที่นั้นจะได้ทั้งระยะในแนวระดับและแนวดิ่ง แนวการเคลื่อนที่นั้นจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งแบบพาลาโบลา เราเรียกการเคลื่อนที่นี้ว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์



รูปที่ 4 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุตกในแนวดิ่งอย่างอิสระกับวัตถุที่ถูกดีดออกในแนวระดับ

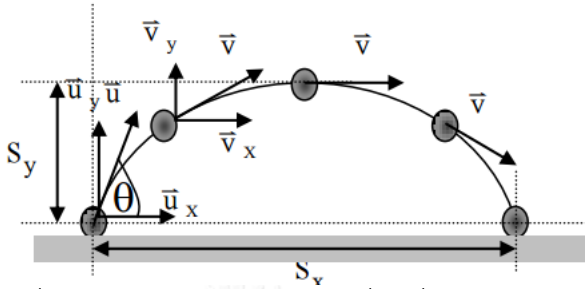
ในการศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จะสนใจศึกษาระยะกระจัดทั้ง 2 แนว คือระยะกระจัดในแนวดิ่งและแนวระดับ จากการทดลองปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระพร้อมดีดวัตถุให้มีความเร็วในแนวระดับ ซึ่งสูงจากพื้นระดับหนึ่ง ดังรูปที่ 4 พบว่า

1. วัตถุที่ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งมีการกระจัดในแนวดิ่งเพียงแนวเดียว ส่วนวัตถุที่ถูกดีดออกไปในแนวระดับมีการกระจัดทั้งในแนวดิ่งและแนวอิสระ

2. วัตถุทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกัน แสดงว่าวัตถุทั้งสองใช้เวลาในการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเท่ากัน

3. วัตถุทั้งสองถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำเพียงแรงเดียว (ไม่คิดแรงต้านอากาศ) มีความเร่งในแนวดิ่งเท่ากัน คือ g

ปริมาณต่างๆที่ควรทราบในการศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์



รูปที่ 5 แสดงปริมาณต่างๆที่ควรทราบในการศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบด้วยการกระจัดในแนวดิ่งและแนวอิสระ ดังนั้นเราสามารถพิจารณาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ออกเป็น 2 แนวการเคลื่อนที่ที่เป็นอิสระต่อกัน นั่นคือ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง และการเคลื่อนที่ในแนวระดับ

1. **การเคลื่อนที่ในแนวระดับ** ถือว่าแรงต้านอากาศมีค่าน้อยมากจนไม่ต้องนำมาพิจารณา จึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว สมการที่เกี่ยวข้องคือ

$$s_x = u_x t$$

2. **การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง** เสมือนกับกับปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระ นั่นคือมีแรงโน้มถ่วงกระทำเพียงแรงเดียว มีความเร็วต้นเป็นศูนย์และมีความเร่งคงตัวมีค่าเท่ากับความเร่งอันเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (g) สมการที่เกี่ยวข้องคือ สมการการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก คือ

$$v_y = u_y + gt$$
$$s_y = \left(\frac{u_y + v_y}{2}\right) t$$
$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$$
$$s_y = v_y t - \frac{1}{2} g t^2$$
$$v_y{}^2 = u_y{}^2 + 2gs$$

เมื่อ
S_x คือการกระจัดในแนวระดับ
S_y คือการกระจัดในแนวดิ่ง
u_x คือความเร็วต้นในแนวระดับ
u_y คือความเร็วต้นในแนวดิ่ง
v_y คือความเร็วปลายในแนวดิ่ง
t คือเวลาในการเคลื่อนที่

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 แสดงค่า IOC ระหว่างคำถามกับจุกประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

ข้อที่	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
1	การเคลื่อนที่แบบโพลเจกไทล์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก	1	วัดได้สอดคล้อง
2	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เรื่อง แรงโน้มถ่วง	1	วัดได้สอดคล้อง
3	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เรื่อง ความเร็ว	1	วัดได้สอดคล้อง
4	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เรื่อง การกระจัด	0.67	วัดได้สอดคล้อง
5	ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
6	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เรื่อง ความเร็ว	1	วัดได้สอดคล้อง
7	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เรื่อง ความเร่ง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
8	การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง อัตราเร็วเชิงเส้น	1	วัดได้สอดคล้อง
9	การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง	1	วัดได้สอดคล้อง
10	การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง	1	วัดได้สอดคล้อง
11	การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
12	การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง	1	วัดได้สอดคล้อง
13	การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง อัตราเร็วเชิงมุม	1	วัดได้สอดคล้อง
14	การเคลื่อนที่แบบวงกลม เรื่อง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง	1	วัดได้สอดคล้อง
15	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เรื่อง การกระจัด	0.67	วัดได้สอดคล้อง
16	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	0.67	วัดได้สอดคล้อง
17	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เรื่อง การกระจัด	1	วัดได้สอดคล้อง
18	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	1	วัดได้สอดคล้อง
19	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เรื่อง ความเร็วและความเร่งขณะหนึ่ง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
20	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	0.67	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 9 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.42	0.35
2	0.45	0.32
3	0.50	0.41
4	0.41	0.53
5	0.56	0.43
6	0.45	0.38
6	0.56	0.37
7	0.62	0.66
8	0.49	0.45
9	0.58	0.56
10	0.43	0.45
11	0.47	0.39
12	0.47	0.36
13	0.49	0.51
14	0.81	0.72
15	0.77	0.68
16	0.75	0.66
17	0..66	0.59
18	0.78	0.87
19	0.72	0.60
20	0.84	0.85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 แสดงดัชนีค่าความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาฟิสิกส์และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

ข้อที่	สถานการณ์เรื่อง	ค่า IOC	ความหมาย
1	ออกแบบน้ำตก	1	วัดได้สอดคล้อง
2	มาประดิษฐ์จักจั่นของเล่นกันเถอะ	1	วัดได้สอดคล้อง
3	เล่นเรื่อไวกิ้งให้สนุกที่สุด	0.67	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 11 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
1	0.49	0.85
2	0.58	0.56
3	0.81	0.71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 แบบประเมิน ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**			**ระดับคุณภาพที่ได้**	**หมายเหตุ**
	ดีมาก (3)	**พอใช้ (2)**	**ปรับปรุง (1)**		
1. ความครบถ้วนของข้อความรู้ที่จำเป็นในการประยุกต์กับสถานการณ์	ระบุถึงความรู้หรือหลักการที่สำคัญครบถ้วน	ระบุถึงความรู้หรือหลักการที่สำคัญครบถ้วนได้อย่างน้อยร้อยละ 50	ระบุถึงความรู้หรือหลักการที่สำคัญครบถ้วนได้น้อยกว่าร้อยละ 50		
2. การอธิบายรายละเอียดของข้อความรู้	อธิบายอธิบายรายละเอียดของข้อความรู้ได้ถูกต้องครบถ้วน	อธิบายอธิบายรายละเอียดของข้อความรู้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	อธิบายอธิบายรายละเอียดของข้อความรู้ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน		
3. การอธิบายการประยุกต์ความรู้กับสถานการณ์	การอธิบายการประยุกต์ความรู้กับสถานการณ์ได้ถูกต้องครบถ้วน	การอธิบายการประยุกต์ความรู้ไปกับสถานการณ์ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	การอธิบายการประยุกต์ความรู้ไปกับสถานการณ์ได้ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน		
รวม					

ภาคผนวก จ
ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ของกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลองและตัวอย่างภาพกิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียน ม.5/3 และ ม.5/4 (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\overline{X}$	S.D.	t
ม. 5/3	42	60.87	4.18	0.071
ม. 5/4	43	60.33	4.66	

*P<0.05

จากตารางแสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชัยยุทธ สุขวัจนี เกิดวันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2533 ภูมิลำเนาจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2555 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University