

ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนแบบสืบสอบแบบมีและไม่มีกำหนดแนวทางที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นางสาวจันทร์จิรา แก้วไทย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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 Graduate School.

EFFECTS OF VIRTUAL LABORATORY WITH GUIDED INQUIRY- BASED LEARNING UPON  
LEARNING ACHIEVEMENT IN PHYSICS OF TENTH GRADE STUDENTS

Miss Junjira Kaewkoy

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education Program in Audio-Visual Communications  
Department of Curriculum, Instructional, and Educational Technology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบ  
สอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย

นางสาวจันทร์จิรา แก้วโกย

สาขาวิชา

โสตทัศนศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

---

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชุดา รัตนเพียร)

จันทร์จิรา แก้วโกย : ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 EFFECTS OF VIRTUAL LABORATORY WITH GUIDED INQUIRY- BASED LEARNING UPON LEARNING ACHIEVEMENT IN PHYSICS OF TENTH GRADE STUDENTS อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.เนาวนิตย์ สงคราม, 182 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เว็บบการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที่ (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงและต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงและต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรการสอน และเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....  
 สาขาวิชา ..... โสตทัศนศึกษา ..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....  
 ปีการศึกษา ..... 2554 .....

##5183313627 : MAJOR AUDIO-VISUAL COMMUNICATIONS

KEYWORD : VIRTUAL LABORATORY / GUIDED INQUIRY- BASED LEARNING /

LEARNING ACHIEVEMENT IN PHYSICS

JUNJIRA KAEWKOY : EFFECTS OF VIRTUAL LABORATORY WITH GUIDED INQUIRY- BASED LEARNING UPON LEARNING ACHIEVEMENT IN PHYSICS OF TENTH GRADE STUDENTS .

ADVISOR : ASSP. NAOWANIT SONGKRAM ,Ph.D., 182 pp.

The purpose of the research study was to study the effects of virtual laboratory with guided inquiry –based learning upon learning achievement in physics of tenth grade students.

The samples of the study were assigned into one experimental groups with 60 students in group. The group studied a virtual laboratory with guided inquiry-based learning. The research instruments were virtual laboratory with guided inquiry-based learning, an learning achievement in physics test. The data were analyzed using arithmetic mean, standard deviation, using t-test dependent and t-test independent of Variance.

The research results were as follows:

1. The high and low physics learning achievement students studied a virtual laboratory guided inquiry-based learning had higher learning achievement in physics scores at .05 level of significance.

2. The high and low physics learning achievement students studied a a virtual laboratory guided inquiry-based learning had statistically significant not difference at .05 level of learning achievement in physics

Department : Curriculum, Instruction and Education Technology Student's Signature .....

Field of Study : Audio-Visual communication..... Advisor's Signature .....

Academic year 2011.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จากการให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยทุกครั้งที่ประสบปัญหาในการทำวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.วิชุดา รัตนเพียร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิด คำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ และสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ท่านกรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ตรวจแก้ไข และให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถาม ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณะครูโรงเรียนอรัญประเทศ อาจารย์กลุ่ม สาระวิทยาศาสตร์ และเพื่อนครูทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการทดลองเครื่องมือในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณาจารย์ในสาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากรทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และประสบการณ์ที่มีค่าแก่ผู้วิจัย

ขอบคุณเพื่อนๆ AV 51 ทุกคน และพี่น้องชาวโสตทัศนศึกษาทุกคนที่ให้อกำลังใจ การช่วยเหลือ และคำแนะนำตลอดการทำวิจัยในครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และบุคคลภายในครอบครัวที่มีส่วนในการช่วยเหลือสนับสนุนทั้งกำลังกาย กำลังใจ และกำลังทรัพย์แก่ผู้วิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
 <b>บทที่</b>	
<b>1. บทนำ</b> .....	<b>1</b>
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	8
สมมติฐานการวิจัย.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	12
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	13
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	14
<b>2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>15</b>
1) การเรียนแบบสืบสอบ.....	16
1.1) ความหมายของการเรียนแบบสืบสอบ.....	16
1.2) ขั้นตอนของการเรียนแบบสืบสอบ.....	18
1.3) ประเภทของการเรียนแบบสืบสอบ.....	22
1.4) บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการเรียนแบบสืบสอบ.....	25
1.5) ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	28
2) ห้องทดลองเสมือน.....	31
2.1) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน.....	31
2.2) ความหมายของห้องทดลองเสมือน.....	32
2.3) องค์ประกอบของห้องทดลองเสมือน.....	32
2.4) ขั้นตอนของการเรียนในห้องทดลองเสมือน.....	36
2.5) หลักการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ.....	39

บทที่	หน้า
3) แนวคิดเกี่ยวกับระดับความสามารถทางการเรียน (Learning Performance).....	43
3.1) ความหมายความหมาย และลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง.....	43
3.2) ลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ.....	44
<b>3. วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>46</b>
1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	46
2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
3) การสร้างเครื่องมือวิจัย.....	48
3.1) ส่วนที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	48
3.2) ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน.....	52
4) วิธีดำเนินการทดลอง.....	54
5) การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	54
6) การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
<b>4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>57</b>
1) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ของกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง (t-test Dependent).....	57
2) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ของกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ (t-test Dependent) .....	58
<b>5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>60</b>
สรุปผลการวิจัย.....	60
อภิปรายผลการวิจัย.....	61
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้.....	79
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	69
รายการอ้างอิง.....	71
ภาคผนวก.....	71



บทที่	หน้า
ภาคผนวก ก. รายงานผู้เชี่ยวชาญ.....	72
ภาคผนวก ข. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	75
ภาคผนวก ค. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	91
ภาคผนวก ง. แบบประเมินที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	126
ภาคผนวก จ. ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	148
ภาคผนวก ฉ. ตารางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	162
ภาคผนวก ช. ตัวอย่างหน้าจอ ตัวอย่างกระดานอภิปราย และภาพบรรยากาศการเรียนการสอน.....	166
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	182

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความจำเป็นและเพิ่มความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเอื้ออำนวยในด้านชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีของสภายและอายุยืนนานขึ้น ประเทศใดก็ตามจะพัฒนาไปเป็นประเทศมหาอำนาจจะต้องมีจิตวิทยาอันทันสมัย หมายความว่ามีการคิดแบบมีเหตุมีผล ไม่หลงมกมายไม่เชื่ออะไที่เกิดจากศรัทธาแต่อย่างใดเลย นั่นคือ "มีจิตวิทยาศาสตร์" (ลิขิต ธีรเวคิน, 2535) วิทยาศาสตร์สร้างคนให้มีมานะอดทน เป็นคนไม่หลงมกมาย เป็นคนมีเหตุผล เป็นคนที่ไม่ถูกชักจูงไปในทางเสื่อมทราม ได้ง่ายๆ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังช่วยให้สมาชิกในสังคม ตระหนักถึงความสำคัญของการทำงานเป็นระบบเป็นทีมหรือเป็นหมู่คณะ ตระหนักถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสังคม ส่วนรวมจากพฤติกรรม หรือการกระทำของสมาชิกแม้เพียงคนเดียวหรือกลุ่มหนึ่งจากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อสร้างคนให้มีเหตุผล มีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น เมื่อมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ความเชื่อ มกมาย ความเชื่อ ในโชคกลาง ชะตารา ศี ดวง และเรื่องพรหมลิขิตจะจางหายไป ความลุ่มหลงในการพนันหวังรวย ทางลัดและการวิเคราะห์สภาพการณ์หรือปัญหาในชีวิตประจำวันก็จะอยู่ในแนวของเหตุและผล ตามหลักตรรกวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตยเป็นสังคมที่เราทุกคนต้องการเป็นสังคมที่นำมาซึ่งความมีสิทธิ เสรีภาพ อย่างมีเหตุมีผล (ชัยวัฒน์ คุประตกุล, 2528) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันถือได้ว่ามีบทบาทที่สำคัญในการพัฒนาประเทศในหลายๆ ด้าน ทั้งในภาครัฐและบริษัทเอกชน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและมีคุณภาพ เพื่อสร้างความแข็งแกร่งให้แก่ ส่วนราชการ สถาบันการศึกษาของไทยและภาคอุตสาหกรรมที่จะต้องใช้เทคโนโลยี ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยในอนาคต

วิชาฟิสิกส์ (Physics) เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรา การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ทำได้โดยการสังเกต การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและความรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ใหม่เพิ่มเติมและพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ได้ ดังที่ Constant กล่าวไว้ว่าวิชาฟิสิกส์

เป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีรวมทั้งเป็นวิชาที่ใช้ตรรกศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีต่างๆ ได้แก่คอมพิวเตอร์ รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าด้านต่างๆ ตลอดจนอาวุธยุทโธปกรณ์ทางทหาร (Constant, 1967) แสดงว่า วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากในการพัฒนาเทคโนโลยี อันนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมต่อไป นับตั้งแต่การใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2503 จะพบว่า การสอนฟิสิกส์จะเน้นไปทางด้านเนื้อหาวิชาเป็นหลัก โดยมีวิชาหลักคือ วิชากลศาสตร์ (แยกเป็นภาค Hydrostatic ภาค Static และภาค Dynamic) และให้ตำราที่ค่อนข้าง Classic มากที่แต่งหรือเรียบเรียงโดย อาจารย์อาวุโสทางวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้น ซึ่งได้รับการอนุมัติเป็นตำราเรียนได้ โดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่ ก็ใช้ตำราเหล่านั้นในการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังมีวิชาเลือกเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ในการสอบเข้ามหาวิทยาลัยได้ โดยมีวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า ความร้อน แสง เสียง และโรงเรียนใดที่มีความพร้อมทางด้านห้องปฏิบัติการ ก็จะมีสอนเพิ่มเติมในส่วนของปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ ที่แยกออกมาจากการเรียนการสอนทางทฤษฎี เมื่อมีการปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และเริ่มใช้ในการเรียนการสอนในปี พ.ศ. 2519 ซึ่งเป็นที่มาของวิชาฟิสิกส์ โดยมีการเรียนการสอนครอบคลุมเนื้อหาวิชามากยิ่งขึ้น และได้มีการปรับหลักสูตรฟิสิกส์โดย สสวท. อีกหลายครั้ง จนกระทั่งมาในยุคปฏิรูปการศึกษา และใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ในส่วนของวิชาฟิสิกส์จัดอยู่ในสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ และสาระที่ 5 : พลังงาน มีข้อที่น่าสังเกตสำคัญ ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ก็คือการเรียนการสอน ที่บูรณาการการเรียนรู้ ทั้งในภาคทฤษฎีและปฏิบัติเข้าไปด้วยกัน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการสืบสอบหรือสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry หรือ Enquiry) ไม่ว่าจะหลักสูตรการศึกษาของชาติ จะเปลี่ยนไปอย่างไรก็ตาม ในส่วนของการเรียนรู้ฟิสิกส์หรือวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ก็ยังเน้นไปยังกระบวนการคิด (brain-on) การปฏิบัติ (hands-on) และทางด้านจิตใจ (minds-on) เพื่อให้ นักเรียนเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนให้มากและเกิดการพัฒนาศักยภาพอย่างเหมาะสม (ศิลาชัย บูรณพาศิษ, 2551) จากผลการแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระดับนานาชาติของนักเรียนไทยที่ผ่านมา แสดงให้เห็นความสามารถของนักเรียนไทยในวิชาฟิสิกส์ค่อนข้างอ่อนเมื่อเทียบกับชาติอื่นๆ โดยเฉพาะวิชาปฏิบัติการ สาเหตุของปัญหานี้เนื่องมาจากนักเรียนได้รับประสบการณ์การทำปฏิบัติการฟิสิกส์จากโรงเรียนน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีเวลาเรียนไม่พอที่จะจัดให้มีภาคปฏิบัติได้ โรงเรียนอาจมีเครื่องมือไม่พอเพราะเครื่องมือราคาแพงหรือมีแต่เครื่องมือไม่ทำงาน นอกจากนั้นโดยทั่วไปจำนวนอาจารย์มีจำนวนไม่พอที่จะ

ดูแลนักเรียนให้ทั่วถึงในห้องปฏิบัติการ จึงทำให้นักเรียนขาดทักษะ ความคุ้นเคยกับเครื่องมือ ขาดความสามารถในการออกแบบ วิเคราะห์ และแก้ปัญหา ซึ่งต่างก็เป็นปัจจัยสำคัญในการ เรียนรู้ฟิสิกส์ (โครงการพัฒนาการเรียนการสอน physics cyber Lab ในโครงการเทคโนโลยี สารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี 2545) ปัจจุบัน โลกดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้กำลัง ก้าวเข้าสู่การเรียนรู้ผ่านเครือข่ายที่เป็นรูปแบบ 3 มิติ มาก ยิ่งขึ้น มีการสร้างวัตถุจำลอง สถานที่ สถานการณ์จำลองเลียนแบบของจริงโดยใช้ “เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือน” เพื่อลดปัญหาความยุ่งยากในการจัดหาสื่อ (Bernie,1996) จึงมีนักการศึกษา และนักวิจัยจำนวนมาก ให้ความสนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริง เสมือนจำนวนมากเพื่อประโยชน์ทางการศึกษาโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะได้มีการทำ วิจัยอยู่บ่อยครั้งพบว่ายังมีปัญหาในการจัดหาสื่อจริงอยู่มาก ดังนั้นความเป็นจริงเสมือนจึงเป็น อีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) หรือวีอาร์ (VR) เป็นกลุ่มเทคโนโลยี ซึ่งโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ภายใน สิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์ความเป็นจริงเสมือนได้รับอิทธิพลมาจาก แนวความคิดง่ายๆ แต่มีอำนาจมากเกี่ยวกับการที่จะเสนอสารสนเทศอย่างไรให้ดีที่สุด นั่นคือถ้า ผู้ออกแบบสามารถ ให้ประสาทสัมผัสของมนุษย์มีความค่อยเป็นค่อยไปในปฏิสัมพันธ์กับโลก ทางกายภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ล้อมรอบตัวเราแล้ว มนุษย์จะสามารถรับและเข้าใจสารสนเทศได้ ง่ายยิ่งขึ้น ถ้าสารสนเทศนั้นกระตุ้นการรับรู้สัมผัสของผู้รับ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน สามารถเลียนแบบการรับรู้สัมผัสของโลกทางกายภาพได้โดยสร้างการรับรู้หลายทางในสิ่งแวดล้อม 3 มิติ ขึ้นมา ความเป็นจริงเสมือนได้สร้างเนื้อหาสาระของสิ่งที่แสดงให้เห็นโดยการรับรู้ซึ่งเป็นผลลัพธ์ ของคอมพิวเตอร์ เพื่อตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวทางกายภาพของผู้ใช้ที่สืบหาด้วยเครื่องรับรู้ ของคอมพิวเตอร์ รูปแบบของความเป็นจริงเสมือน แบ่งตามวิธีการใช้และหลักการทางงานออกได้ เป็น 3 รูปแบบ คือ แบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ แบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งรับสัมผัส และแบบ เสมือนผ่านจอภาพ (Kalawsky,1996) ความเป็นจริงเสมือนแบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (fully-immersive VR) ผู้ใช้จะรับข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างเต็มรูปแบบโดยใช้ อุปกรณ์ คอมพิวเตอร์เสริมพิเศษและต้องสวมใส่อุปกรณ์ เช่น จอสวมศีรษะ ถุงมือรับรู้ และใช้ ร่วมกับ ซอฟต์แวร์ ส่วนความเป็นจริงเสมือนแบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งสัมผัส (semi-immersive VR) มีหลักการงานคล้ายกับประเภทรับสัมผัสเต็มรูปแบบแต่มีการพัฒนาระบบ จอภาพให้มี ขนาดใหญ่และมุมกว้างให้ได้ภาพที่มีคุณภาพสูงมีรูปทรงสี่เหลี่ยม และความคมชัดตรงกับ ความเป็นจริงเพื่อให้ผู้มีความรู้สึกสมจริง ชัดกว่าจอสวมศีรษะ หากต้องการได้ภาพคุณภาพ สูงสุดจะต้อง

ใช้ระบบฉายภาพแบบหลายทิศทางซึ่งมีราคาแพง อุปกรณ์แสดงผลหลัก ได้แก่ จอภาพ มอนิเตอร์ขนาดใหญ่ ระบบจอภาพขนาดใหญ่ แวนตามองภาพ 3 มิติ อุปกรณ์ในส่วน ข้อมูลนำเข้า ได้แก่ แท่งควบคุม (joystick) และอุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อม 3 มิติ และแบบที่ 3 คือความเป็นจริงเสมือนแบบผ่านจอภาพ (non-immersive VR หรือ desktop VR) หรืออาจเรียกว่า “ความเป็นจริงประดิษฐ์” ใช้ประสาทสัมผัสทางตาดูภาพผ่านมอนิเตอร์ ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือเพื่อบังคับอุปกรณ์ เช่น คีย์บอร์ด เมาส์ ลูกกลมควบคุม (trackball) เพื่อเปลี่ยนมุมมองของภาพ 3 มิติที่สร้างด้วยซอฟต์แวร์ VRML (Virtual Reality Modeling Language) (กิดานันท์ มลิทอง ,2548)

ห้องทดลองเสมือนหรือ แล็บเสมือนจริง (Virtual Laboratory) เป็นคอร์สแวร์ประเภทหนึ่งซึ่งเป็นการนำเสนอการจำลอง บนหน้าจอภาพ (On-Screen Simulator) ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้แล็บเสมือนจริงในการทดสอบ สมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง ,2545) ทำให้ผู้เรียนไม่เสี่ยงกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริงหรือสถานการณ์จริงที่มีค่า ใช้จ่ายสูงและเป็นการช่วยเตรียมความพร้อมก่อนการทดลองในการทดลองจริงในห้องปฏิบัติการจริงอย่างมีประสิทธิภาพ ห้องปฏิบัติการเสมือนอาจอยู่ในรูปของการจำลองห้องปฏิบัติการ จริงบนหน้าจออย่างง่าย ๆ จะอนุญาตให้ผู้เรียนควบคุมการทดลองได้ และเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ ให้คล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการจริงมากขึ้น ในบางกรณีอาจใช้แทนห้องปฏิบัติการจริงเพราะการ ลงทุนในห้องปฏิบัติการเสมือนครั้งเดียวก็สามารถใช้ได้อีกนาน นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการเสมือน ยังสามารถออกแบบสำหรับเนื้อหาที่เป็นนามธรรม หรือที่ไม่สามารถทดลองในชีวิตจริงได้ เช่น การสลักกลุ่มดาว การปรับตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อเศรษฐกิจโลก เป็นต้น ในที่สุดห้องปฏิบัติการ เสมือนยังช่วยชี้แนะผู้เรียนให้ค้นพบหลักการต่างๆ สำหรับตัวเอง ซึ่งส่งผลต่อความสามารถใน การเรียนรู้ของผู้เรียน (เกษม แสงนันท , ประสงค์ ปรภาณีตพลกรัง ,2546) เทคโนโลยีเครือข่าย และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ถูกพัฒนาให้มีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้นในปัจจุบัน และเมื่อ ประกอบกับการขยายตัวของอินเทอร์เน็ตจึงมีผลกระทบต่อรูปแบบการจัดการศึกษาให้สามารถเปลี่ยนเป็นการเรียนการสอนบนเว็บ (Web - based Instruction) ซึ่งการเรียนในลักษณะนี้จะมี ความยืดหยุ่นทางด้านเวลาโดยผู้เรียนสามารถเข้ามาเรียนในเวลาใดก็ได้ อีกทั้งไม่มีข้อจำกัดทางด้านระยะทาง แต่สิ่งที่ถือว่าเป็นอุปสรรคและความท้าทายอย่างหนึ่งของการจัดการเรียน การสอนบนเว็บโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ นั่นคือ ผู้เรียนไม่สามารถฝึกปฏิบัติทำการทดลองในเนื้อหาส่วนที่ต้องทำในห้องปฏิบัติการได้ ซึ่งปัญหานี้ถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญยิ่งแต่

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีประกอบกับความ สามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มี ประสิทธิภาพในปัจจุบัน จึงสามารถพัฒนาให้มีการสร้าง ห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory) บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้เรียน สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งฝึกปฏิบัติทำการทดลองด้านวิทยาศาสตร์ภายใน ห้องปฏิบัติจริงได้ โดยไม่มีข้อจำกัด ทางด้านระยะเวลา และสถานที่ (คีนสนีย์ สังสรรค์อนันต์, ณรงค์ สมพงษ์, 2546) ที่สามารถ ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชา ฟิสิกส์ ซึ่งเป็นวิชาที่ทำความเข้าใจยากเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์อื่นๆ กฎเกณฑ์ต่างๆ มีลักษณะเป็นนามธรรม และมักแสดงในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ (French, 1998) หากเรียนผ่านห้องทดลองเสมือน จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็วชัดเจนกว้างขวาง ยิ่งขึ้นและเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น

ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ ก็คือการ เรียนการสอน ที่บูรณาการการเรียนรู้ ทั้งในภาคทฤษฎีและปฏิบัติเข้าไปด้วยกันด้วยกระบวนการ สืบสอบหรือสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry หรือ Enquiry) การเรียนการสอนแบบสืบสอบ เป็นการ จัดการเรียนการสอนเพื่อค้นพบ หาข้อเท็จจริง มุ่งส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาโดยใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางสมองใน การอ้างอิงเหตุผลอย่างมั่นใจเพื่อตรวจสอบและพิจารณาอย่างถี่ถ้วน เพื่อพัฒนาความสามารถใน การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเป็นคนที่มีวิเคราะห์และ ตัดสินใจคุณค่าของสิ่งต่างๆบนพื้นฐานของหลักการเหตุผล เป็นทักษะที่ใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน และเป็นวิถีทางที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางที่มีประสิทธิภาพ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531; วีรยุทธ วิเชียรโชติ, 2538; แรมสมร อยู่สถาป, 2538; Beyer, 1971) และกระบวนการสืบ สอบยังเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เป็น การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้เรียน จะต้องแสวงหาคำตอบเพื่ออธิบายความเป็นไปของสิ่งต่างๆอย่างเป็นขั้นตอน ปลูกฝังให้ผู้เรียน รู้จักใช้ความคิด เสาะแสวงหาความรู้หรือ ข้อมูลได้ (จุลดา จุลเสวก, 2549) ในการเรียนการ สอนแบบสืบสอบนั้นสามารถจำแนกประเภท ได้ 2 ประเภท ดังนี้ คือ 1) การสืบสอบแบบมีการ กำหนดแนวทางการสืบสอบ (Guided Inquiry) เป็นการสืบสอบที่ผู้สอนต้องวางแผนและเตรียม ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สืบสอบ ให้ผู้เรียนสังเกตจัดกระทำ และใช้อ้างอิงเป็นคำตอบ ผู้สอนมีบทบาทในการนำให้ผู้เรียนดำเนินการ สืบสอบตามแนวทาง โดยผู้สอนใช้คำถามนำ จัดเตรียมอุปกรณ์ที่จะต้องทำตามแนวทางนั้นให้ ผู้เรียน และผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ แลกเปลี่ยนข้อสรุปกันโดยให้แสดงการอ้างอิงให้เพื่อนๆ รับรู้ด้วย 2) การสืบสอบแบบไม่มีการ

กำหนดแนวทางการสืบสอบ (Unguided Inquiry) การสืบสอบประเภทนี้ผู้สอนมีบทบาทลดลง เมื่อเทียบกับแบบแรก เมื่อผู้สอนเสนอปัญหาแล้ว เปิดโอกาสให้ผู้เรียน หาแนวทางและ ดำเนินการสืบสอบวิธีต่างๆ เอง แต่ผู้สอนต้องคอยตรวจสอบความถูกต้องในการ อ้างอิงหรืออ้าง เหตุผลของผู้เรียนถ้าผู้เรียนอ้างอิงผิด ผู้สอนต้องชี้ให้ผู้เรียนเห็นจุดที่ผิดหลักเหตุผล ถ้าผู้เรียนไม่ได้ อ้างเหตุผลผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนอ้าง เพื่อยืนยันและผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนในชั้นได้ แลกเปลี่ยนข้อสรุปกันโดยการแสดงการอ้างอิงให้เพื่อนๆ รับรู้ด้วย (Sun and Trowbridge, 1973; ภัชญา ไม้สา, 2539 อ้างถึงใน สุจิตรา เขียวศรี, 2550) ในปัจจุบันเอกสารต่างๆที่เกี่ยวกับการ ปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์มักเน้นความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่เน้น ความสำคัญของการจัดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสืบสอบ แบบกำหนดแนวทางด้วยตนเอง อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ ตาม ผู้เรียนมีแนวโน้มว่าต้องการประสบการณ์จากการฝึกปฏิบัติโดยมีการกำหนดแนวทางการสืบ สอบก่อนที่จะสามารถทำกิจกรรมที่มีความเป็นอิสระ ในการสืบสอบมากขึ้น (สุจิตรา เขียวศรี, 2550) และหากนำการเรียนการสอนแบบสืบสอบมาใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการ เรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการแสวงหาความจริงอาศัยการตั้งคำถามในการสังเกต วิเคราะห์ปัญหาในการ อธิบายปัญหา พิสูจน์ทฤษฎีโดยการตั้ง สมมติฐาน ตลอดจนการทดลองสมมติฐานและการนำ กฎเกณฑ์ที่ค้นพบนั้นไปใช้ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, 2538)

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการออกแบบห้องทดลองเสมือน ในการเรียน แบบสืบสอบที่มีการ กำหนดแนวทาง (Guided Inquiry Virtual Laboratory) โดยจะจัดการเรียนสอนผ่านเว็บเพื่อเป็น การเผยแพร่กิจกรรมบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลา และสถานที่ ตลอดจนสามารถช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลน อุปกรณ์เครื่องมือการทดลอง ผู้สอนที่เชี่ยวชาญ และอันตรายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง งานวิจัยนี้ผู้วิจัยมุ่งที่จะศึกษา การทดลองใช้ ห้องทดลองเสมือน ในการเรียน แบบสืบสอบ ที่มีการกำหนดแนวทาง กับผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนแตกต่างกัน 2 ระดับคือ สูง และ ต่ำ ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนวิชา ฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงาน ตามหลักสูตรฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

### คำถามการวิจัย

การเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง จะส่งผล ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ แตกต่างกัน หรือไม่

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงและต่ำ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการเรียนโดยใช้ ทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบแบบที่มีการกำหนดแนวทาง ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงและต่ำ

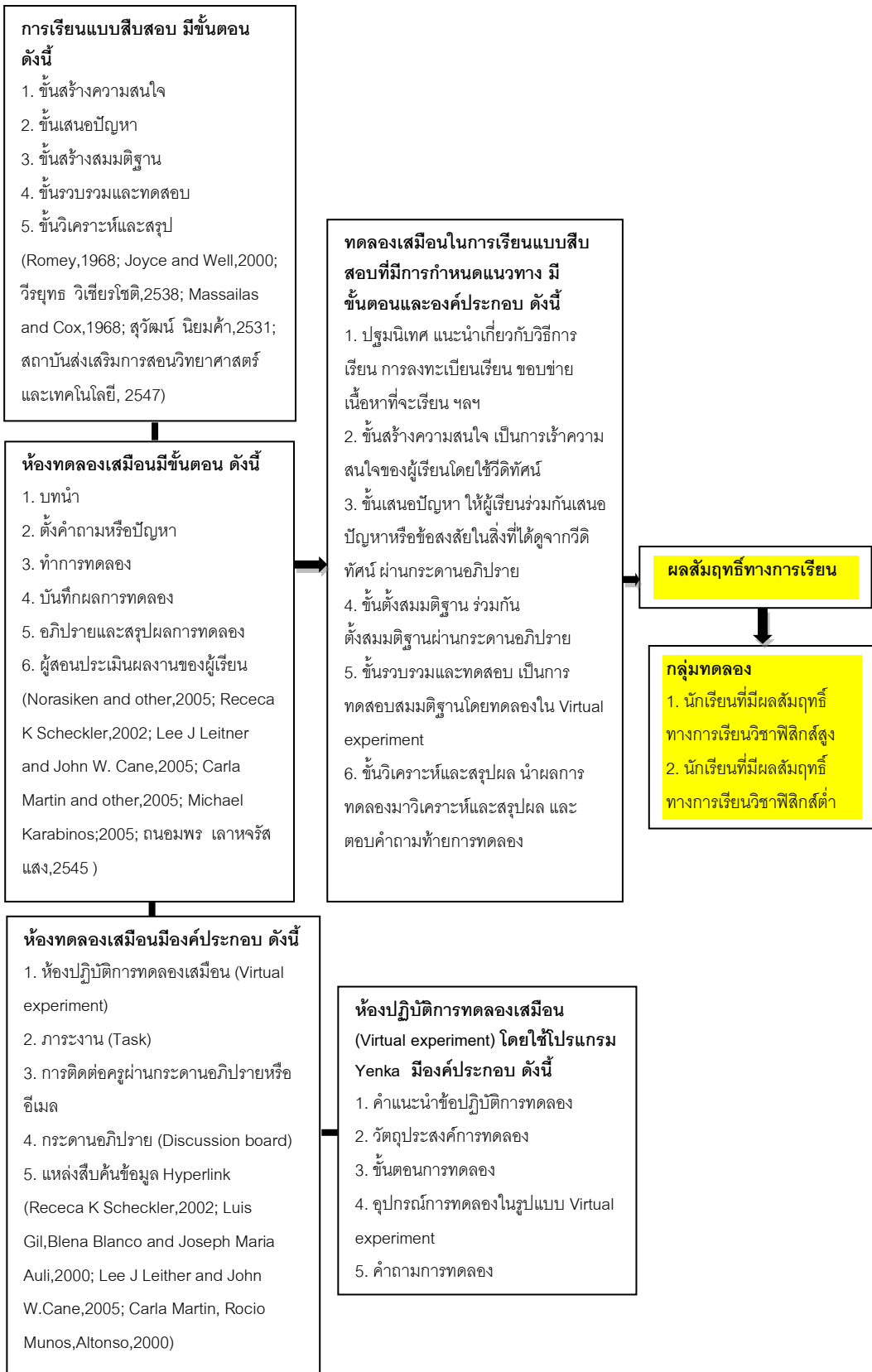
### สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงและต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงและต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



## กรอบแนวคิด



## คำอธิบายกรอบแนวคิด

1. การเรียนแบบสืบสอบ หมายถึง การเรียนการสอนที่มีวิธีการเพื่อค้นพบหาข้อเท็จจริง มุ่งส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาหรือคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียน ต้องการค้นหาคำตอบ โดยใช้กระบวนการทางสมองในการอ้างเหตุผลอย่างมั่นใจ เพื่อตรวจสอบ และพิจารณาอย่างถี่ถ้วน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเป็นคนที่วิเคราะห์และตัดสินใจคุณค่าของสิ่งต่างๆบนพื้นฐานของหลักการ เหตุผล เป็นทักษะที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และเป็นวิถีทางที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทาง ที่มีประสิทธิภาพ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

2) **ขั้นเสนอปัญหา** เป็นขั้นที่นักเรียนได้เห็นหรือเริ่มรับรู้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการอ่านข้อความหรือสังเกตสถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยให้นักเรียนซักถาม เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ แล้วสรุปความจากการซักถาม เพื่อให้ได้ประเด็นหลักอันจะนำไปสู่การหาคำตอบจากการแสวงหาข้อมูลอย่างมีระบบต่อไป

3) **ขั้นตั้งสมมติฐาน** เป็นการกำหนดแนวทางที่นักเรียนจะมุ่งแสวงหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง โดยการพิจารณาเรื่องราวที่อยู่เกี่ยวกับปัญหาที่นักเรียนได้วิเคราะห์ในขั้นที่ 1 แล้วสรุปคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้ ซึ่งจะต้องหาหลักฐานมาพิสูจน์หรือทดสอบ

4) **ขั้นรวบรวมและทดสอบ** เป็นขั้นที่นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนและพิสูจน์สมมติฐานที่ได้กำหนดไว้ด้วยตนเอง

5) **ขั้นวิเคราะห์และสรุป** เป็นขั้นของการเลือกสรรและจัดประเภทข้อมูลเพื่อพิจารณาความถูกต้อง และนักเรียนสรุปคำตอบของประเด็นปัญหาจากหลักฐานที่ค้นคว้ามาได้ทั้งหมด

2. ห้องทดลองเสมือน (Virtual Laboratory) หมายถึง คอร์สแวร์ประเภทหนึ่งที่สามารถ

นำเสนอการจำลองบนหน้าจอภาพ (On-Screen Simulator) ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดลอง สมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบทำให้ผู้เรียนไม่เสี่ยงกับอันตรายที่อาจ เกิดขึ้นจากการทดลองจริง หรือสถานการณ์จริงที่มีค่าใช้จ่ายสูง และเป็นการเตรียมความพร้อม ก่อนการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงบนหน้าจออย่างง่าย ๆ จะอนุญาตให้ผู้เรียนควบคุมการ ทดลองได้ และเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ ให้คล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการจริงมากขึ้น นอกจากนี้ ห้องปฏิบัติการเสมือนยังสามารถออกแบบสำหรับเนื้อหาที่เป็นนามธรรม หรือไม่สามารถทดลอง ในชีวิตจริงได้ เช่น การสลักกลุ่มดาว การปรับตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อเศรษฐกิจของโลก เป็นต้น ในที่สุดห้องปฏิบัติการเสมือนยังช่วยชี้แนะผู้เรียนให้ค้นพบหลักการ ต่างๆ สำหรับตัวเอง ซึ่งส่งผล ต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน ลักษณะสำคัญของห้องปฏิบัติการเสมือนคือ มีองค์ประกอบ เหมือนห้องเรียนบนเว็บทั่วไปแต่มีความแตกต่างกันคือ มี ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน (Virtual Experiment) ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของห้องทดลองเสมือน

ห้องทดลองเสมือน มีองค์ประกอบดังนี้

- 1) Webpage แสดงส่วนของบทนำหรืออาจใช้ User Guide ที่มีการ อธิบายถึงระบบ อุปกรณ์ขอข่ายการทดลอง ระยะเวลา คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือ สัญลักษณ์ตัวแปรต่างๆ ตลอดจนเนื้อหาวิชาที่ต้องมีการทำการทดลองเพื่อหาคำตอบ อาจมีการ เรียงลำดับเนื้อหาความยากง่าย
- 2) Discussion Forum หรือ Discussion Board หรือ Web board หรือ กระดานอภิปราย เป็นส่วนที่ใช้สำหรับให้ผู้เรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น หรืออภิปรายก่อน และหลังทำการทดลอง
- 3) Virtual Experiment ห้องปฏิบัติการ ทดลองเสมือน สำหรับทำการ ทดลอง โดยมีอุปกรณ์และเครื่องมือการทดลองเตรียมไว้สำหรับทดสอบสมมติฐาน โดยอาจ แบ่งเป็นส่วนๆ ได้แก่ ส่วนเตรียมตัวก่อนทดลอง หรือเป็นคำชี้แจงข้อปฏิบัติการ วัตถุประสงค์การ ทดลอง ส่วนเตรียมอุปกรณ์ หรือแนะนำเครื่องมือในการทดลอง วิธีการใช้งานของอุปกรณ์ให้ ห้องปฏิบัติการ และส่วนทดลอง ซึ่งจะประกอบไปด้วยเครื่องมือต่างๆที่จำเป็นสำหรับเนื้อหาที่ได้ กำหนดไว้
- 4) Hyperlink เป็นส่วนที่ลิงค์ไปยังกรณีตัวอย่าง ซึ่งมีการกำหนดให้ ศึกษาตามลำดับเรื่องที่กำหนด ด หรือแหล่งความรู้เพิ่มเติมที่ผู้สอนกำหนด
- 5) Video Clips ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งในห้องทดลองเสมือน ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงภาพรวมของเนื้อหาและขั้นตอนการทดลอง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่ช่วยสร้างความสนใจก่อนเริ่มศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติการทดลอง

6) Online Help ระบบให้ความช่วยเหลือออนไลน์ เป็นสิ่งที่มีไว้สำหรับให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในทันที ซึ่งระบบช่วยเหลือออนไลน์ คือ E-mail และ Web board จะเป็นส่วนที่จัดไว้ในรูปแบบที่พร้อมให้ความช่วยเหลือทันที รวมทั้งในระหว่างการทำกาทดลอง หากผู้เรียนปฏิบัติไม่ถูกขั้นตอน ในระบบจะ กำหนดพื้นที่ที่ผู้เรียนสามารถขอความช่วยเหลือจากผู้สอน และผู้สอนจะทราบทันทีเมื่อผู้เรียนร้องขอความช่วยเหลือ

4. ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง (Guided Inquiry Virtual Laboratory) เป็นห้องเรียนบนเว็บที่ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนสำหรับให้ผู้เรียนได้พิสูจน์ข้อสงสัยหรือปัญหาหรือสมมติฐานที่ตนตั้งขึ้น โดยผู้สอนมีการวางแผนและเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สืบสอบ ให้ผู้เรียนสังเกตจัดกระทำ และใช้อ้างอิงเป็นคำตอบ ผู้สอนมีบทบาทในการนำให้ผู้เรียนดำเนินการสืบสอบตามแนวทาง โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามหรือปัญหาขึ้นด้วยตนเองหรือช่วยเหลือกันในกลุ่ม ผู้สอนจัดเตรียมอุปกรณ์ที่จะต้องทำตามแนวทางที่กำหนด และผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหาข้อสรุปร่วมกัน โดยให้แสดงการอ้างอิงให้เพื่อน ๆ รับรู้ด้วย

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว จำนวน 60 คน เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

**ตัวแปรอิสระ**

ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง

**ตัวแปรตาม**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง (Guided Inquiry Virtual Laboratory) เป็นห้องเรียนบนเว็บที่เป็นการสืบสอบที่มีห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน (Virtual Experiment) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยผู้สอนวางแผนและเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะสืบสอบ ให้ผู้เรียนสังเกตจัดกระทำ และใช้อ้างอิงเป็นคำตอบ ผู้สอนมีบทบาทในการนำให้ผู้เรียนดำเนินการสืบสอบตามแนวทาง โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้คำถามหรือปัญหาที่ผู้เรียนตั้งขึ้น และทำการสืบสอบตามแนวทางที่ผู้สอนจะเป็นผู้จัดเตรียมอุปกรณ์หรือห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน (Virtual Experiment) ที่จะใช้พิสูจน์สมมติฐานหรือหาคำตอบด้วยตัวของผู้เรียนเองและผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหข้อสรุปร่วมกัน

การเรียนแบบสืบสอบ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อค้นพบหาข้อเท็จจริง มุ่งส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นทักษะที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และเป็นวิถีทางที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางที่มีประสิทธิภาพ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจาก ความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมา จากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2) ขั้นเสนอปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนได้เห็นหรือเริ่มรับรู้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการอ่านข้อความหรือสังเกตสถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยให้นักเรียนซักถาม เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ แล้วสรุปความจากการซักถาม เพื่อให้ได้ประเด็นหลักอันจะนำไปสู่การหาคำตอบจากการแสวงหาข้อมูลอย่างมีระบบต่อไป

3) ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการกำหนดแนวทางที่นักเรียนจะมุ่งแสวงหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง โดยการพิจารณาเรื่องราวที่อยู่เกี่ยวกับปัญหา แล้วสรุปคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้ ซึ่งจะต้องหาหลักฐานมาพิสูจน์หรือทดสอบ

4) ขั้นรวบรวมและทดสอบ เป็นขั้นที่นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนและพิสูจน์สมมติฐานที่ได้กำหนดไว้ด้วยตนเอง

5) ขั้นวิเคราะห์และสรุป เป็นขั้นของการเลือกสรรและจัดประเภทข้อมูลเพื่อพิจารณาความถูกต้อง และนักเรียนสรุปคำตอบของประเด็นปัญหาจากหลักฐานที่ค้นคว้ามาได้ทั้งหมด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนจากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทั้งก่อนและหลังเรียน

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยแบ่งตามระดับคะแนนผลการเรียนเฉลี่ยสะสมเฉพาะวิชา ฟิสิกส์ โดยใช้เกณฑ์การแบ่งด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ดังนี้

- นักเรียนที่มีคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ 71-100 เป็นนักเรียนกลุ่มสูง
- นักเรียนที่มีคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ 1-30 เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการและเครื่องมือในการ จัดการเรียนการสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน
2. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลาที่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้
3. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนแบบสืบสอบแบบมีและแบบไม่มีการกำหนดแนวทางที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำเสนอตามลำดับดังนี้

#### 1. การเรียนแบบสืบสอบ

- 1.1 ความหมายของการเรียนแบบสืบสอบ
- 1.2 ขั้นตอนของการเรียนแบบสืบสอบ
- 1.3 รูปแบบของการเรียนแบบสืบสอบ
- 1.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการเรียนแบบสืบสอบ
- 1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนแบบสืบสอบ

#### 2. ห้องทดลองเสมือน

- 2.1 ความหมายของห้องทดลองเสมือน
- 2.2 องค์ประกอบของห้องทดลองเสมือน
- 2.3 ขั้นตอนของการเรียนในห้องทดลองเสมือน
- 2.4 หลักการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

#### 3. แนวคิดเกี่ยวกับระดับความสามารถทางการเรียน (Learning Performance)

- 3.1 ความหมาย และลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง
- 3.2 ลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ

## 1. การเรียนแบบสืบสอบ

แนวทางการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มีสาระสำคัญ คือ ต้องจัดการศึกษาให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการสร้างประสบการณ์และสิ่งต่างๆให้มีความหมายต่อตนเองจากปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยใช้กระบวนการคิด และแสวงหาความรู้ควบคู่ไปกับการปฏิบัติจริง ให้ผู้เรียนค้นพบข้อความรู้และประสบการณ์ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดโอกาสจัดบรรยากาศ สิ่งแวดล้อมและแหล่งวิทยาการให้เอื้อต่อการสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ ขอบเขตเนื้อหาของการเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง คือ การฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ การสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียน ดังนั้นผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องอาศัยการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม คือ กระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบ

### 1.1 ความหมายของการเรียนแบบสืบสอบ

การเรียนแบบสืบสอบ (Inquiry - Based Instruction) มีชื่อเรียกต่างๆกัน ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบเสาะแสวงหา การสืบสวนสอบสวน เป็นต้น ซึ่งทุกชื่อก็มีความหมายทำนองเดียวกัน เพราะมีหลักการใหญ่ๆเหมือนกัน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การเรียนแบบสืบสอบ เป็นการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยการตั้งปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ และพบหลักการ กฎเกณฑ์หรือข้อสรุปในเรื่องที่ศึกษาด้วยตนเอง ทั้งนี้ได้มีผู้ให้ความหมายของการเรียนแบบสืบสอบไว้หลายท่าน ดังนี้

Tisher, et al. (1972) กล่าวว่า การสืบสอบเป็นทั้งวิธีสอน วิธีเรียน วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างมีหลักการ รวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

Suchman (1962 อ้างถึงใน จันทรา ศรีสุข, 2530 ) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกฝนการเรียนรู้ โดยใช้ความสามารถทางด้านความคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับ คือ ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา นิยามคำศัพท์หรือข้อความให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สืบหาข้อมูล รวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลก ที่เต็มไปด้วยปัญหามานาน

Good and Brophy (1973) ได้กล่าวถึงการสืบสอบมี 3 แนวทาง ดังนี้

1. เป็นวิธีหนึ่งในการศึกษา เพื่อให้ได้มีทัศนคติใหม่ โดยดำเนินการเพื่อให้ได้ความรู้ที่เป็นไปได้ในกรณีนั้นๆ ซึ่งเป็นความรู้ที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ และได้มายาก
2. เป็นเทคนิคหรือกลวิธีหนึ่ง ในการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น ตั้งคำถาม แล้วหาคำตอบด้วยตนเอง



3. เป็นวิธีการแก้ปัญหาวิธีหนึ่งที่มีกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ โดยเผชิญกับเหตุการณ์ที่ท้าทายความคิด วิธีการนี้เริ่มต้นด้วยการสังเกตอย่างเป็นระบบ ออกแบบการวัดแยกสิ่งที่เกิดกับสิ่งที่อ้างอิง คิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และเป็นวิธีการที่ทดสอบได้ และสรุปผลอย่างมีเหตุผล

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูจำเป็นต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้ และใช้ความรู้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะเป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยรู้มาก่อนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการแสวงหาความจริงโดยอาศัยการตั้งคำถามในการสังเกต วิเคราะห์ปัญหาในการอธิบายปัญหา พิสูจน์ทฤษฎีโดยการตั้งสมมติฐาน ตลอดจนการทดลองสมมติฐาน และการนำกฎเกณฑ์ที่ค้นพบนั้นไปใช้

ทศนา แคมณี (2552) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการ แบบสืบเสาะ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามเกิด ความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

จากการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะได้ดังนี้ กระบวนการสืบเสาะ เป็นการกระทำวิธีการต่างๆเพื่อค้นหาข้อเท็จจริง มุ่งส่งเสริมและพัฒนา

ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้ปัญหาหรือคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการค้นหาคำตอบ โดยใช้กระบวนการทางสมองในการอ้างเหตุผลอย่างมั่นใจ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาอย่างถี่ถ้วน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเป็นคนที่ วิเคราะห์และตัดสินใจคุณค่าของสิ่งต่างๆบนพื้นฐานของหลักการเหตุผล เป็นทักษะที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และเป็นวิถีทางที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางที่มีประสิทธิภาพ

## 1.2 ขั้นตอนของการเรียนแบบสืบสอบ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนของการเรียนแบบสืบสอบไว้แตกต่างกัน แต่มีความหมายคล้ายกันในแง่ของกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

Romey (1968) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบ สรุปได้ดังนี้

- 1) ขั้นเสนอปัญหาและข้อมูลพื้นฐาน ครูเป็นผู้เสนอปัญหาพร้อมกับข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ
- 2) ขั้นแปลความหมายข้อมูลครูนำการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนจัดกระทำหรือแปลความหมายข้อมูล
- 3) ขั้นอ้างหลักการ ครูนำการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนนำผลการจัดกระทำหรือแปลความหมายข้อมูลมาอ้างอิงตามหลักการเหตุผล
- 4) ขั้นสรุป ครูนำการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนนำหลักฐาน หรือหลักการมาอ้างเพื่อสรุปเป็นความรู้

Martin et. Al (1988) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบว่า เป็นกระบวนการที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยครูและนักเรียนร่วมมือกันหาวิธีการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อเท็จจริง
- 2) ขั้นตั้งปัญหาและตั้งสมมติฐาน
- 3) ขั้นทดสอบสมมติฐาน
- 4) ขั้นสรุปวิธีแก้ปัญหา หรือย้อนกลับไปดำเนินการใหม่

Jacobson et al. (1989) ได้เสนอกระบวนการสืบสอบ ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นสรุปได้ดังนี้

- 1) ขั้นเสนอปัญหา ครูพิจารณาเนื้อหาสาระ แล้วระบุเป็นปัญหาที่จะสืบสอบหรือครูพิจารณาจากสถานการณ์ปัญหาซึ่งอาจบังเอิญเกิดขึ้นในชั้นเรียนแล้วระบุปัญหา

ให้นักเรียนสืบสอบ

- 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน ครูอาจเป็นผู้ตั้งสมมติฐาน หรือใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน
- 3) ขั้นรวบรวมข้อมูล ครูอาจให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากสื่อ หรือแหล่งข้อมูลต่างๆ หรือทำการทดลอง ซึ่งทำได้ทั้งในและนอกชั้นเรียน หรืออาจทำการทดลองที่บ้านเพื่อรวบรวมข้อมูลซึ่งจะใช้หลักฐานตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
- 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ครูนำการอภิปรายให้นักเรียนนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่างๆ เพื่ออ้างในการตรวจสอบสมมติฐาน แล้วสรุปเป็นคำตอบ ซึ่งเป็นสาระสำคัญของบทเรียน

Joyce and Weil (2000) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบ ดังนี้

- 1) ขั้นเสนอสถานการณ์ปัญหาที่น่าสงสัย
- 2) ขั้นรวบรวมข้อมูล
- 3) ขั้นตั้งสมมติฐาน
- 4) ขั้นสรุปเป็นกฎเกณฑ์ในการอธิบายปัญหา
- 5) ขั้นวิเคราะห์กระบวนการสืบสอบ

Massialas and Cox (1968) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบไว้ดังนี้

- 1) ขั้นเตรียมตัวเผชิญปัญหา (Orientation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้เห็นหรือเริ่มรู้ปัญหาซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการอ่านข้อความจากแบบเรียนหรือบทความที่ครูเตรียมไว้เป็นเครื่องสะท้อนให้เกิดความคิด เกิดปัญหา หรือครูอาจเป็นผู้เตรียมไว้แล้วโดยแยกปัญหาหรือตั้งคำถามให้นักเรียนวิเคราะห์ วิเคราะห์ สรุปความจากการซักถามเพื่อให้เกิดความสงสัย อันนำไปสู่การหาคำตอบจากการแสวงหาข้อมูลอย่างมีระบบต่อไป
- 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) เป็นการกำหนดแนวทางให้นักเรียนแสวงหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง โดยการพิจารณาเรื่องราวที่เกี่ยวกับปัญหาที่ นักเรียนได้วิเคราะห์ในขั้นที่ 1 แล้วสรุปคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้ ซึ่งจะต้องหาหลักฐานมาพิสูจน์หรือทดสอบ
- 3) ขั้นนิยามความหมาย (Definition) เป็นการขยายความหรือให้ความหมายของคำเพื่อให้เข้าใจตรงกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการสืบสอบข้อมูลมาทดสอบข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้ถูกต้อง
- 4) ขั้นสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Exploration) เป็นการสำรวจข้อมูลโดยสำรวจว่าข้อมูลใดสอดคล้องหรือคัดค้านกับข้อมูลสมมติฐานที่ได้กำหนดไว้

5) **ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล (Evidencing)** เป็นการนำข้อมูลที่หามาได้ มาสนับสนุนและพิสูจน์สมมติฐาน โดยการค้นคว้าตามแนวของสมมติฐานที่นักเรียนช่วยกัน ตั้งขึ้น

6) **ขั้นสรุป (Generalization)** เป็นการสรุปคำตอบของประเด็นปัญหา จากหลักฐานที่ค้นคว้ามาได้ทั้งหมด ดังนั้นข้อสรุปนี้จึงมีคุณสมบัติชั่วคราว เมื่อมีหลักฐานหรือ ข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติมข้อสรุปก็อาจเปลี่ยนแปลงได้

วิริยกุล วิเชียรโชติ (2538) ได้พัฒนาขั้นตอนกระบวนการสืบสอบ มี 5 ขั้นตอน คือ

- 1) **ขั้นสร้างมโนทัศน์แนวหน้า** คือ ขั้นการดึงความรู้เดิมวางความรู้พื้นฐานที่จำเป็นให้แก่ผู้เรียน
- 2) **ขั้นสังเกต** คือ ขั้นสังเกตสถานการณ์ที่เป็นปัญหาข้อจิต ครูสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ให้นักเรียนได้วิเคราะห์องค์ประกอบของตัวปัญหา
- 3) **ขั้นอธิบาย** คือ ขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบาย หรือหาสาเหตุของปัญหาข้อจิตในรูปของการใช้เหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสฝึกการตั้งทฤษฎีการคิดแบบมีเหตุผลการฝึกวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุ หรือจากปัญหาไปหาสาเหตุ
- 4) **ขั้นทำนายและทดสอบ** คือ ขั้นที่ครูช่วยให้นักเรียนรู้จักหาวิธีที่จะ พิสูจน์คำอธิบายหรือทฤษฎีที่นักเรียนได้สร้างขึ้น
- 5) **ขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์** คือ ขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนเอา หลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีแก้ปัญหาที่พบ ไปปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการ ควบคุม และสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกมนุษย์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2521) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบ 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) **ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา**
- 2) **ขั้นอภิปรายเพื่อกำหนดแนวทางคำตอบ**
- 3) **ขั้นอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง**
- 4) **ขั้นดำเนินการทดลอง**
- 5) **ขั้นอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง**

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอรูปแบบการ เรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es) ไว้ดังนี้

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจาก ความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมา จากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครู อาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่ศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุป ที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อ จำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) ขั้นประเมิน (evaluation) การประเมินการเรียนรู้ด้วย กระบวนการต่างๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่ การนำความรู้ไป

ประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

จากคำอธิบายของนักการศึกษาหลายๆท่าน เกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบ สามารถวิเคราะห์แล้วสังเคราะห์เป็นขั้นตอนสำคัญของกระบวนการสืบสอบ ที่ผู้วิจัยได้นำไปเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา
- 2) ขั้นเสนอปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนได้เห็นหรือเริ่มรับรู้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการอ่านข้อความ หรือสังเกตสถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยให้นักเรียนซักถาม เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์แล้วสรุป ความจากการซักถาม เพื่อให้ได้ประเด็นหลักอันจะนำไปสู่การหาคำตอบจากการแสวงหาข้อมูลอย่างมีระบบต่อไป
- 3) ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการกำหนดแนวทางที่นักเรียนจะมุ่งแสวงหาข้อมูลได้ อย่างถูกต้อง โดยการพิจารณาเรื่องราวที่อยู่เกี่ยวกับปัญหาที่นักเรียนได้วิเคราะห์ในขั้นที่ 1 แล้วสรุปคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้ ซึ่งจะต้องหาหลักฐานมาพิสูจน์หรือทดสอบ
- 4) ขั้นรวบรวมและทดสอบ เป็นขั้นที่นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมา สนับสนุนและพิสูจน์สมมติฐานที่ได้กำหนดไว้ด้วยตนเอง
- 5) ขั้นวิเคราะห์และสรุป เป็นขั้นของการเลือกสรรและจัดประเภทข้อมูลเพื่อพิจารณาความถูกต้อง และนักเรียนสรุปคำตอบของประเด็นปัญหาจากหลักฐานที่ค้นคว้ามาได้ทั้งหมด

### 1.3 ประเภทของการเรียนแบบสืบสอบ

สจวร์ต นีลัน (2531) ได้เสนอมุมมองในแง่ของการสอนวิทยาศาสตร์แบบ

สืบสอบโดยใช้ห้องปฏิบัติการประกอบ ดังนี้ การเรียนการสอนควรเริ่มด้วยกิจกรรมสำเร็จรูป (Structured Activities) ก่อนแล้วจึงไปหากิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Activities) ดังนั้นลักษณะการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบจึงมี 2 แบบ ดังนี้

1) กิจกรรมสำเร็จรูป (Structured Activities) ครูมีการกำหนดปัญหาเสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามข้อเสนอแนะที่ให้ เมื่อได้ข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตาราง และเขียนกราฟตามที่ครูบอก ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ แล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น และให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหาแล้วอภิปรายร่วมกัน ในการสรุปนักเรียนบางคนอาจจะถูกหรือผิด ครูจะบอกว่าใครถูกใครผิด

2) กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Activities) ครูตั้งปัญหาให้นักเรียนวางแผน และกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง ดำเนินการเองจนได้ข้อสรุป ครูคอยแนะแนวทางด้วยการถามให้เกิดความคิดทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง

Sun and Trowbridge (1973 อ้างถึงใน ภัชญา ไม้สา, 2539 และ สุจิตรา เขียวศรี, 2550) ได้แบ่งประเภทของการสืบสอบไว้ 2 แนวทางตามบทบาทของครูและนักเรียน ดังนี้

1) การสืบสอบแบบที่ผู้สอนกำหนดแนวทางการสืบสอบ (Guided Inquiry) เป็นการสืบสอบที่ผู้สอนต้องวางแผนและเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สืบสอบให้ผู้เรียนสังเกตจัดกระทำ และใช้อ้างอิงเป็นคำตอบ ผู้สอนมีบทบาทในการนำให้ผู้เรียนดำเนินการสืบสอบตามแนวทาง โดยผู้สอนใช้คำถามนำ จัดเตรียมอุปกรณ์ที่จะต้องทำตามแนวทางนั้นให้ผู้เรียน และผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนข้อสรุปกัน โดยให้แสดงการอ้างอิงให้เพื่อนๆ รับรู้ด้วย

2) การสืบสอบแบบที่ผู้สอนไม่ได้กำหนดแนวทางการสืบสอบ (Unguided Inquiry) การสืบสอบประเภทนี้ผู้สอนมีบทบาทลดลงเมื่อเทียบกับแบบแรก เมื่อผู้สอนเสนอปัญหา แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนหาแนวทางและดำเนินการสืบสอบวิธีต่างๆ เอง แต่ผู้สอนต้องคอย ตรวจสอบความถูกต้องในการอ้างอิงหรืออ้างเหตุผลของผู้เรียนถ้าผู้เรียนอ้างอิงผิด ผู้สอนต้องชี้ให้ผู้เรียนเห็นจุดที่ผิดหลักเหตุผล ถ้าผู้เรียนไม่ได้อ้างเหตุผลผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนอ้างเพื่อยืนยัน และผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนในชั้นได้แลกเปลี่ยนข้อสรุปกันโดยการแสดงการอ้างอิงให้เพื่อนๆ รับรู้ด้วย

Orlich and Other (1985) ได้แบ่งประเภทของการเรียนแบบสืบสอบไว้ 2 แนวทางตามบทบาทของครูและนักเรียน ดังนี้

1) การสืบสอบที่ครูกำหนดแนวทาง

2) การสืบสอบที่ครูไม่ได้กำหนดแนวทาง

Hellmut (1995); Orlich and Other (2004); สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2545) อ้างถึงใน  
ชนิซดา ชนะกิจจานุกิจ (2550) ได้แบ่งประเภทของการสืบสอบเป็น 2 ประเภทดังนี้

1) การสืบสอบแบบมีการแนะนำ (Guided inquiry) เป็นกระบวนการ  
เรียนที่มีโครงสร้างผู้เรียนในการสืบสอบหาความรู้ ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดแนวทางในการสืบสอบ  
ที่นำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย โดยให้ข้อมูลพื้นฐาน และสถานการณ์ที่น่าสงสัยแก่ผู้เรียน มีการใช้  
คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการสืบสอบและลงข้อสรุป

2) การสืบสอบแบบไม่มีการแนะนำ (Unguided inquiry) เป็นกระบวนการ  
เรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ จากการตั้งคำถามและการแสวงหาความรู้ที่  
ผู้เรียนได้สังเกตเอง โดยเป้าหมายในการเรียนจะขึ้นอยู่กับความสนใจและระดับ ความสามารถ  
ของผู้เรียน ซึ่งเป็นการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ผู้สอนจะเป็นผู้ตรวจสอบความ  
ถูกต้องในการอ้างอิง

วีระโชติ วิเชียรโชติ (2521 อ้างถึงใน สุวิทย์และอรทัย คำมูล, 2545: 137)

ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

1) การสืบสอบชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry)

เป็นวิธีสอนที่นักเรียนหาความรู้โดยใช้คำถามขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และควบคุมใช้ประโยชน์  
ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนซักถามตามขั้นต่างๆ จนนักเรียนสามารถสรุปความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจะ  
เป็นผู้ตั้งคำถามเพียง 10% และผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม 90%

2) การสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) เป็นวิธี  
สอนที่ครูเป็นผู้ตั้งคำถามขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และควบคุมใช้ประโยชน์ จนนักเรียนสามารถ  
สรุปความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม 90% และผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม 10%

3) การสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนเป็นผู้ถาม (Combined  
Inquiry) เป็นวิธีสอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันใช้วิธีการสืบสอบโดยการตั้งคำถามตามขั้นเพื่อให้  
นักเรียน สามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นวิธีสอนแบบผสมระหว่างการสอนแบบสืบสอบ  
ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถามและชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม 50% และผู้เรียนจะเป็น  
ผู้ตั้งคำถาม 50%

จากการศึกษาประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบจากแนวคิดของนักการศึกษา



หลายท่านข้างต้น สรุปได้ 2 กลุ่มหลัก ดังนี้

1. กลุ่มที่ใช้บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกการเรียนการสอนแบบสืบสอบได้ 2 ประเภท ดังนี้ 1) การสืบสอบแบบมีการกำหนดแนวทาง (Guided Inquiry) และ 2) การสืบสอบแบบไม่มีการกำหนดแนวทาง (Unguided Inquiry)
2. กลุ่มที่ใช้การตั้งคำถามเป็นเกณฑ์ ได้แก่ 1) การสืบสอบที่ครูเป็นผู้ถาม 2) การสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม และ 3) การสืบสอบที่ครูและนักเรียนร่วมกันตั้งคำถาม

#### 1.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการเรียนแบบสืบสอบ

Suchman (1966 อ้างถึงใน ภิษญา ไผ่สา, 2539) ได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของครูในกระบวนการสืบสอบว่า บทบาทของครูที่สอนแบบสืบสอบ แตกต่างไปจากครูที่สอนปกติ ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางจิตวิทยา และครูควรมีบทบาทดังนี้

- 1) รู้และทำความเข้าใจให้นักเรียนคิด
- 2) ให้อิสรภาพในการทดลอง การซักถามและการอภิปราย
- 3) หาสิ่งที่จะช่วยสนับสนุนในการสืบสอบ
- 4) ช่วยวิเคราะห์ความยุ่งยากที่นักเรียนไม่สามารถทำได้
- 5) ให้ความรู้เพิ่มเติมเมื่อนักเรียนต้องการ

Massialas and Zevin(1967) กล่าวถึงบทบาทสำคัญของครูในกระบวนการสืบสอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- 1) ครูต้องวางแผนอย่างดีในการเตรียมหัวข้อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า รวมทั้งวางแผน จัดเตรียมอุปกรณ์ เวลา และสถานที่ด้วย
- 2) ครูต้องจัดเตรียมอุปกรณ์และกิจกรรมในลักษณะที่เป็น Spring Board ให้นักเรียนเข้าสู่การสืบสอบ
- 3) ครูต้องกระตุ้นและท้าทายอย่างต่อเนื่อง ให้นักเรียนค้นคว้า และทดสอบแนวทางใหม่ๆ ที่นักเรียนคิดขึ้น
- 4) คำถามที่ควรถามคือ คำถามเพื่อให้นักเรียนหาหลักฐานมาสนับสนุน หรือป้องกันแนวคิดของตนเอง
- 5) คำถามอีกประเภทหนึ่งที่ครูควรถาม คือ คำถามที่ให้นักเรียนหาความกระจ่างในแนวคิดของตนเอง
- 6) ในระหว่างช่วงเวลาที่นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหาไม่ได้ ครูอาจช่วยโดย

การถามนำเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าเป็นกิจกรรมสำคัญของการศึกษา

7) ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนกระทำวิธีการต่างๆ

ตามแนวคิดของนักเรียนเองและกระตุ้นให้นักเรียนเห็นว่าเป็นกิจกรรมสำคัญของการศึกษา

8) ในการควบคุมชั้นเรียนครูต้องให้โอกาสนักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาแนวคิดใหม่ๆ หากความสัมพันธ์ใหม่ๆ ของสิ่งต่างๆ อย่างทั่วถึง

Esler and Esler (1985) ได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของครูในกระบวนการสืบสอบที่ให้นักเรียนสืบสอบเองอย่างอิสระ สรุปได้ว่า ครูควรจัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อย โดยดำเนินการดังนี้

- 1) แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย
- 2) ตั้งหัวหน้ากลุ่มและผู้บันทึกผลการทดลอง
- 3) กำหนดระเบียบวิธีการทำงานของนักเรียน
- 4) ให้หัวหน้ากลุ่มรับผิดชอบการทำงานของกลุ่ม
- 5) ครูออกคำสั่งนักเรียนทั้งชั้นก่อนที่จะมอบอุปกรณ์การทดลองให้

นักเรียน

6) ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเก็บอุปกรณ์การทดลองก่อนการอภิปรายผลการทดลอง

การทดลอง

- 7) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีตัวแทนในการรับและเก็บอุปกรณ์
- 8) ระหว่างนักเรียนปฏิบัติการทำงาน ครูต้องเดินไปดูกลุ่มต่างๆทำงาน
- 9) การเตือนแต่ละกลุ่ม ควรเตือนโดยเฉพาะในแต่ละกลุ่ม

ไม่ควรเตือนแบบรวมๆ ทั้งชั้นเรียน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2530) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในกระบวนการสืบสอบไว้ดังนี้

- 1) เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด (Catalyst) โดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบ หรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบเอง
- 2) เป็นผู้ให้การเสริมแรง (Rein forcer) โดยการให้คำชม เพื่อให้กำลังใจและเพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง
- 3) เป็นผู้ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback Action) โดยการบอกข้อดีและข้อบกพร่องแก่นักเรียน
- 4) เป็นผู้แนะนำและกำกับ (Guide and Director) เป็นผู้แนะนำเพื่อ

ให้เกิดความคิดและกำกับควบคุมมิให้ออกนอกกลุ่่นอกทาง

5) เป็นผู้จัดระเบียบ (Organizer) เป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม  
ต่างๆ รวมทั้งอุปกรณ์และสื่อการสอนแก่นักเรียน

สวัตน์ นิยมคำ (2531) ได้เสนอแนะบทบาทของครูในกระบวนการสืบสอบว่าครู  
คือผู้แนะแนวทางคอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ดังนั้นครูจึงมี  
หน้าที่ 3 ประการ คือ

1) ป้อนคำถามให้แก่นักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูต้องรู้จักป้อน  
คำถาม รู้ว่าจะถามอะไร เด็กจึงจะเกิดความคิด ความจำ หรือความเข้าใจ และควรตอบคำถาม  
ของเด็กเป็นบางครั้ง

2) เมื่อได้ปัญหาแล้ว ให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหาหรือ  
กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงได้จึงลงมือปฏิบัติการ

3) ถ้าปัญหายากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาหรือ  
กำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันแก้ปัญหาค่อยไป

นอกจากนี้ ครูต้องพยายามจัดสภาพห้องเรียนให้เป็นแบบสืบสอบ ซึ่ง Massialas  
and Cox (1968) ได้ศึกษาคุณสมบัติของห้องเรียนที่เป็นแบบสืบสอบว่าควรมีลักษณะ ดังนี้

1) ห้องเรียนต้องเป็นประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิด  
เห็นอย่างเต็มที่

2) ปัญหาที่นำมาอภิปรายน่าสนใจที่จะขบคิด และสามารถตัดสินใจได้  
บทบาท ของครูเป็นเพียงผู้ที่คอยกระตุ้นให้การเรียนดำเนินไปเท่านั้น

3) ทุกคนในห้องเรียนต้องให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในกระบวนการสืบสอบ  
สรุปได้ว่า บทบาทของผู้เรียนต้องเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์  
ของสิ่งที่พบได้เป็นมโนทัศน์ หลักการต่างๆ เป็นผู้ตอบคำถาม โดยกำหนดบทบาทของนักเรียน ดังนี้

1) นักเรียนควรทำการศึกษา วัสดุ อุปกรณ์และเอกสารก่อนที่จะเริ่มต้น  
ทำกิจกรรม

2) นักเรียนสังเกต และรายงานข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

3) นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐาน

4) นักเรียนร่วมกันหาแนวทางการทดลองและวิธีการทดสอบสมมติฐาน

5) นักเรียนรายงานผลการค้นคว้า

6) นักเรียนช่วยกันขยายความรู้เพิ่มเติม หรือปรับปรุงความรู้ที่ได้ นอกจากนี้ Renner and Stafford (1972) อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์ (2537) ได้กล่าวถึงกระบวนการการสืบสอบว่าครูและนักเรียนต้องมีบทบาทหน้าที่ของตนเองในการสำรวจ-การสร้างรูปแบบแนวคิด-การสืบค้นหาความรู้ (Exploration-Invention-Discovery) กล่าวคือ กระบวนการสืบสอบแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสำรวจสถานการณ์ต่างๆ ได้แก่ วัสดุ ปรัชญาการณื หาคำอธิบายทั่วไป และตั้งสมมติฐาน เสนอแนะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการสร้างรูปแบบแนวคิด หลักการต่างๆ

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการสืบค้นหาความรู้ เมื่อได้มโนทัศน์ หลักการต่างๆ แล้วก็ทำการขยายแนวคิดหรือหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเริ่มทำการสำรวจใหม่อีกเป็น วงจรของการเรียนรู้ (Learning Cycle) ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีที่จะเรียน (Learning hoe to learn) จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของครูและนักเรียนใน การเรียนการสอนแบบสืบสอบ สรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบครูมีบทบาทสำคัญยิ่งใน การเป็นผู้ให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือมีบทบาทเหมือนเป็นพี่เลี้ยงในระหว่างการสืบสอบหาความรู้ โดยการตั้งปัญหาหรือคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด รวมทั้งสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้โดย การจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้หรือแหล่งการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนค้นพบข้อมูลและจัดระบบ ความหมายข้อมูลของตนเองได้ ในบทบาทของนักเรียนนั้น นักเรียนมีเป็นศูนย์กลางของการเรียน เป็นผู้ปฏิบัติ ผู้ค้นพบและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์ หรือ หลักการทาง วิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### 1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนแบบสืบสอบ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับข้อดีของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ไว้ดังต่อไปนี้

Suchman (1962 อ้างถึงใน ภัชญา ไม้สา, 2538:35) ได้อธิบายถึงข้อดีของ กระบวนการสืบสอบไว้ว่า

1) กระบวนการสืบสอบ จะก่อให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการที่ครูเป็นผู้ บอกรทั้งหมด หรือมากกว่าที่นักเรียนจำจากรายอย่างเดียว ผู้ที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบจะมีอิสระ ในการดูดซึม (Assimilation) ประสบการณ์ต่างๆ เอาไว้ นักเรียนมีอิสระที่จะติดตามค้นคว้าหา

ความรู้และทำความเข้าใจได้ตามต้องการ ตามความอยากรู้ อยากเห็น อันเหมาะสมกับระดับ  
ความรู้พื้นฐาน

2) กระบวนการสืบสอบ ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการค้นหาความรู้ได้อย่างดี เพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน สามารถร่วมกิจกรรมได้อย่างอิสระ ซึ่งกิจกรรมเหล่านั้นช่วยให้มีพัฒนาการด้านความคิด มีความอยากรู้มากขึ้น และมีพัฒนาการในด้านการสร้างมโนทัศน์อีกด้วย

3) มโนทัศน์ที่นักเรียนได้จากการสืบสอบ จะมีความหมายและมีคุณค่า สำหรับนักเรียนมากกว่ามโนทัศน์ที่มีคนอื่นบอกให้จำ เพราะนักเรียนจะเป็นผู้ค้นพบมโนทัศน์ต่างๆ ด้วยตนเองจากข้อมูล และเชื่อว่ามโนทัศน์ที่เกิดขึ้นโดยวิธีการเช่นนี้ จะฝังแน่นและเป็นประโยชน์ กับนักเรียนไปได้ยาวนาน

Carin and Sund (1975:84) ได้อธิบายถึงผลดีของกระบวนการสืบสอบ คือ กระบวนการสืบสอบเป็นกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางปัญญา จึงช่วยเพิ่มศักยภาพทางปัญญา และทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองดีขึ้น ทำให้มีความคาดหวังในตนเองในทางที่ดี จึงมีโอกาสพัฒนาความสามารถพิเศษด้านต่างๆ ได้มากในกระบวนการสืบสอบ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการทำงานของตนเอง จึงใช้เวลามากในการเรียนทำให้เกิดกระบวนการ ซึมซับและปรับโครงสร้างความรู้ได้มากขึ้น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537:126) ได้กล่าวถึงข้อดีของกระบวนการสืบสอบดังนี้

1) นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา

2) นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบ ความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

3) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4) นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ และหลักการทางวิทยาศาสตร์

ได้เร็วขึ้น

5) นักเรียนจะเป็นผู้มีความเจตคติที่ดีต่อการเรียน

ข้อดีของกระบวนการสืบสอบ จากการศึกษาหลายท่านได้อธิบายไว้สรุปได้ดังนี้

1) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญา คือ เน้นให้นักเรียนใช้ความคิดมากกว่าความจำ

2) เป็นการส่งเสริมประชาธิปไตย เพราะนักเรียนได้มีโอกาสทำงาน ร่วมกันคิดค้นหาคำตอบที่ถูกต้องร่วมกัน

3) นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน

4) นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสถานการณ์หนึ่งกับอีกสถานการณ์หนึ่งได้ คือสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ให้สามารถนำไปใช้ได้กับสถานการณ์ใหม่ได้

ส่วนข้อจำกัดของกระบวนการสืบสอบนั้น นักการศึกษาได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2538) กล่าวถึง ข้อจำกัดของกระบวนการสืบสอบมีดังนี้

- 1) การเรียนการสอนจะไปได้ช้า ได้เนื้อหาน้อย
- 2) ใช้เวลามากในการฝึกนักเรียนให้สืบสอบความรู้ด้วยตนเอง
- 3) ครูยังขาดแหล่งความรู้ในการฝึกตั้งคำถาม
- 4) ครูยังขาดแหล่งค้นคว้าหาความรู้ เพราะการสอนแบบนี้ครูต้องมีความรู้กว้างขวาง

ความรู้กว้างขวาง

นอกจากนี้ ภัพ เลหาไพบูลย์ (2537)

ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของกระบวนการสืบสอบไว้ดังนี้

- 1) ใช้เวลาในการสอนมากในการสอนแต่ละครั้ง
- 2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ

จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้

มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบสอบความรู้ด้วยตนเอง

- 3) นักเรียนที่มีเชาวน์ปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก

นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

- 4) นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ

ทำให้เขาขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา

และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากๆ

อาจจะพอบอกคำตอบได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

ข้อจำกัดของการเรียนการสอนแบบสืบสอบจากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ดังนี้

- 1) ใช้เวลาในการเรียนการสอนมาก แต่ได้เนื้อหาน้อย

- 2) คำถามหรือสถานการณ์ที่ครูสร้างหากไม่น่าสนใจพอ อาจทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน
- 3) เนื้อหาวิชาหากมีความยากเกินไป นักเรียนจะไม่สามารถศึกษาด้วยตนเองได้
- 4) นักเรียนที่มีวุฒิภาวะไม่พอ จะไม่มีแรงจูงใจในการเรียนด้วยวิธีนี้

## 2. ห้องทดลองเสมือน

### 2.1 ความหมายของห้องทดลองเสมือน

ห้องทดลองเสมือน หรือ แล็บเสมือนจริง หรือห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory) เป็นคอร์สแวร์ประเภทหนึ่งที่สามารถนำเสนอการจำลองบนหน้าจอภาพ (On-Screen Simulator) ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดลองสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบทำให้นักเรียนไม่เสี่ยงกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริง หรือสถานการณ์จริงที่มีค่าใช้จ่ายสูง และเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงบนหน้าจออย่างง่าย ๆ จะอนุญาตให้ผู้เรียนควบคุมการทดลองได้ และเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ ให้คล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการจริงมากขึ้น ในบางกรณีอาจใช้แทนห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพราะการลงทุนในห้องปฏิบัติการเสมือนครั้งเดียวก็สามารถใช้ได้อีกนาน นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการเสมือน ยังสามารถออกแบบสำหรับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมหรือไม่สามารถทดลองในชีวิตจริงได้ เช่น การสลักกลุ่มดาว การปรับตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของโลก เป็นต้น ในที่สุดห้องปฏิบัติการเสมือนยังช่วยชี้แนะผู้เรียนให้ค้นพบหลักการต่างๆ สำหรับตัวเอง ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2545)

### 2.2 องค์ประกอบของห้องทดลองเสมือน

จากศึกษางานวิจัยพบว่าองค์ประกอบของห้องทดลองเสมือนมีดังนี้  
จากการศึกษาวิจัยของ Norasiken Bakar, Halimah Bodioze Zaman (2005) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของห้องทดลองเสมือนประกอบด้วย

- 1) Webpage แสดงบทนำเพื่อให้คำแนะนำก่อนเริ่มเรียน ได้แก่ การบอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โครงสร้างของเนื้อหาที่จะสอน แนวทางในการเรียน เป็นต้น
- 2) Virtual Experiment ห้องปฏิบัติการเสมือน

2.1 Main Hall เป็นส่วนที่เปรียบเสมือนคู่มือก่อนทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ มีการให้คำแนะนำก่อนทำการทดลอง อาจมีคำถามหรือตั้งปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตั้งสมมติฐาน

2.2 Store Room เป็นส่วนที่มีการเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์และสารเคมีในการทดลอง ตลอดจนคำแนะนำต่างๆที่สำคัญในขั้นตอนการทำการทดลอง ถือเป็นขั้นที่นักเรียนจะเตรียมตัวก่อนทำการสำรวจข้อมูลเพื่อหาค้นหาคำตอบ

2.3 Experiment Room เป็นส่วนที่นักเรียนจะได้พิสูจน์สมมติฐานจากข้อ 2.1 ในส่วนนี้ประกอบด้วย การทดลองที่มีการอธิบายในรูปแบบข้อความ วิดีโอ ภาพแอนิเมชัน ภาพนิ่งและเสียง ซึ่งผลการทดลองจะมีลักษณะเหมือนการทดลองจริงที่ปฏิบัติในห้องทดลองทั่วไป

3) E-mail สำหรับส่งงานหรือติดต่อครู จากการศึกษาวิจัยของ Rebecca K. Scheckler (2002) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของห้องทดลองเสมือนประกอบด้วย

1) Discussion Forum เป็นส่วนที่มีไว้สำหรับให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายก่อนและหลังการทดลอง

2) Hyperlink ไปยัง Webpage สำหรับแนะนำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการทดลอง

3) E-mail เพื่อสอบถามข้อสงสัยหรือส่งงาน หรือติดต่อครู

4) Virtual Experiment ห้องปฏิบัติการเสมือน สำหรับการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ได้จากการอภิปรายจากข้อ 1

จากการศึกษาวิจัยของ Luis Gill, Elena Blanco & Josep Maria Auli (2000) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของห้องทดลองเสมือนประกอบด้วย

1) Webpage แสดงเนื้อหาที่กำหนด โดยมีลำดับชั้นความยากง่าย

2) Webpage แสดงการตั้งคำถามหรือปัญหาที่ครูตั้งขึ้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ เช่น สิ่งนี้คืออะไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

3) Virtual Experiment ห้องปฏิบัติการเสมือน ประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับทดลองซึ่งแบ่งตามเนื้อหาความยากง่ายของแต่ละเนื้อหา

4) E-mail สำหรับให้นักเรียนส่งงานหรือติดต่อครู

จากการศึกษาวิจัยของ Lee J Leitner & John W. Cane (2005) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของห้องทดลองเสมือนประกอบด้วย



1) Webpage สำหรับให้ความรู้ก่อนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ  
เสมือน เช่นการเตรียมตัวก่อนเรียน เนื้อหา สิ่งอำนวยความสะดวก เงื่อนไขต่างๆในการเรียน  
ผ่านห้องทดลองเสมือนนี้

2) BlackBoard สำหรับให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายและร่วมกันใน  
การวางแผนดำเนินการทดลองตามตารางเวลาที่กำหนดให้ รวมถึงการบันทึกและอภิปราย  
ผลการทดลอง นอกจากนี้ยังเป็นช่องทางสำหรับให้ครูได้มีการสังเกต และประเมินผลการ  
เรียนรู้ของผู้เรียน โดยสังเกตจากการทำงาน และการบันทึกผลลงใน BlackBoard นี้

3) Virtual Experiment ห้องปฏิบัติการเสมือนสำหรับทดลอง  
เพื่อหาคำตอบ

จากการศึกษางานวิจัยของ Carla Martin, Rocio Munoz, Alfonso Urquia &  
Sebastian Dormido (2005) สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของห้องทดลองเสมือนไว้ดังนี้

1) Webpage แสดงส่วนของบทนำ ที่มีการอธิบายถึงระบบอุปกรณ์  
ขอขยายการทดลอง ระยะเวลา คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือ สัญลักษณ์ตัวแปรต่างๆ

2) Webpage แนะนำการใช้โปรแกรม Virtual Laboratory หรือ V-Lab

3) Virtual Laboratory ห้องปฏิบัติการเสมือน สำหรับทำการทดลอง

4) Hyperlink สำหรับลิงค์ไปยังกรณีตัวอย่าง

ซึ่งมีการกำหนดให้ศึกษาตามลำดับเรื่องที่กำหนด

5) E-mail สำหรับส่งงาน หรือติดต่อครู

จากการศึกษารายงานการวิจัยของ เกษม แสงนนท์ (2546) สามารถวิเคราะห์  
องค์ประกอบของห้องทดลองเสมือนไว้ดังนี้

1) Virtual Lab Control Application

โปรแกรมสำหรับควบคุมจัดการการ เรียนการสอนในห้องให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน หรือจัดเป็นกลุ่ม

หรือแสดงผลผ่านหน้าจอ (Simulation on screen) เพื่อให้ผู้เรียน เข้าใจอย่างชัดเจน

และสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้

2) Coursework Preparation การกำหนดรูปแบบเวลาบทเรียน ตัวอย่าง  
การเรียนแบบประเมินผลเพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยจบในขอขยายการ  
เรียนและระยะเวลาที่กำหนด

3) Branched Virtual Lab ห้องปฏิบัติการเสมือนภายนอก ที่อยู่ต่างห้อง

ต่างอาคาร ต่างคณะ หรือต่างวิทยาเขตที่ต้องมีระบบเหมือนกัน และเชื่อมต่อกับห้องเรียนกลาง ด้วยระบบอินเทอร์เน็ต

4) E-learning Server คอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับระบบจัดการและกระจายสื่อที่ได้ทำการบันทึกไว้และให้บริการแบบอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป

จากการศึกษารายงานการวิจัยของ ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2550) สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของห้องทดลองเสมือนไว้ดังนี้

1) User Guide เป็นคำแนะนำในการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องทดลองเสมือน

2) Online Help ระบบให้ความช่วยเหลือออนไลน์ เป็นสิ่งที่มีไว้สำหรับให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในทันที ซึ่งระบบช่วยเหลือออนไลน์ คือ E-mail และ Web board จะเป็นส่วนที่จัดไว้ในรูปแบบที่พร้อมให้ความช่วยเหลือทันที รวมทั้งในระหว่างการฝึกทำการทดลอง หากผู้เรียนปฏิบัติไม่ถูกขั้นตอน ในระบบจะปรากฏเป็นกล่องข้อความให้คำแนะนำวิธีการทดลองที่ถูกต้อง ให้ทราบทันที

3) Video Clips ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งในห้องทดลองเสมือน ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงภาพรวมของเนื้อหาและขั้นตอนการทดลอง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น

4) Virtual Laboratory ห้องทดลองเสมือน เป็นแบบ 3D ซึ่งเป็นโปรแกรมลักษณะ Multimedia

จากการงานวิจัยข้างต้น องค์ประกอบของห้องทดลองเสมือนสรุปได้ดังนี้

1) Webpage แสดงส่วนของบทนำหรืออาจใช้ User Guide ที่มีการอธิบายถึงระบบ อุปกรณ์ขอข่ายการทดลอง ระยะเวลา คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือ สัญลักษณ์ ตัวแปรต่างๆ ตลอดจนเนื้อหาวิชาที่ต้องมีการทำการทดลองเพื่อหาคำตอบ อาจมีการเรียงลำดับเนื้อหาความยากง่าย

2) Discussion Forum หรือ Discussion Board หรือ Web board เป็นส่วนที่ใช้สำหรับให้ผู้เรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น หรืออภิปรายก่อนและหลังทำการทดลอง

3) Virtual Laboratory ห้องปฏิบัติการเสมือน สำหรับทำการทดลอง โดยมีอุปกรณ์และเครื่องมือการทดลองเตรียมไว้สำหรับทดสอบสมมติฐาน โดยอาจแบ่งเป็นส่วนๆ ได้แก่ ส่วนเตรียมตัวก่อนทดลอง ส่วนเตรียมอุปกรณ์ และส่วนทดลอง

4) Hyperlink เป็นส่วนที่ลิงค์ไปยังกรณีตัวอย่าง ซึ่งมีการกำหนดให้

ศึกษาตามลำดับเรื่องที่กำหนด

5) Video Clips ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งในห้องทดลองเสมือน ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงภาพรวมของเนื้อหาและขั้นตอนการทดลอง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น

6) Online Help ระบบให้ความช่วยเหลือออนไลน์ เป็นสิ่งที่มีไว้สำหรับให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในทันที ซึ่งระบบช่วยเหลือออนไลน์ คือ E-mail และ Web board จะเป็นส่วนที่จัดไว้ในรูปแบบที่พร้อมให้ความช่วยเหลือทันที รวมทั้งในระหว่างการฝึกทำการทดลอง หากผู้เรียนปฏิบัติไม่ถูกขั้นตอน ในระบบจะปรากฏเป็นกล่องข้อความให้คำแนะนำวิธีการทดลอง ที่ถูกต้องให้ทราบทันที

## 2.3 ขั้นตอนของการเรียนในห้องทดลองเสมือน

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารพบว่าขั้นตอนของการเรียนในห้องทดลองเสมือนมีดังนี้ งานวิจัยของ Norasiken Bakar, Halimah Bodioze Zaman (2005) สามารถสรุปขั้นตอนของการเรียนในห้องทดลองเสมือน มีดังนี้

- 1) ให้คำแนะนำก่อนเริ่มเรียน ได้แก่ การบอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โครงสร้างของเนื้อหาที่จะสอน แนวทางการเรียน
- 2) เข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนในส่วนที่ 1 ซึ่งเรียกว่า Main Hall เป็นส่วนให้คำแนะนำก่อนทำการทดลอง อาจมีคำถามหรือตั้งปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตั้งสมมติฐาน
- 3) เข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนในส่วนที่ 2 เรียกว่า Store Room เป็นห้องที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์และสารเคมีในการทดลอง ตลอดจนคำแนะนำต่างๆที่สำคัญ ถือเป็นขั้นที่นักเรียนจะสำรวจข้อมูลเพื่อหาค้นหาคำตอบ
- 4) เข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนในส่วนที่ 3 เรียกว่า Experiment Room โดยตลอดการทำการทดลองจะมีการอธิบายในรูปแบบข้อความ วิดีโอ ภาพแอนิเมชัน ภาพนิ่ง และเสียง ซึ่งผลการทดลองจะมีลักษณะเหมือนของจริงที่ปฏิบัติในห้องทดลองปกติ
- 5) การพิจารณาไตร่ตรองและสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษางานวิจัยของ Rebecca K. Scheckler (2002) สามารถสรุปขั้นตอนของการเรียนในห้องทดลองเสมือน มีดังนี้

- 1) การอภิปรายก่อนการทดลอง ผ่านกระดาน Discussion forum

โดยมีตัวอย่างเป็นวิดีโอสาธิตการทดลอง มีลิงค์แนะนำศัพท์เฉพาะ และ e-mail

2) ห้องปฏิบัติการเสมือน มีแบบจำลองเครื่องมือในการทดลองที่เหมือนของจริงทุกประการ มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือทดลองเหมือนของจริงทุกประการ

3) อภิปรายผลการทดลอง ผ่านกระดาน Discussion forum

4) สรุปผลการทดลองผ่าน Discussion forum

5) ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการทดลอง ส่งทาง e-mail

จากการศึกษางานวิจัยของ Luis Gill, Elena Blanco & Josep Maria Auli (2000) สามารถสรุปขั้นตอนการเรียนรู้ผ่านห้องทดลองเสมือนได้ดังนี้

1) นักเรียนเลือกบทเรียนด้วยตนเองตามเนื้อหาที่กำหนด โดยมีลำดับชั้นความยากง่าย

2) มีการตั้งคำถามหรือปัญหาเพื่อกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ เช่น สิ่งนี้คืออะไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

3) ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง มีอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับทดลอง ซึ่งแบ่งตามเนื้อหาความยากง่าย

4) รายงานผลการทดลองผ่าน e-mail

5) ผู้สอนประเมินผลจากรายงานใน e-mail

จากศึกษางานวิจัยของ Lee J Leitner & John W. Cane (2005) สามารถสรุปเป็นขั้นตอนในการเรียนผ่านห้องทดลองเสมือนดังนี้

1) ให้ความรู้ก่อนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือน เรื่องการเตรียมตัวก่อนเรียน เนื้อหา สิ่งอำนวยความสะดวก ฯลฯ

2) ผู้เรียนเป็นผู้วางแผนดำเนินการทดลองตามตารางเวลาที่กำหนดให้

3) ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือน

4) บันทึกและอภิปรายผลการทดลองผ่าน BlackBoard

5) การสังเกตและประเมินผลการเรียนรู้ โดยสังเกตจากการทำงานและการบันทึกผลผ่านทาง BlackBoard

จากการศึกษางานวิจัยของ Carla Martin, Rocio Munoz, Alfonso Urquia & Sebastian Dormido (2005) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการเรียนในห้องทดลองเสมือน ดังนี้

1) บทนำ อธิบายถึงระบบ อุปกรณ์ขอบข่ายการทดลอง ระยะเวลา คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือ สัญลักษณ์ตัวแปรต่างๆ

- 2) แนะนำการใช้โปรแกรม V-Lab
- 3) มีการศึกษากรณีตัวอย่าง ซึ่งต้องศึกษาตามลำดับเรื่องที่กำหนดให้
- 4) อภิปรายผลการทดลองผ่าน e-mail
- 5) ประเมินผลการเรียนรู้ผ่าน e-mail

จากการศึกษางานวิจัยของ Michael Karabinos สามารถสรุปขั้นตอนของการเรียนในห้องทดลองเสมือน มีดังนี้

1) บอกวิธีใช้ V-Lab โดยเตรียมความพร้อมในเรื่องห้องปฏิบัติการ มีขั้นตอน

1.1 Pre- and Post-labs เพื่อเป็นการเตรียมผู้เรียนก่อนทำการทดลองจริง

1.2 Lab make-ups มีไว้สำหรับผู้เรียนที่ไม่ได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือจากคอมพิวเตอร์

2) มอบหมายการบ้านให้โดยอาจให้งานในลักษณะเปิด นั่นคือ

2.1 ผู้เรียนจะเขียนหรือจดบันทึกผลการทดลองเพื่อตอบปัญหาที่ได้จากการทดลอง

2.2 Checklist จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกมั่นใจในการบันทึกผลการทดลองมากยิ่งขึ้น

3) การทำให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับ Virtual Laboratory

3.1 วิธีเฝ้าระวังการทดลองโดยย่อ

3.2 สอนการใช้งาน step-by-step

3.3 มีคำแนะนำการใช้งานเบื้องต้น

จากการศึกษา The ChemCollective : Virtual Lab Simulation (2009) มีขั้นตอนดังนี้

1) บทนำ เป็นการแนะนำผู้เรียนถึงวิธีเรียน ข้อปฏิบัติตลอดจนเนื้อหาและขอบข่ายของวิชา และแนะนำเว็บไซต์ของผู้สอน

2) การสาธิตการทดลอง เพื่อให้ผู้คุ้นเคยและทราบขอบข่ายเกี่ยวกับการทดลอง

3) ห้องปฏิบัติการเสมือน ซึ่งแบ่งตามเนื้อหา มีอุปกรณ์ที่จำเป็นเหมือนห้องทดลองปกติ สามารถทำการทดลองและได้ผลเช่นเดียวกับห้องทดลองทั่วไป

4) ค้นหาคำตอบที่ยังเป็นปริศนาหรือข้อสงสัย โดยมี Hyperlink ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ให้ค้นหาคำตอบ

5) ส่งผลการทดลองผ่านเว็บในส่วนของ Help  
ถนนพร เลขาจรส์แสง (2545) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนในห้องทดลอง  
เสมือนไว้ว่า

1) มอบหมายงาน มอบหมายคำถามให้ผู้เรียนตอบ สมมติฐานเพื่อรอ  
การพิสูจน์ให้ผู้เรียนทำการทดลอง

2) เรียนรู้วิธีการใช้เครื่องมือ ผู้เรียนใช้เวลาในส่วนนี้เรียนรู้วิธีใช้อุปกรณ์  
ต่างๆ ภายในแล็บ

3) ทำการทดลอง ผู้เรียนลงมือทำการทดลองตามที่ผู้สอนกำหนด

4) บันทึกคำตอบ ผู้เรียนบันทึกผลการทดลอง

5) สรุปผลการทดลอง ผู้เรียนทบทวนผลที่ได้รับทั้งหมด และสรุปผล  
การทดลองในรูปแบบของหลักการและความสัมพันธ์ต่างๆซึ่งอธิบายผลลัพธ์

6) บทสรุปและนำไปใช้ ผู้สอนประเมินผลงานของผู้เรียน  
จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารข้างต้น สามารถสรุปขั้นตอนในการเรียนผ่าน  
ห้องทดลองเสมือนได้ดังนี้

1) บทนำ ชี้แจงถึงวิธีการเรียน บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขอบข่าย  
ของเนื้อหา กติกาในการเรียน

2) ตั้งคำถามหรือปัญหา อาจใช้กรณีตัวอย่างเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด  
ความอยากรู้ หรือสงสัย และอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการตั้งสมมติฐาน

3) ทำการทดลอง ผู้เรียนลงมือทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4) อภิปรายและบันทึกผลการทดลอง

5) สรุปผลการทดลอง พร้อมทั้งตอบคำถาม

6) ผู้สอนประเมินผลงานของผู้เรียน

#### 2.4 หลักการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงหลักการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บไว้  
ดังต่อไปนี้

พิชัย ทองดีเลิศ (2547) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบหลักของเว็บไว้ 8 ส่วนคือ

- 1) ส่วนของการลงทะเบียนเข้าห้องเรียน
- 2) ส่วนของการแจ้งข่าวสารจากผู้สอนถึงผู้เรียน
- 3) ส่วนแสดงภาพรวมของรายวิชา
- 4) ตารางการเรียนและเนื้อหาในแต่ละสัปดาห์
- 5) ส่วนแหล่งทรัพยากรสนับสนุน
- 6) ส่วนของการสื่อสาร
- 7) ส่วนของคำแนะนำในการเรียนและการให้ความช่วยเหลือ
- 8) ส่วนของการสอบถามข้อมูลและการประเมินผลตนเอง และกลุ่มผู้เรียน

ปทีป เมธาคุณวุฒิ (2540) กล่าวว่า การออกแบบโครงสร้างของการเรียนการสอนผ่านเว็บประกอบด้วย

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน
- 2) การวิเคราะห์ผู้เรียน
- 3) การออกแบบเนื้อหาวิชา
- 4) การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต
- 5) การเตรียมความพร้อมสิ่งแวดล้อมการเรียนการสอน
- 6) การประเมินผลผู้เรียน ได้แก่ แจ้งวัตถุประสงค์ เนื้อหา

และวิธีการเรียนการสอน

- 7) จัดการเรียนการสอนตามแบบที่กำหนดไว้ในเว็บเพจจะมีเทคนิคและกิจกรรมต่างๆ ที่สามารถสร้างขึ้น
- 8) การประเมินผลผู้สอนสามารถใช้การประเมินผลระหว่างเรียนและการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียน

จากการศึกษาหลักการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) ขั้นนำ
  - 1.1 แสดงภาพรวมรายวิชา/บอกวัตถุประสงค์การเรียน
- 2) ขั้นสอน
  - 2.1 เนื้อหาบทเรียน
  - 2.2 กิจกรรม/งานที่ได้รับมอบหมาย

2.3 การประกาศข้อมูลข่าวสาร

2.4 มีแหล่งความรู้เพื่อให้ผู้เรียนสืบค้น

2.5 การใช้กระดานอภิปราย

2.6 ให้คำแนะนำ/ข้อมูลป้อนกลับและการตอบคำถาม

### 3) ชั้นสรุป

การประเมินผล/ทดสอบความรู้

## 3. แนวคิดเกี่ยวกับระดับความสามารถทางการเรียน (Learning Performance)

### 3.1 ความหมาย และลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง

Laycock (อ้างถึงใน ขวัญอรุณ สถากุลเจริญ, 2544) เด็กที่มีความสามารถสูง โดยกล่าวแยกเป็น 2 ประเภทคือ เด็กที่มีสติปัญญาเลิศ ซึ่งหมายถึงเด็กที่มีระดับสติปัญญาสูงกว่าเด็กปกติ และเด็กที่มีความถนัดเฉพาะด้านซึ่งหมายถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะสาขาใดสาขาหนึ่งหรือมากกว่า

Fleigler และ Bish (อ้างถึงใน ขวัญอรุณ สถากุลเจริญ, 2544) เด็กที่มีระดับสติปัญญาสูงหรือเด็กที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงว่าเป็นเด็กที่มีอยู่ในระดับ 15-20% ของจำนวนนักเรียนทั้งโรงเรียนหรือเด็กที่มีความสามารถระดับสูงในสาขาวิชาเฉพาะต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษา และดนตรี

Witty (อ้างถึงใน ขวัญอรุณ สถากุลเจริญ, 2544) ได้กล่าวลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงไว้ดังนี้

1. มีความสามารถใช้คำพูดต่างๆ ได้มากและถูกต้องแม้มีอายุน้อย
2. มีความสามารถเล่าเรื่องโดยคิดขึ้นเอง
3. สามารถจดจำสิ่งที่พบเห็นได้
4. ชอบอ่านหนังสือและสนใจหนังสือเป็นพิเศษ
5. มีความสนใจนาฬิกาและปฏิทินมากกว่าเด็กอื่น
6. มีความสนใจสิ่งต่างๆ นานกว่าเด็กอื่น



7. แสดงความสามารถพิเศษออกมาตั้งแต่เด็ก เช่น ศิลปะ ดนตรี กีฬา พัฒนาการด้านการอ่านเร็วกว่าเด็กทั่วไป

สุชา จันทร์เอม (2521: 24) ได้กล่าวลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงไว้ดังนี้

1. มีความสามารถในการรับรู้และเรียนรู้ได้รวดเร็ว
2. มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีและมีความละเอียดรอบคอบในการแก้ปัญหา
3. มีสมาธิดี สามารถจดจำสิ่งต่างๆ ได้แม่นยำ
4. มีความอยากรู้อยากเห็น ช่างซักถาม
5. มีความเชื่อมั่นในตนเอง

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงจะมีอยากรู้อยากเห็น จดจำข้อมูลได้ดี ช่างสังเกตและซักถาม มีความคิดสร้างสรรค์และสมาธิ สามารถคิดเชิงนามธรรม เป็นนักอ่าน มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี และมีความละเอียด รอบคอบในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ดังนั้นผู้วิจัยได้จัดให้ผู้เรียนกลุ่มสูง เป็นผู้ชำนาญด้านทฤษฎี ดำเนินกิจกรรม และสรุปความคิดรวบยอดของกลุ่ม

### 3.2 ลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ

Roth และ Meyersberg (1963) ลักษณะและพฤติกรรมในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไว้ว่า นักเรียนมักจะแสดงพฤติกรรมที่ไม่อยากจะเรียนรู้ ทำให้ขาดทักษะในเรื่องนั้นๆ ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงออกมักจะเป็นไปในทางที่ไม่ดี ขาดจุดมุ่งหมายของตัวเอง มีความสามารถในการเรียนต่ำ มีความสัมพันธ์กับเพื่อนที่ไม่ดี มีปมด้อย และมีความกระวนกระวาย ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะป็นนิสัยที่ติดตัวนักเรียน ในที่สุดก็จะกระทบถึงพัฒนาการต่างๆไปของนักเรียน

Rogers (1969 อ้างถึงใน วรวงคณา หอมจันทร์, 2542 : 56) ได้กล่าวลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำไว้ดังนี้

- 1) รับรู้ว่าเป็นบุคคลไม่มีคุณค่า

- 2) มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ
- 3) ไม่ชอบโรงเรียน
- 4) ไม่ชอบเป็นผู้นำ
- 5) ไม่มีการวางแผนอนาคต
- 6) มีนิสัยในการเรียนที่ไม่ดี
- 7) มีความสนใจแคบ
- 8) ขาดความสามารถในการปรับตัว

สุรวงศ์ ไคว้ตระกูล (2533: 97-98) ได้กล่าวลักษณะของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำไว้ดังนี้

- 1) เมื่อเผชิญกับปัญหา เด็กที่เรียนช้ามักความท้อถอยหรือคับข้องใจ
- 2) เด็กที่เรียนช้าจะขาดความเชื่อมั่นในตนเอง ขาดความนับถือตนเอง
- 3) มีความจำระยะสั้น
- 4) มีความสนใจสั้น
- 5) ไม่สามารถที่จะสำรวจความคิดและพฤติกรรมได้นาน

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ จะเป็นคนที่มีความสนใจน้อยรับรู้ได้ช้า ช่วงความจำสั้น เข้าใจนามธรรมได้ยาก แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ มักท้อถอยเมื่อเจอปัญหา ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง ไม่กล้าซักถามเมื่อเกิดความสงสัย และไม่ชอบความเป็นผู้นำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดการเรียนโดยใช้สถานการณ์จำลอง และผู้เรียนกลุ่มสูงเข้ามาช่วยเหลือ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านห้องสนทนาเสมือน เพื่อให้ผู้เรียนกลุ่มต่ำค่อยๆ เรียนรู้โดยทำหน้าที่เป็นผู้วางแผนการแก้ปัญหา และสืบค้นข้อมูล

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีการออกแบบงานวิจัย การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

รายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือวิจัย
4. วิธีดำเนินการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอรุณประเทศ จังหวัดสระแก้ว ที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน โดยใช้ขั้นตอน ดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน ผู้วิจัยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และเป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมด้านเครื่องมือ มีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตพร้อม

2. สุ่มผู้เรียนโดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เลือกมา 3 ห้องเรียน คือ ม.4/3 ม.4/5 และม.4/6 ซึ่งมีจำนวนผู้เรียนห้องละ 44, 44 และ 43 คน ตามลำดับ รวมเป็น 132 คน

3. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 และจัดกลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง และต่ำ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

นักเรียนที่มีคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ 71-100 เป็นนักเรียนกลุ่มสูง  
 นักเรียนที่มีคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ 1- 30 เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

4. หลังจากจัดกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 ระดับ ระดับละ 30 คน จากนั้นสุ่มอย่างง่ายเพื่อกำหนด กลุ่มทดลอง 2 กลุ่มโดยที่ทั้งสองกลุ่มมีกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แบ่งผู้เรียน ออกเป็น 2 กลุ่ม เท่าๆกัน จะได้กลุ่มตัวอย่างละ 30 คน รวมทั้งสิ้น 60 คน เพื่อรับการทดลองโดย การเรียนผ่านห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง

ตารางที่ 4 การจัดกลุ่มตัวอย่าง

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการ กำหนดแนวทาง
สูง	30
ต่ำ	30
รวม	60

ตารางที่ 5 แบบแผนการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลองโดยจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2547) ดังแผนภาพการทดลอง

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง		
สูง(a <sub>1</sub> )	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>3</sub>
กลาง(a <sub>2</sub> )	O <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>4</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

a<sub>1</sub> แทน ผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง  
 a<sub>2</sub> แทน ผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ  
 O<sub>1</sub> O<sub>2</sub> แทน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียน

X<sub>1</sub> แทน การเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง

O<sub>3</sub> O<sub>4</sub> แทน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียน

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. การเรียนการสอนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน

## 3. การสร้างเครื่องมือวิจัย

ส่วนที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้การใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง 2) การพัฒนาเว็บจัดการเรียนการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้การใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และขั้นตอนการออกแบบกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและห้องทดลองเสมือน จากการศึกษาผู้วิจัยได้ทราบถึงกระบวนการ ขั้นตอน ประโยชน์ ข้อดี และข้อจำกัดของการจัดกิจกรรม ซึ่งเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง

1.2 ศึกษาเอกสารหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักการ แนวทางการจัดการเรียนการสอน คู่มือครู จากการศึกษาหลักสูตร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเรื่องที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือเรื่อง งานและพลังงาน โดยการเลือกเนื้อหาต้องคำนึงถึงเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1.2.1 เป็นเนื้อหาที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นสาระเพิ่มเติม

1.2.2 เนื้อหาเป็นเรื่องเกี่ยวกับนามธรรม ยกแก่การทำความเข้าใจ จึงเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนช่วย

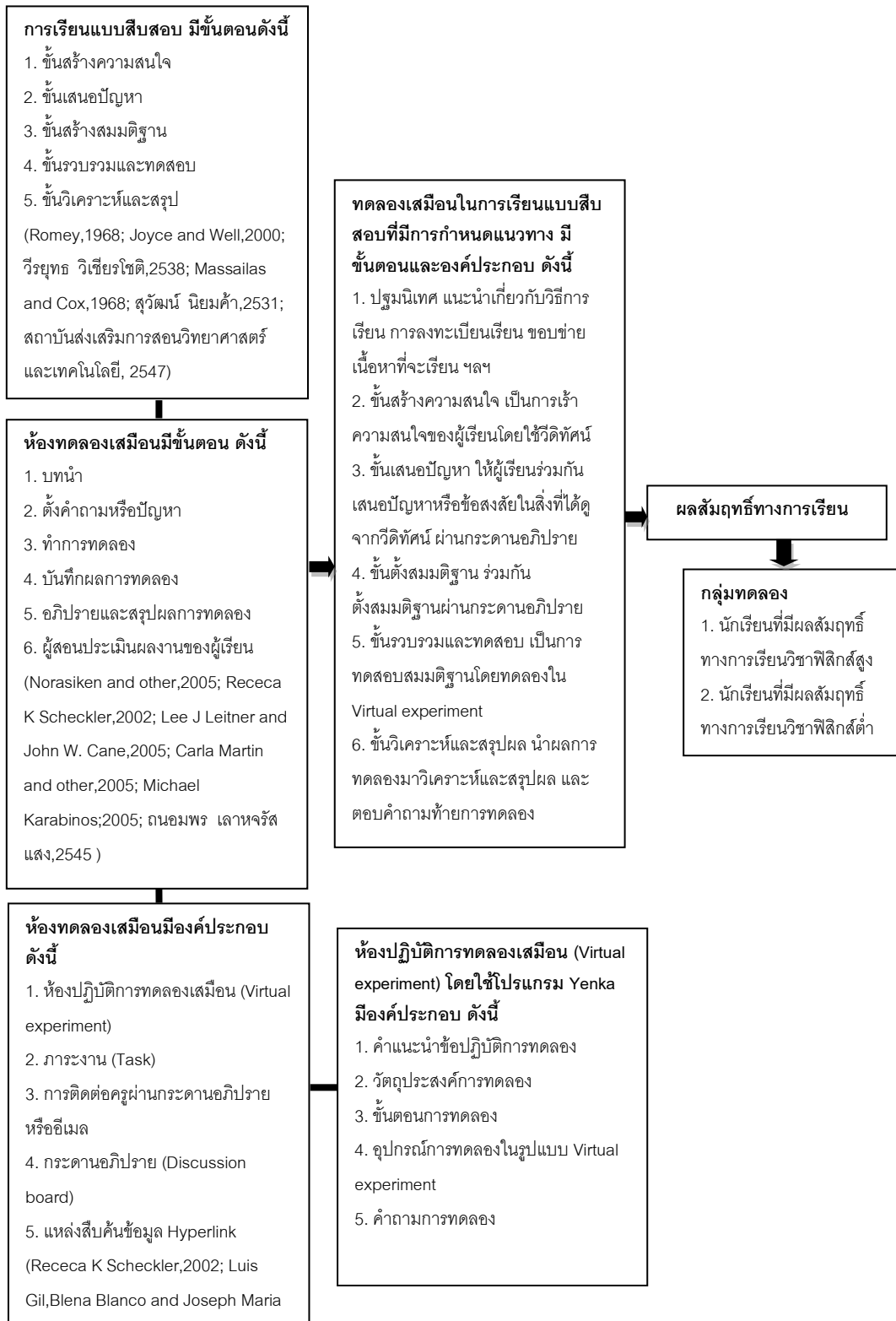
1.3) วิเคราะห์ ออกแบบสร้างผังงาน โครงสร้างของบทเรียนผ่านเว็บ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการใช้บทเรียนจนถึงเรียนจบบทเรียนว่ามีเครื่องมือ และวิธีการอย่างไร ด้วยการสังเคราะห์ให้มีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน

1.4) กำหนดเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการประเมินผล แล้วนำมาเขียนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ ที่มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด โดยออกแบบการเรียนการสอนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ตามรูปแบบ ทฤษฎีและหลักการต่างๆ ตามที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ามา

1.5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน (ดูรายนามผู้เชี่ยวชาญ ในภาคผนวก ก.) ตรวจสอบความถูกต้องและความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ว่าครบถ้วนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (ดูตารางความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก จ.) แล้วปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากผลการประเมินค่าความสอดคล้อง โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนต่ำสุดการประเมินความสอดคล้อง (IOC) = 0.66

สำหรับการจัดการเรียนแบบโดยใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ผู้วิจัยได้ออกแบบ ดังนี้

**ความสัมพันธ์ของขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง**



2. การพัฒนาเว็บการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง เรื่อง งานและพลังงาน มีลักษณะเป็นเว็บไซต์ที่มีขั้นตอนสืบสอบทั้งหมด 5 ขั้นตอน จำนวน 4 เรื่อง ประกอบด้วย งานในทางฟิสิกส์ พลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว พลังงานจลน์กับมวล และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น ในเว็บการเรียนรู้นี้อาศัยองค์ประกอบของเครื่องมือการสื่อสารบนเว็บในการทำกิจกรรมตามแผนการสอน ได้แก่ การใช้กระดานอภิปราย การใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน(Virtual experiment) การใช้สื่อวีดิทัศน์ มีขั้นตอนการสร้างเว็บดังนี้

2.1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และขั้นตอนของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งศึกษาเอกสารหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน

2.2) วิเคราะห์เนื้อหาในเรื่อง งานและพลังงาน และคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม เพื่อสร้างเว็บการเรียนรู้การสอนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง

2.3) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เขียนเนื้อหาบทเรียน และเลือกใช้วีดิทัศน์และห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน(Virtual experiment) ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.4) การพัฒนาเว็บการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ให้เหมาะสมตามทฤษฎีและข้อค้นพบต่างๆ ในงานวิจัย คือ ในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง จะเป็นกระบวนการที่ได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง โดยใช้กระดานอภิปราย (Webboard) และทำกิจกรรมต่างๆตามขั้นตอนที่ผู้วิจัยกำหนดให้ นอกจากนี้ยังมีแหล่งความรู้ภายนอกที่ใช้ search engine เพื่อให้ผู้เรียนหาความรู้ได้อย่างเต็มที่ และสามารถคิดได้อย่างอิสระ อีกทั้งวีดิทัศน์ที่ใช้ในการสร้างความสนใจและการทดลองเสมือน(Virtual experiment)ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น จะเป็นตัวช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และยังช่วยจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ด้วยตนเองจากการทำการทดลองเสมือนผ่านเว็บ เพราะผู้เรียนจะได้ทดลองและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

2.5) นำบทเรียนบนเว็บที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของโครงสร้างเพื่อรับคำแนะนำ และแก้ไขปรับปรุง จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ดูรายนามผู้เชี่ยวชาญ ในภาคผนวก ก.) ประเมินบทเรียนโดย



ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของการใช้บทเรียน จากนั้นนำคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ  
ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียน

2.6) ผลการประเมินเว็บโดยรวมอยู่ที่ 4 อยู่ในระดับมาก (ดังตารางใน  
ภาคผนวก จ.) ค่าเฉลี่ยการออกแบบบทเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่  
มีการกำหนดแนวทาง โดยรวมอยู่ที่ 4.35 อยู่ในระดับมาก (ดังตารางในภาคผนวก จ.) และค่าเฉลี่ย  
การวิเคราะห์สื่อการทดลองเสมือน (Virtual experiment) โดยรวมอยู่ที่ 4 อยู่ในระดับมาก (ดัง  
ตารางในภาคผนวก จ.)

2.7) แก้ไขปรับปรุงเว็บการเรียนจากข้อเสนอแนะที่ผ่านการประเมิน  
คุณภาพโดยใช้แบบประเมินเว็บการเรียนการสอนที่ใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบ  
ที่มีการกำหนดแนวทาง

2.8) นำเว็บที่ได้รับการแก้ไขแล้วทั้งในด้านเนื้อหาและการออกแบบตาม  
คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องมือ โดยไปทดสอบความสามารถในการ  
ใช้เว็บไซต์ (Usability test) โดยใช้แนวคิดโครงสร้างรูปแบบการประเมินของมหาวิทยาลัยโคโรลา  
โด (<https://www.cu.edu/irm/stds/usability/>) เพื่อประเมินความสามารถในการเข้าถึงหน้า  
บทเรียน ความเข้าใจวิธีการเรียน เนื้อหา ภาษาที่ใช้และคำสั่งในขั้นตอนการเรียน การใช้ระยะเวลา  
ในการเข้าถึง และความผิดพลาดของจุดเชื่อมโยงต่างๆ กับผู้เรียนที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง  
จำนวน 30 คน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาแก้ไขปรับปรุง

## ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและ พลังงาน

ที่ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและ  
พลังงาน จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 30 ข้อ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom ประกอบด้วย 6 ด้าน  
ได้แก่ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการ  
ประเมินค่า

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom ที่ออกแบบมีจำนวน 30  
ข้อ จากนั้นคัดไว้ 25 ข้อ แบ่งจำนวนข้อตามด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom ดังนี้

2.1 ความรู้-ความจำ จำนวน 5 ข้อ

2.2 ความเข้าใจ จำนวน 5 ข้อ

2.3 การประยุกต์ใช้ จำนวน 5 ข้อ

2.4 การคิดวิเคราะห์ จำนวน 5 ข้อ

2.5 การสังเคราะห์ จำนวน 5 ข้อ

2.6 การประเมินค่า จำนวน 5 ข้อ

ซึ่งมีลักษณะข้อคำถามเป็นสถานการณ์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยการให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน มีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ดังแสดงในภาพประกอบ

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน



#### 4. วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม จำนวน 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที จัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

##### 1. ขั้นเตรียมการ

1.1 จัดทำแผนจัดการเรียนรู้ในการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เรื่องงานและพลังงาน

1.2 เตรียมเว็บสำหรับใช้ในการทดลอง โดยทดสอบความพร้อมในการใช้งานให้เรียบร้อย

1.3 เตรียมกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง จากผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอรัญประเทศ อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน โดยจัดเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง และต่ำ ตามระดับค่าคะแนนผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ในทอมที่ผ่านมา

1.4 ทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัยถึงโรงเรียนอรัญประเทศ อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว

1.5 กำหนดช่วงเวลาในการทดลอง

##### 2. ขั้นดำเนินการทดลอง

2.1 ปฐมนิเทศ อธิบายวิธีการเรียน การทำกิจกรรม ระยะเวลาเรียน วัตถุประสงค์ของวิชา และการประเมินผลการเรียน

2.2 ทดสอบก่อนเรียน

2.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีเครื่องมือและวิธีการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน

#### 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อศึกษาจบบทเรียนทั้ง 2 สัปดาห์แล้ว จึงให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นนำผลไปทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงาน หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ทางสถิติ มีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test

(Dependent Samples)

2. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงและต่ำ โดยใช้สถิติ t-test (Independent)

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือน ในการเรียน แบบสืบสอบ ที่มีการกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบผลของการเรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์แตกต่างกัน

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลผลคะแนนของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ และทดสอบสมมติฐานโดยมีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

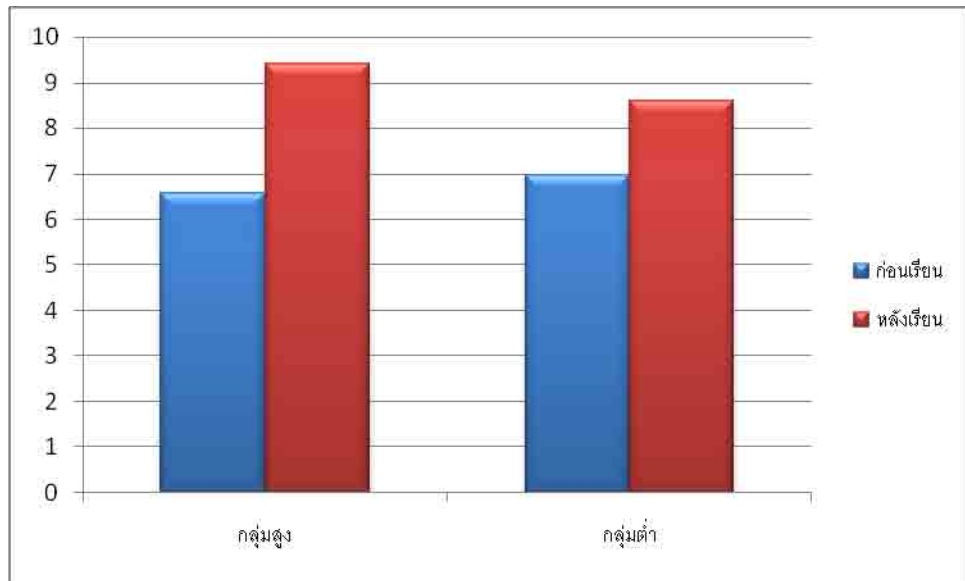
#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง

1. เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำและสูง เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 1
2. เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำและสูง เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 1** การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test Dependent)

กลุ่มตัวอย่าง	n		$\bar{X}$	S.D.	t-test	Sig.
นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง	30	ก่อนเรียน	6.57	2.24	-6.645	.000
		หลังเรียน	9.40	1.69		
นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ	30	ก่อนเรียน	6.97	2.02	-4.058	.000
		หลังเรียน	8.60	1.81		

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม ที่เรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 คือกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 6.57 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 2.24 และมีค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 9.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 1.69 กลุ่มทดลองที่ 2 คือกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 6.97 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 2.02 และมีค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 8.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 1.81



รูปที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียน และหลังการของการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือน ในการเรียน แบบสืบสอบที่มีการกำหนด แนวทางระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม



ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (T – test Independent)

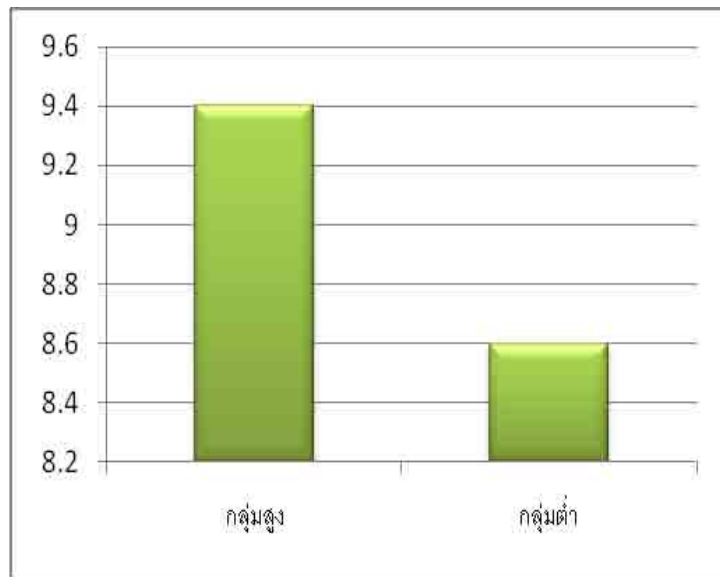
กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	Sig.
นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง	30	6.57	2.24	.40
นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ	30	6.97	2.02	.40

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ที่เรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง พบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนการทดสอบก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลอง ที่ 1 คือกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 6.57 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 2.24 กลุ่มทดลองที่ 2 คือกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 6.97 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 2.20

**ตารางที่ 3** การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (T – test Independent)

กลุ่มตัวอย่าง		n	$\bar{X}$	S.D.	Sig.
นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง	หลังเรียน	30	9.40	1.81	.083
นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ	หลังเรียน	30	8.60	1.69	.083

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ที่เรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง พบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนการทดสอบหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 คือกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 9.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 1.81 กลุ่มทดลองที่ 2 คือกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 8.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 1.69



รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียน  
ของการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบ  
ที่มีการกำหนดแนวทาง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

## ตารางแสดงจำนวนครั้งในการแสดงความคิดเห็น

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้ง ในการแสดงความคิดเห็น
กลุ่มผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์สูง	49
กลุ่มผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ต่ำ	38

### ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนจากการสังเกตบนกระดานอภิปราย พบว่า

#### ชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจ

ตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นจากการดูวิดีโอทัศน์ของผู้เรียน

- งานเกิดจากแรงคุณระยะทาง
- งานจะเกิดขึ้นจะต้องมีการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงมากระทำ
- งานกับพลังงานเกี่ยวข้องกันเพราะมันเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
- Kinetic and potential energy พลังงานจลน์และพลังงานศักย์
- The rolling boulder crashing down the mountain. That's kinetic energy ก้อนหินกำลังลงจากภูเขาเป็นพลังงานจลน์
- The boulder sitting high up on the mountain. That's potential energy ก้อนหินอยู่นิ่งในที่สูงบนภูเขาเป็นพลังงานศักย์
- Energy in motion is Kinetic พลังงานที่เคลื่อนไหวเป็นพลังงานจลน์
- Energy that is waiting is Potential พลังงานที่รอหรือหยุดอยู่นิ่งเป็นพลังงานศักย์
- You stretch a rubber band and then release it. That's Kinetic Energy เมื่อคุณยืดยางรัดแล้วปล่อยมัน นั่นคือพลังงานจลน์
- You stretch a rubber band and then you hold it. That's Potential Energy เมื่อคุณยืดยางรัดแล้วถือเอาไว้ นั่นคือพลังงานศักย์

## ขั้นที่ 2 ขั้นเสนอปัญหา ผู้เรียนมีการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับวิถีทัศน์ที่ได้ดู

ตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนในการตั้งคำถามหรือปัญหาที่สนใจ

- งานและพลังงานมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร
- ทำไมถึงมีงานเกิดขึ้นเมื่อออกแรงกระทำ
- งานเกิดจากอะไร
- การเข็นรถ เกิดงานหรือไม่ ? แล้วการยกหูโทรศัพท์จะเกิดงานมั๊ย
- คำขอถามเพื่อนว่างานมีกี่ชนิด vdo2 เขาพูดถึงพลังงานศักย์ทั้ง 2 อย่างเลยใช้รีปาวใช้พลังงานศักย์โน้มถ่วงกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นหรือเปล่า
- ตอนเข็นรถหนัះ เกิดงานตอนไหน
- ลูกตุ้มที่ชนกันแต่อีกข้างมี 2 ลูกไม่ติดกันเกิดพลังงานอะไร
- ลูกกอล์ฟถูกตีเกิดพลังงานอะไร
- เมื่อแกว่งหินขึ้นไปบนฟ้าในแนวตั้งความเร็วตอนขึ้นไปกับความเร็วตอนตกจะเท่ากันหรือไม่
- หินเมื่อตกจากที่สูงและจมลงไปบนดินความเร็วจะลดลงหรือไม่
- เมื่อเราออกแรงดันรถแล้วรถไม่ขยับเกิดงานหรือไม่
- เมื่อลูกกอล์ฟโดนกระจกทำให้กระจกแตกเกิดงานหรือไม่
- เมื่อเราออกแรงหวดไม้กอล์ฟไปที่ลูกกอล์ฟจะทำให้เกิดแรงชนิดใดบ้าง
- เมื่อเรายืดหนังยางออกแรงที่เกิดพลังงานศักย์ ชนิดใด อธิบาย
- เมื่อเหวี่ยง ลูกหินขึ้นไปจะเกิดพลังงานชนิดใด
- เมื่อออกแรงดันรถยนต์ที่ติดล่อม จะมีแรงเสียดทาน หรือไม่ เพราะอะไร
- งานมีกี่ชนิด
- ในขณะที่ก้อนหินตกจากภูเขาสูงจะเกิดพลังงานอะไรขึ้น
- ทำไมเวลาออกแรงดันรถยนต์ รถยนต์กลับไม่ขยับหรือเคลื่อนที่ เพราะเหตุใด
- ขณะที่ยืนอยู่นั้นเกิดงานหรือไม่ อย่างไร
- ตอนเข็นรถหนัះ เกิดงานตอนไหน
- ลูกตุ้มที่ชนกันแต่อีกข้างมี 2 ลูกไม่ติดกันเกิดพลังงานอะไร
- ลูกกอล์ฟถูกตีเกิดพลังงานอะไร
- พลังงานจลน์เกิดขึ้นเมื่อไร
- ก้อนหินที่ตกจากภูเขาขรุขระกับภูเขาเรียบ การตกแบบไหนจะเกิดงานมากกว่ากัน

- แรงต้านอากาศเป็นแรงเดียวกันกับแรงเสียดทานหรือไม่
- งานจะเกิดจากแรงคูณระยะทางเสมอไปหรือไม่
- วัตถุตกจากที่สูง และมีแรงต้านอากาศจะคิดแรงต้านเปรียบเสมือนแรงเสียดทานใช้ไหม
- ความสูงมีผลต่องานหรือไม่เพราะเหตุใด
- คนที่ออกแรงเข็นรถ แต่ว่ารถไม่เคลื่อนที่ เพราะเหตุใดจึงไม่เกิดงาน
- ตอนที่คนแกว่งลูกหินที่อยู่ในมือแล้วปล่อย จะเกิดพลังงานอะไร
- พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่คือพลังงานอะไร
- งานจะเกิดขึ้นได้เฉพาะตอนที่ไม่ว่างกับที่เท่านั้นหรือ
- ก่อนและหลังที่ลูกกอล์ฟจะถูกตีจะมีพลังงานเท่าหรือต่างกัน
- ตอนที่ทำงานอย่างกับปล่อยหนังยาง พลังงานจะเป็น Eps มีัย
- ความสูงมีผลต่อการเกิดงานหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ยิ่งวัตถุห่างจากพื้นโลกค่าน้ำหนักของวัตถุจะคูณเท่ากับระยะห่างของจากพื้นโลก

### ขั้นที่ 3 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ตัวอย่างสมมติฐานที่ผู้เรียนตั้งขึ้น

- ในขณะที่ก้อนหินตกจากภูเขาสูงจะเกิดพลังงานจลน์

(ตัวแปรต้น - ก้อนหิน)

(ตัวแปรตาม - พลังงานจลน์)

- รอบของแรงที่ใช้เหวี่ยงวัตถุออกแต่ละชั้นไปจะมีผลต่อพลังงานที่เกิดขึ้น

(ตัวแปรต้น - รอบของการเหวี่ยงวัตถุ)

(ตัวแปรตาม - พลังงาน)

- แรงมีผลต่อการเกิดงาน ถ้าออกแรงเยอะงานก็จะเพิ่มขึ้นตามแรงที่ออก

(ตัวแปรต้น : แรงที่ออก )

(ตัวแปรตาม : งานที่เกิดขึ้น )

- เมื่อโยนลูกบอลใส่กำแพงแล้วด้งกลับมา แสดงว่าเกิดพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ตัวแปรต้น: ลูกบอลในขณะที่โยนใส่กำแพง

ตัวแปรตาม: พลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่เกิดขึ้น Eps

- เมื่อรถเกิดการเคลื่อนที่ที่เกิดพลังงานจลน์

ตัวแปรต้น คือ รถที่เคลื่อนที่

ตัวแปรตาม คือ พลังงานจลน์ที่เกิดขึ้น

- มวลของวัตถุมีผลต่อพลังงานจลน์ที่เพิ่มขึ้น คือมวลมากพลังงานจลน์จะมากตาม

ตัวแปรต้น คือ มวลของวัตถุ

ตัวแปรตาม คือ พลังงานจลน์ที่เกิดขึ้น

#### ขั้นที่ 4 ขั้นรวบรวมและทดสอบ

ตัวอย่างผลการทดลองจากการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนเพื่อทดสอบสมมติฐาน

#### ผลการทดลองเรื่อง งาน

ตารางบันทึกผลการทดลอง					
แนวแรง	พลังงานศักย์โน้มถ่วง J	ระยะทาง m	งาน J	ความเร็ว km/hr	แรงโน้มถ่วง N
แนวตั้ง	558.99	57	558.99	36	9.8
ไปทางซ้าย	0	0	0	36	9.8
ไปทางขวา	0	0	0	36	9.8

#### ผลการทดลองเรื่อง พลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

ความเร็วของรถบัส km/hr	พลังงานจลน์ที่เกิดขึ้น J
10	123.46
20	493.83
30	1111.11
40	1975.31

#### ผลการทดลองเรื่อง พลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงมวล

ชนิดของรถ	มวล(kg)	ความเร็ว(m/s)	งานที่เกิด(J)
lorry	1000	20	15432.1
Terrain car	750	20	11574.07
Small car	500	20	7716.05
racecar	400	20	6172.84
bus	1000	20	15432.1
Family car	600	20	9259.26

### ผลการทดลองเรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

มวล (kg)	ความเร็ว (m/s)	ระยะที่สปริงยืดออก (m)	พลังงานศักย์ยืดหยุ่นสูงสุดมวล (J)
4	1.02	0.2	8
5	0.21	0.2	7
6	0.3	0.1	2
7	0.36	0.1	2
8	-0.075	0.13	3.3

### ขั้นที่ 5 ขั้นวิเคราะห์และสรุปผล

ตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นและสรุปผลการทดลองจากขั้นที่ 4

- สรุปผลการทดลองเรื่อง งาน จากผลการทดลอง สรุปได้ว่า งานจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการออกแรงแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับแรง หากวัตถุเคลื่อนที่แต่ออกแรงตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่งานที่ได้จะเป็นศูนย์
- สรุปผลการทดลองเรื่อง พลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า พลังงานจลน์จะเพิ่มขึ้น หากความเร็วเพิ่มขึ้น และจะลดลง หากความเร็วของรถยนต์ลดลง
- สรุปผลการทดลองเรื่อง พลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงมวล จากผลการทดลองทำให้ทราบว่า พลังงานจลน์มีความเกี่ยวข้องกับมวล หากมีมวลมากนั่นคือ รถยนต์คันใหญ่จะทำให้เกิดพลังงานจลน์มากตาม และหากดูที่รถยนต์คันเล็กพลังงานจลน์ที่เกิดจะน้อยกว่ารถยนต์คันใหญ่
- สรุปผลการทดลองเรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น จากผลการทดลองพบว่า สปริงที่ยืดออกมีผลต่อค่าพลังงานศักย์ที่เกิดขึ้น โดยหากยืดสปริงออกมาก พลังงานศักย์จะมากตาม และมวลที่ปลายสปริงก็มีผลต่อระยะที่สปริงยืดด้วย



ตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนที่นอกเหนือจากการทำตามบทบาทที่ครูเป็นผู้กำหนดในแต่ละขั้นตอน พบว่า

1. ผู้เรียนมีการให้คำถามและให้คำแนะนำระหว่างเพื่อนในกลุ่มที่เป็นประโยชน์ในการต่อยอดความรู้ ซึ่งพบตัวอย่างประโยคดังนี้

**คำถาม :** จำเป็นไหมที่คนน้ำหนักมากจะมีแรงมากกว่าคนน้ำหนักน้อย

**คำตอบ :** คงจะเป็นเช่นนั้นเพราะคนน้ำหนักมากแรงกระทำมากกว่าคนน้ำหนักน้อยอยู่

แล้วคงถูกนะ

**คำตอบ :** บางคนน้ำหนักมากแต่อาจจะมีแรงกระทำน้อยกว่าคนน้ำหนักน้อยก็ได้

**คำตอบ :** แต่เราว่าเกี่ยวนะ ลองเปลี่ยนจากน้ำหนักคนเป็นรถบรรทุกกับรถจักรยานดูสิ

เราว่ารถจักรยานมีแรงน้อยกว่ารถบรรทุกนะ

**คำถาม :** เป็นไปได้หรือไม่ที่คนมีน้ำหนักตัวน้อยสามารถยกของที่มีน้ำหนักมากกว่าน้ำหนักตัวเองได้

**คำถาม :** เพื่อนๆพลังงานศักย์เกิดจากอะไร

**คำตอบ :** วัตถุสามารถเก็บสะสมพลังงาน ซึ่งเป็นผลมาจากตำแหน่งของวัตถุ

ตัวอย่างเช่น ลูกบอลโลหะของรถตุบทำลายตึก มีพลังงานเพิ่มขึ้นเมื่อมันถูกยกให้สูงขึ้น พลังงานที่เพิ่มขึ้นนี้ คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง อีกตัวอย่างหนึ่ง นั่นก็คือ ลูกศรที่ถูกดึงเพื่อจะยิงออกไปจากคันธนูก็มีพลังงานเพิ่มขึ้นเมื่อตำแหน่งในการดึงเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งพลังงานที่สะสมอยู่ในลูกศรนี้ คือ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น กล่าวโดยสรุป พลังงานศักย์คือพลังงานที่เก็บสะสมอยู่ในตัววัตถุเนื่องจากตำแหน่งของวัตถุนั้น

**คำถาม :** มวลแปลงเป็นนิวตัน เราเอาน้ำหนักของมวลคูณกับอะไรคับ

**คำตอบ :** จะเปลี่ยนหน่วยเพื่ออะไรถ้าเปลี่ยนเพื่อหาแรงก็ได้! แต่ถ้าเปลี่ยนหน่วยเฉยๆ จากมวลมันจะกลายเป็นแรงเลยมันคนละเรื่องกัน

**คำถาม :** ไม่เข้าใจเท่าไร แต่ก็พอจะรู้เรื่องบ้างว่างาน จะต้องหาได้จาก มวล คูณ ระยะทาง....ใช่ป่าวอะ

**คำตอบ :** ไม่ใช่ ไม่ใช่ มาจากแรงคูณกับระยะทาง

2. ผู้เรียนมีการให้คำชื่นชม และการแสดงการยอมรับในความคิดเห็นของเพื่อน พบ ตัวอย่างประโยคดังนี้

- ที่โพลสมาก็มีเหตุผลนะ

- เก่งจังเพื่อน

- เข้าใจแล้วหละ เป็นเพราะนายคนเดียวเลย

- ไม่น่าเชื่อ นายเก่งสุดยอดเลย
- ว้าว ตอบได้ไงอะ สุดยอดเลยเพื่อน

3. ผู้เรียนมีการตั้งคำถามเมื่อพบว่าสมาชิกในกลุ่มเริ่มออกนอกกลุ่มนอกทาง พบตัวอย่างประโยคดังนี้

- พอๆ เดี่ยวคะแนนหมด 🤔 ขอสาระหน่อยยย !?
- เป็นการเป็นงานน้อยสิ!
- คนละเรื่องละ
- โปสอะไร เป็นการเป็นงานน้อย เดี่ยวโดนหักคะแนน 🤔

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลของการใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์แตกต่างกัน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอรุณประเทศ จังหวัดสระแก้ว ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จากนั้นจัดกลุ่มผู้เรียนโดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง และต่ำ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง และต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงและต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัย เรื่อง ผลการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ

1. เพื่อศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงและต่ำ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการเรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบแบบที่มีการกำหนดแนวทาง ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงและต่ำ

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง และต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากมีปัจจัยหลายด้านที่สนับสนุนดังนี้

1.1 การเรียนแบบสืบสอบเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามเกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการกำหนดบทบาทของผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนดังนี้ ผู้สอนจะเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง ในการอ้างอิงปัญหาหรือคำถามที่นำมาอภิปราย เป็นเพียงผู้ที่คอยกระตุ้นให้การเรียนดำเนินไปเท่านั้น หากผู้เรียนสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม ถูกต้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อเกิดปัญหาที่ยากแก่การแก้ไข สอดคล้องกับ วีริชิต วิเชียรโชติ (2521 อ้างถึงใน สุวิทย์และอรทัย คำมูล, 2545: 137) ได้กล่าวถึงประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบประเภทหนึ่งคือ นักเรียนจะเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) เป็นวิธีสอนที่นักเรียนหาความรู้โดยใช้คำถาม ซักถามตามขั้นต่างๆ จนนักเรียนสามารถสรุปความรู้ด้วย ตนเอง ผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถามเพียง 10% และนักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม 90% โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้มีการกำหนดหัวข้อหรือเรื่องให้ผู้เรียนจะเรียนรู้ หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเรื่องที่จะเรียนโดยการกำหนดให้

ผู้เรียนดูวิดีโอที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับงานและพลังงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเรื่องราวที่อยู่ในวิดีโอทัศนมาก เพราะเป็นเรื่องราวที่ผู้เรียนไม่เคยพบเจอมาก่อน หลังจากได้ดูแล้วผู้สอนจะปล่อยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพูดคุยกันในสิ่งที่ได้ดู โดยร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันผ่านกระดานอภิปราย ซึ่งผู้เรียนบางคนเกิดประเด็นคำถามหรือข้อสงสัย หรือมีการคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้า เช่น การเกิดงานจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ หรือทำให้วัตถุมีการเคลื่อนที่ พลังงานมักทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ ในขณะที่ตัวการ์ตูนข้างสลิงออกแล้วปล่อยนั่นคือเกิดพลังงานจลน์ เป็นต้น โดยในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละคนอาจจะยังไม่แน่ใจในคำตอบ แต่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อต้องการเพิ่มความมั่นใจกับสิ่งที่ตนกำลังทำความเข้าใจเรื่องราวในวิดีโอทัศน เนื้อหาในวิดีโอทัศนเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่มว่าแต่ละคนว่ามีความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาในวิดีโอทัศนอย่างไร ส่วนที่สำคัญของเนื้อหาในวิดีโอทัศนคืออะไร แม้จะยังไม่ทราบแน่ชัดว่ามีความถูกต้องหรือไม่ สิ่งเหล่านี้จะเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นเสนอปัญหา ในขั้นตอนนี้ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนตั้งปัญหาหรือคำถามเพื่อเป็นแนวทางในการค้นหาความรู้ ผู้สอนจะแนะแนวทางในการตั้งคำถามให้ผู้เรียน และคอยแนะนำหรือเสนอแนะในประเด็นคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ในขอบข่ายที่กำหนด นอกจากนี้ผู้สอนยังเป็นผู้กำหนดปริมาณคำถามที่ต้องร่วมกันตั้ง เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มได้มีบทบาทในการแสดงความคิดเห็นหรือกำหนดเงื่อนไขในการตั้งคำถามทำให้สมาชิกทุกคนรู้สึกมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกัน หากมีผู้เรียนตั้งคำถามนอกเหนือจากในวิดีโอทัศนหรือหากกำลังเรียนรู้นอกขอบข่ายการเรียนรู้ ผู้สอนต้องคอยชี้แนะให้ผู้เรียนเรียนรู้ในประเด็นที่อยู่ในเนื้อหาหรือบทเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการกำหนดแนวทางให้นักเรียน แสวงหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง โดยการพิจารณาเรื่องราวที่เกี่ยวกับปัญหาที่ นักเรียนได้วิเคราะห์ แล้วสรุปคำตอบที่คาดว่าน่าจะเป็นไปได้ ซึ่งจะต้องหาหลักฐานมาพิสูจน์หรือทดสอบ (Massialas and Cox, 1968) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนคัดเลือกคำถามของกลุ่มเพื่อนำมาตั้งเป็นสมมติฐาน เป็นการกำหนดเป้าหมายในการค้นคว้าร่วมกันเพื่อหาคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้ในสิ่งที่ต้องการรู้ ผู้สอนจะแนะแนวทางในการตั้งสมมติฐานให้ผู้เรียน และคอยแนะนำหรือเสนอแนะเกี่ยวกับตัวแปรที่ถูกหรือผิด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งสมมติฐานในขอบข่ายที่กำหนด โดยการให้ตัวอย่างในการตั้งสมมติฐานที่เหมาะสม ผู้เรียนจะเริ่มมีความมั่นใจในคำถามที่ตนตั้งและมีการให้คำตอบล่วงหน้าโดยมีการระบุองค์ประกอบหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาว่า ตัวแปรใดบ้างที่ทำให้เหตุการณ์หรือเรื่องราวต่างๆ

เป็นไป หรือเรื่องราวต่างๆจะเป็นไปในทิศทางใด เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนเริ่มแยกแยะส่วนต่างๆของข้อมูลและยังเริ่มสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นรวบรวมและทดสอบเป็นขั้นที่ครูอาจให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากสื่อ หรือแหล่งข้อมูลต่างๆ หรือทำการทดลอง ซึ่งทำได้ทั้งในและนอกชั้นเรียน หรืออาจทำการทดลองที่บ้านเพื่อรวบรวมข้อมูลซึ่งจะใช้หลักฐานตามสมมติฐานที่ตั้งไว้(Jacobson et al. ,1989) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเริ่มทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้แล้วในขั้นที่ 3 ผู้สอนจะแนะแนวทางในการทดลองให้ผู้เรียนผ่านข้อแนะนำในการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ มีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการทดลอง บอกขั้นตอนในการทดลอง ระบุตัวแปรสำคัญที่ต้องหาจากการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลให้และมีคำถามท้ายการทดลอง ในขั้นตอนนี้อาจมีบางกลุ่มตั้งสมมติฐานไม่ตรงกับเนื้อหาที่ครูกำหนด ซึ่งเมื่อผู้เรียนเริ่มต้นการทดลองนักเรียนจะทราบเองว่าสมมติฐานที่กลุ่มของตนตั้งขึ้นนั้นเหมาะสมหรือไม่ จากการดูสมมติฐานการทดลองในข้อแนะนำในการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนด การทดลองผ่านห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบเพื่อ การทดลองบนหน้าจออย่างง่าย ๆ จะอนุญาตให้ผู้เรียนควบคุมการทดลองได้ และเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ ให้คล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการจริง ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ถึงตัวแปรต่างๆที่สัมพันธ์กัน สามารถตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐาน และตัดสินใจได้ว่าตัวแปรใดหรือปริมาณใดที่มีความเกี่ยวข้องกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นวิเคราะห์ และสรุปผล เป็นขั้นที่ครูนำการอภิปรายให้นักเรียนนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่างๆเพื่ออำนวยการตรวจสอบสมมติฐาน แล้วสรุปเป็นคำตอบ ซึ่งเป็นสาระสำคัญของบทเรียน(Jacobson et al. ,1989) ผู้เรียนวิเคราะห์และลงข้อสรุปผลการทดลอง ผู้สอนจะมีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลอง และคอยให้คำแนะนำในการอภิปรายผลการทดลองหลังจากผู้เรียนส่งคำตอบหรือผลการทดลองและการตอบคำถามท้ายการทดลอง ซึ่งให้เห็นประเด็นที่ขาดหายไป และให้ร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติม โดยครูเป็นผู้ชี้แนะเพิ่มเติมตรวจสอบความถูกต้อง กลุ่มผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงสามารถนำผลการอภิปรายและสรุปผลออกมาได้ในระดับดีมาก เนื่องจากมีความเข้าใจในประเด็นที่กำลังค้นหา คำตอบอย่างชัดเจน ผลที่ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนกลุ่มนี้สามารถแสดงผลการทดลองได้อย่างครบถ้วน ในขั้นนี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถลงข้อสรุปได้อย่างชัดเจนจากส่วนกลุ่มผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ ผู้สอนจำเป็นต้องคอยให้คำแนะนำอย่างสม่ำเสมอในแต่ละขั้นตอนของการทดลอง เพราะผู้เรียนบางคนยังคงสับสนกับตัวแปรที่

เกี่ยวข้องกับปริมาณต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ช้ากว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง เมื่อผู้เรียนทั้งสองกลุ่มได้ทำการทดลองผ่านห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนแล้วสามารถบอกได้ถึงตัวแปรใดบ้างที่ส่งผลต่อกัน สามารถจับประเด็นสำคัญที่จะส่งผลต่อปริมาณอื่นๆ และสามารถสรุปเป็นกฎหรือสมการได้

1.2 ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน (Virtual Experiment) ห้องทดลองเสมือน หรือ แล็บเสมือนจริง หรือห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory) เป็นคอร์สแวร์ประเภทหนึ่งที่สามารถนำเสนอการจำลองบนหน้าจอภาพ (On-Screen Simulator) ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดลองสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2545) ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของห้องทดลองเสมือน ผู้วิจัยได้นำการทดลองเสมือนมาไว้ในขั้นตอนที่ 4 ของกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบ คือ ขั้นรวบรวมและทดสอบเพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบสมมติฐานซึ่งในห้องปฏิบัติการทั่วไปมีข้อจำกัดในเรื่องของเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากแก่การทำความเข้าใจ ข้อจำกัดในเรื่องของขนาดและปริมาณของวัตถุที่จะใช้ในการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานซึ่งในห้องปฏิบัติการทั่วไปทำได้ยาก เนื้อหาที่ผู้วิจัยใช้ในการเรียนการสอนในครั้งนี้ได้แก่ เรื่องงานและพลังงาน ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมเป็นส่วนใหญ่ จึงยากแก่การทำความเข้าใจ และเมื่อนำการทดลองเสมือนมาใช้ในการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนมองเห็นปริมาณที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น นอกจากนี้ขนาด หรือปริมาณของวัตถุต่างๆ ที่จะใช้พิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานหากทดลองในห้องปฏิบัติการทั่วไปอาจเป็นไปได้ยาก เช่นการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานจลน์ โดยในการทดลองเสมือนที่ผู้วิจัยออกแบบเป็นการใช้รถยนต์หลายประเภทที่มีมวลแตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพที่ชัดเจนและเห็นถึงปริมาณของพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นได้ง่ายขึ้น จากตัวอย่างที่กล่าวมาทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาหรือเรื่องราวที่กำลังค้นหาคำตอบมากขึ้น โดยผู้เรียนได้เห็นถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปริมาณต่างๆ ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น เช่น เรื่องของพลังงานจลน์กับมวล ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการทำการทดลองโดยการนำรถยนต์แต่ละประเภทมาทดสอบการวิ่งเพื่อดูพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้น แล้วเปรียบเทียบปริมาณของพลังงานจลน์ที่ได้จากมวลของรถยนต์แต่ละประเภท ซึ่งผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพอย่างชัดเจน และเข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆมากขึ้น นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการระบุนถึงตัวแปรที่สำคัญที่เป็นเงื่อนไขของการเกิดปริมาณต่างๆ ผู้เรียนสามารถค้นพบข้อความรู้ซึ่งเกิดจากการทดลองและค้นหาคำตอบในการทดลองผ่านการทดลองเสมือนได้ด้วยตนเอง

1.3 กระดานอภิปราย ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการ

เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนสูง อีกทั้งยังสามารถทำให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในหลายๆแง่มุม ที่เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ ฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ตลอดจนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นที่ขัดแย้งเพื่อประโยชน์สูงสุดในการเรียนรู้ของกลุ่ม การมีกระดานอภิปรายเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพขี้อาย ที่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในห้องเรียนปกติ ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นมากขึ้น สังเกตได้จากการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนหลายคนในห้องเรียนปกติแสดงความคิดเห็นน้อยมาก แต่เมื่อเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นสามารถแสดงออกมาได้ดี และมีความคิดที่แปลกใหม่ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนคนหนึ่งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องราวในวิดีโอว่า งานที่เกิดขัดที่สุดคือ ตอนที่ตัวการ์ตูนขึ้นรถแล้วรถไม่ขยับกับตัวการ์ตูนอีกคนหนึ่งยกโทรศัพท์ สามารถสรุปได้คือ สิ่งใดที่ออกแรงแล้วไม่ขยับต่อให้ออกแรงมากแค่ไหนถือว่าไม่เกิดงาน ส่วนสิ่งใดที่ทำให้วัตถุขยับได้แม้ออกแรงนิดเดียวถือว่าเกิดงาน ถือเป็น การแสดงความคิดเห็นที่ถูกต้องตรงประเด็น และเมื่อครูเข้าไปชมเชย จะมีเพื่อนๆสมาชิกเข้ามาแสดงความคิดเห็นชื่นชม ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจ และเกิดความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่อไปได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Norasiken Bakar, Halimah Bodioze Zaman (2005) ได้กำหนดองค์ประกอบที่สำคัญของห้องทดลองเสมือนเอาไว้ว่านั่นคือ กระดานอภิปราย

1.4 การจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บหรือผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต (Internet) ซึ่งการเรียนการสอนลักษณะนี้จะมีความยืดหยุ่นทางด้านเวลาโดยผู้เรียนสามารถเข้ามาเรียนในเวลาใดก็ได้ อีกทั้งไม่มีข้อจำกัดทางด้านระยะทาง และด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีประกอบกับความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบัน จึงสามารถพัฒนาให้มีการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory) บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้เรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียน รวมทั้งฝึกปฏิบัติทำการทดลองด้านวิทยาศาสตร์ภายในห้องปฏิบัติจริงได้ โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านระยะเวลา และสถานที่ (คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ , ณรงค์ สมพงษ์, 2546) และการออกแบบการเรียนบนเว็บให้เหมาะสมจะทำให้ผู้เรียนได้รับทั้งทักษะพื้นฐานในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เนื้อหาวิชา และทักษะการคิดขั้นสูง (Goldberg, 1997) ห้องทดลองโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียน สามารถเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งสามารถเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม หรือเพื่อนในห้องเรียนเดียวกันได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา หรือด้านระยะทาง อีกทั้งยังสามารถติดต่อ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้โดยอิสระ ทั้งผู้เรียนกับ



ผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ทำให้การเรียนรู้ไม่มีข้อจำกัด

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง และต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่าง โดยใช้ค่าสถิติ t-test independent วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มพบว่าผู้เรียนทั้งสองกลุ่มเมื่อเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากมีปัจจัยหลายด้านที่สนับสนุนดังนี้

นอกจากมีกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีบทบาทในการมุ่งแสวงหาความรู้ และลงมือหาคำตอบที่ตนสนใจและตอบข้อสงสัยด้วยตนเองแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่สนับสนุนการเรียนรู้ อีก นั่นคือพฤติกรรมกรเรียนในระหว่างสัปดาห์ของผู้เรียน ที่ได้รับการแนะนำแนวทางในการเรียนจากทั้งครูและเพื่อน การได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการแสวงหาความรู้ ให้ความสนใจในการเรียน การทำงานกลุ่ม และการให้ความร่วมมือกันระหว่างเพื่อนในกลุ่ม จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน โดยพบประเด็น จากการพิจารณากระดานอภิปราย ดังนี้

2.1 ผู้เรียนได้รับการแนะนำแนวทางจากการแสดงความคิดเห็นของเพื่อนผ่านกระดานอภิปราย ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการเรียนแบบสืบสอบที่ต้องให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ทำให้ผู้เรียนมีการพูดคุย แนะนำแนวทางในการแสวงหาข้อความรู้ได้ จากการถามตอบกันเอง ดัง ตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนที่นอกเหนือจากการทำตามบทบาทที่ครูเป็นผู้กำหนดในแต่ละขั้นตอน ซึ่งพบว่า พฤติกรรมของผู้เรียนในการแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้สามารถพิจารณาได้ทั้งหมด 3 ด้านได้แก่

1) มีการให้คำถามและให้คำแนะนำระหว่างเพื่อนในกลุ่มที่เป็นประโยชน์ในการต่อยอดความรู้ เช่น

**คำถาม :** จำเป็นไหมที่คนน้ำหนักมากจะมีแรงมากกว่าคนน้ำหนักน้อย

**คำตอบ :** คงจะเป็นเช่นนั้นเพราะคนน้ำหนักมากแรงกระทำมากกว่าคนน้ำหนักน้อยอยู่แล้วคงถูกนะ

**คำตอบ :** บางคนน้ำหนักมากแต่อาจจะมีแรงกระทำน้อยกว่าคนน้ำหนักน้อยก็ได้

**คำตอบ :** แต่เราว่าเกี่ยวนะ ลองเปลี่ยนจากน้ำหนักคนเป็นรถบรรทุกกับรถจักรยานดูสิ เราว่ารถจักรยานมีแรงน้อยกว่ารถบรรทุกนะ

2) ผู้เรียนมีการให้คำชื่นชม และการแสดงการยอมรับในความคิดเห็นของเพื่อน เช่น ที่โพสมาก็มีเหตุผลนะ เก่งจังเพื่อน เข้าใจแล้วหะ เป็นเพราะนายคนเดียวเลย ไม่น่าเชื่อ นายเก่งสุดยอดเลย ว้าว ตอบได้ไงอะ สุดยอดเลยเพื่อน

3) ผู้เรียนมีการตักเตือนกันเมื่อพบว่ามีสมาชิกในกลุ่มเริ่มออกนอกกลุ่มนอกทาง พบตัวอย่างประโยคดังนี้ พอๆเดียวคะแนนหมด ขอสาระหน่อย เป็นการเป็นงานหน่อยสิ คนละเรื่องแล้ว โพสอะไร เป็นการเป็นงานหน่อย เดียวโดนหักคะแนน

สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริม ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาที่ความถี่ของการแสดงความคิดเห็นพบว่าผู้เรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทั้งสองกลุ่มมีการแสดงความคิดเห็นที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงไม่แตกต่างกัน

## 2.2 ผู้สอนมีการแนะแนวทางโดยมีหลักในการแนะแนวทางดังนี้

1) ต้องเข้าไปแนะแนวทางอย่างทันท่วงที ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้สอนได้เข้าไปมีส่วนร่วมในกระดานอภิปรายเมื่อผู้เรียนหลงประเด็นอย่างทันท่วงที ส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น การที่ผู้สอนเข้าไปแนะแนวทางหรือไปมีส่วนร่วมในกระดานอภิปรายเมื่อผู้เรียนกำลังหลงประเด็นนั้น เพื่อให้ผู้เรียนจะได้พูดคุยกันในประเด็นที่อยู่ในขอบข่ายหรือเงื่อนไข เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดการหลงประเด็น ตัวอย่างเช่น มีผู้เรียนตั้งคำถามว่า เป็นไปได้หรือไม่ที่คนมีน้ำหนักตัวน้อยสามารถยกของที่มีน้ำหนักมากกว่าน้ำหนักตัวเองได้ เมื่อผู้เรียนตั้งคำถามหรือประเด็นที่น่าสนใจลักษณะนี้ ต้องรีบเข้าไปแนะแนวทางโดยเสนอคำถามหรือตัวอย่างที่น่าสนใจเพิ่มเข้าไปอีก เช่น นักเรียนลองไปดูนักกีฬา ยกน้ำหนัก บางทีอาจจะได้คำตอบที่ชัดเจนขึ้น สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2530) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในกระบวนการสืบสอบไว้ว่าครูเป็นผู้แนะนำและกำกับ (Guide and Director) เป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิดและกำกับควบคุมมิให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง

2) ผู้สอนต้องเข้าไปชื่นชมผู้เรียนเมื่อผู้เรียนทำงานได้ดี การแสดงความชื่นชมในสิ่งที่ผู้เรียนได้กระทำอย่างถูกต้อง ในการวิจัยครั้งนี้พบว่าคำชมเป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องการมากทั้งจากผู้สอนและเพื่อนๆในห้องเรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เพราะผู้เรียนกลุ่มนี้มักมีบุคลิกภาพที่มีความมั่นใจในการเรียนน้อย ดังนั้นหากผู้เรียนกลุ่มนี้ได้รับคำชื่นชม จะทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจและแสดงความคิดเห็นมากขึ้น จึงเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆและเป็นการเสริมแรงในการเรียนรู้ในขั้นอื่นๆต่อไป สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2530) ได้กล่าวถึงบทบาทของครู ในกระบวนการสืบสอบไว้ว่าเป็นผู้ให้การเสริมแรง (Rein forcer)

โดยการให้คำชม เพื่อให้กำลังใจ และเพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

3) ผู้สอนต้องให้ตัวอย่างที่เป็นประโยชน์และชัดเจน เมื่อผู้เรียนเกิดความไม่แน่ใจหรือลังเลในคำตอบที่ได้ เช่น การตั้งสมมติฐาน ต้องให้ตัวอย่างที่ชัดเจนที่สุด ต้องยกตัวอย่างของการตั้งสมมติฐานที่ดี ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร เพราะอาจมีผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจเรื่องของการตั้งสมมติฐาน แม้อาจจะเคยได้เรียนมาแล้ว แต่มีหลายคนที่อาจลืมหลักการ จำเป็นต้องให้ความหมายและตัวอย่างของการตั้งสมมติฐาน เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้แล้วจะทำให้การตั้งสมมติฐานมีความถูกต้องเหมาะสม ตัวอย่างที่ได้จากการตั้งสมมติฐาน เช่น แรงมีผลต่อปริมาณงานและพลังงานตัวแปรต้นคือ แรง ตัวแปรตามคือ งาน เมื่อได้เรียนรู้แล้วว่าสิ่งใดถูกต้องเหมาะสม ผู้เรียนจะเกิดความมั่นใจในการเรียนรู้มากขึ้น สอดคล้องกับ Suchman (1966 อ้างถึงใน รัชญา ไม้สา, 2539) ได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของครูในกระบวนการสืบสอบว่าครูต้องหาสิ่งที่จะช่วยสนับสนุนในการสืบสอบ ช่วยวิเคราะห์ความยุ่งยากที่นักเรียนไม่สามารถทำได้ ให้ความรู้เพิ่มเติมเมื่อนักเรียนต้องการ

4) ผู้สอนต้องมีกำหนดเงื่อนไขที่ชัดเจนในการให้คะแนน เพื่อให้ผู้เรียนมีการช่วยเหลือกันระหว่างเพื่อนสมาชิกในกลุ่มเดียวกันมากขึ้น การให้ความช่วยเหลือกันระหว่างเพื่อนในกลุ่มมีความสำคัญมาก เพราะความสัมพันธ์ในกลุ่มถือเป็นสิ่งสำคัญในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ อาจมีบางกลุ่มมีสมาชิกบางคนที่ไม่สนใจเรียน ไม่ให้ความร่วมมือ เมื่อเกิดเหตุการณ์ลักษณะนี้ขึ้น ผู้สอนจะต้องบอกหรือย้ำเงื่อนไขในการให้คะแนนโดยเฉพาะงานกลุ่ม ภาพรวมของการทำงานเป็นกลุ่ม โดยทำการย้ำผ่านกระดานอภิปราย บอกถึงภาพรวมของกลุ่ม ณ ตอนนี้จะทำให้สมาชิกที่เหลือในกลุ่มเริ่มกระตือรือร้นในการทำงานมากขึ้นเริ่มเตือนเพื่อน เคี่ยวเข็ญให้เพื่อนทำงานเพราะจะส่งผลเสียต่อผลประโยชน์ของกลุ่มได้ สอดคล้องกับ Massialas and Cox (1968) ได้ศึกษาคุณสมบัติของห้องเรียนที่เป็นแบบสืบสอบว่า ทุกคนในห้องเรียนต้องให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

5. ผู้สอนต้องมีคำชี้แจงข้อปฏิบัติการทดลองที่ชัดเจน ในการวิจัย ครั้งนี้ผู้วิจัยได้เตรียมห้องทดลองเสมือนที่มีความพร้อมของวัตถุประสงค์การทดลอง วิธีการทำการทดลอง และมีรูปแบบของการรายงานผลการทดลอง โดยผู้สอนจะเตรียมข้อมูลและรูปแบบของตารางแสดงผลการทดลอง ตลอดจนคำถามท้ายการทดลองเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทดลองตามขั้นตอนสามารถบันทึกผล และสรุปผลได้อย่างถูกต้อง สามารถทำการทดลองได้อย่างรวดเร็ว และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง สอดคล้องกับ Massialas and Zevin(1967) ที่ได้กล่าวถึงบทบาทสำคัญของครูในกระบวนการสืบสอบประการหนึ่ง คือครูต้องวางแผนอย่างดีใน

การเตรียมหัวข้อให้นักเรียน ได้ศึกษาค้นคว้า รวมทั้งวางแผน จัดเตรียมอุปกรณ์ เวลา และสถานที่ด้วย

### ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ครูผู้สอนที่จะนำเอาห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควรมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการเป็นอย่างดี และควรออกแบบการทดลองเสมือน (Virtual experiment) ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะสอน เพื่อที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. จากการศึกษาพบว่าผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ เมื่อเรียนด้วยห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสูงขึ้นทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า รูปแบบการเรียนด้วยห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง เหมาะสมกับทุกกลุ่ม กระบวนการเรียนรู้ในทุกขั้นตอนล้วนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ความคิด ฝึกแก้ปัญหา และเนื้อหาบางเรื่องเป็นนามธรรมยากจะทำความเข้าใจ แต่การได้ฝึกปฏิบัติในห้องทดลองเสมือนจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น จึงเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำไปใช้กับอีกหลายวิชาที่เนื้อหาเป็นนามธรรม หรือมีความจำกัดในเรื่องการพิสูจน์หาข้อเท็จจริง ซึ่งในห้องปฏิบัติการทั่วไปทำได้ยาก

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการนำห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ไปจัดการเรียนการสอนวิชาอื่นๆ เช่น เคมี คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบกับผู้เรียนในระดับชั้นอื่นๆ โดยปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนแต่ละระดับ

2. ควรมีการนำห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่ ไม่มีการกำหนดแนวทาง ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนอีกแบบหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากมีความแตกต่างจากรูปแบบที่มีการกำหนดแนวทางอย่างสิ้นเชิง เพราะผู้สอนมีบทบาทน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย เป็นรูปแบบที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองมากที่สุด ดังนั้นหากนำรูปแบบนี้ไปใช้กับผู้เรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือความสามารถในการเรียนรู้ อาจจะทำให้ทราบ ถึงรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม อันจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ในพัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพต่อไป



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์, 2548.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. การคิดวิเคราะห์. กรุงเทพมหานคร: ชัคเชสมิเดีย, 2546.

เกษม แสงนนท์, ประสงค์ ปราณีตพลกรัง. การออกแบบและพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนทางด้านภาษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีปทุม กรุงเทพมหานคร, 2546.

โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี.

โครงการพัฒนาการเรียนการสอน Physics cyber lab [online], 2545. แหล่งที่มา: <http://www.brr.ac.th/> [25 พฤศจิกายน 2552]

จุลลดา จุลเสวก. ผลของการเรียนแบบสืบสอบร่วมกับการใช้เว็บเควสท์ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถในการเรียนทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. การออกแบบและพัฒนา (Instructional Technology : Design and Development). กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสตูร์, 2533.

ชนิซดา ชนะกิจจานุกิจ. ผลของการเรียนแบบสืบสอบบนเว็บด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือที่แตกต่างที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. การออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์, 2545.

นันทนัย ประสานนาม. เรื่องสั้นแนวเสียดสีของไทยระหว่าง พ.ศ. 2535-2545 : การศึกษาแนวคิดและกลวิธี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548

นิติกร อ่อนโยน. ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

พรพิมล ชาญชัยเชาว์วิวัฒน์. ผลการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถามกับชนิดที่ครูเป็นผู้ถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524

ภพ เลหาไพบูลย์, แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2537

มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร. การเปรียบเทียบการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระและแบบจำกัดของบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บที่มีต่อความเข้าใจในการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545

รพีพรรณ เอกสุภาพันท์. การสอนสังคมด้วยวิธีสืบสวน-สอบสวน (Inquiry Method) ให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมไทย. วิทยาสาร 26 (20 มกราคม 2518) : 37-40

แรมสมร อยู่สถาพร, นานาสาระทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. เทคนิคการเรียนการสอนแบบอารยวิถีในกระบวนการวิธีสืบสวน - สอบสวนเพื่อพัฒนา “เบญจลักษณะ” ในแนวพุทธศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ก้าวใหม่, 2548

คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์. การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550

สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊กส์, 2532

สุรวุฒิ สุชินโรจน์. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วย  
การสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523

อินทร์ตัน ปัญญา. การคิดเชิงวิเคราะห์ [online]. โรงเรียนเสนาธิการทหารบก. แหล่งที่มา:  
<http://cgsc.rta.mi.th>. [25 พฤศจิกายน 2552]

ภาษาอังกฤษ

Carla Martin and other. A Distance Learning Course on Virtual-lab Implementation for  
High School Science Teachers [online]. Informática y Automática, E.T.S. de  
Ingeniería Informática, UNED Juan del Rosal 16,28040 Madrid, Spain, 2000.  
Available from: [livepage.apple.com](http://livepage.apple.com)

Lee J Leitner. A Virtual Laboratory Environment for Online IT Education [online]. College  
of Information Science and Technology. Drexel University Chestnut  
St.Philadelphia, PA 19104 USA. 2005. Available from: [livepage.apple.com](http://livepage.apple.com)

Lluis Gil, Elena Blanco and Josep Maria Auli. The virtual laboratory concept applied to  
strain measurement [online]. Europe Journal of Education. Terrassa,Spain:  
Taylor and Francis Ltd,2000. Available from: <http://www.tandf.co.uk/journals>

M. Weil and B. Joyce. Information processing models of teaching : expending your  
teaching repertoire. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1978

Norasiken Bakar, Halimah Badioze Zaman. Development and Design of 3D Virtual  
Laboratory for Chemistry Subject Based on Constructivism Cognitivism -  
Contextual Approach. Jabatan Media Interaktif, Fakulti Teknologi Maklumat Dan  
Komunikasi,Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia, 2005

Orlich, D.C. and Other, Teaching Strategies. Lexington: D.C. Health and company, 1985

Rebeca K. Scheckler. Virtual labs: a substitute for traditional labs.



Department of Computer Science Virginia Polytechnic Institute and State

University Blacksburg Virginia USA, 2003

Sun, R.B. and Trowbridge, L.W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School.

2nd ed. Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co., 1973

William D. Romey. Inquiry techniques for teaching science. Englewood Cliffs, N.J. :

Prentice-Hall, 1968

# ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.  
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

#### **ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาวิชาฟิสิกส์**

1. อาจารย์ ดร.บุปผชาติ ต่อสูงเนิน โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
2. ศึกษานิเทศก์ประเสริฐศรี ศรีวิไล ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว เขต 2
3. อาจารย์พิสิฐ ศรีสวัสดิ์ ครูชำนาญการโรงเรียนอรัญประเทศ

#### **ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมบนเว็บและแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน**

1. อาจารย์ ดร.บุปผชาติ ต่อสูงเนิน โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
2. ศึกษานิเทศก์ประเสริฐศรี ศรีวิไล ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว เขต 2
3. อาจารย์พิสิฐ ศรีสวัสดิ์ ครูชำนาญการโรงเรียนอรัญประเทศ

#### **ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลัง**

1. อาจารย์ ดร.ธีรวิดี ถังบุตร คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ศึกษานิเทศก์เพชรรัชฎ์ แก้วสุวรรณ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว เขต 2
3. อาจารย์ศศิธร ปิยะเดชโพธิกุล ครูชำนาญการโรงเรียนอรัญประเทศ

### ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนบนเว็บ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณীগิจ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย

2. อาจารย์ ดร.บุญชู บุญลิขิตศิริ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

บูรพา

3. อาจารย์ ดร.วิจิต เทพประสิทธิ์ คณะครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

### ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน

1. อาจารย์ ดร.บุญชู บุญลิขิตศิริ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

บูรพา

2. อาจารย์ ดร.วิจิต เทพประสิทธิ์ คณะครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

3. นายก่อเกียรติ หิรัญเกิด วิทยากร Yenka simulation

ประเทศไทย

### ภาคผนวก ข.

#### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- แผนการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง
- ค่าชี้แจงขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองเสมือนโดยใช้โปรแกรม Yenka สร้าง มีทั้งหมด 4 เรื่อง ได้แก่ งาน พลังงานจลน์กับความเร็ว พลังงานจลน์กับมวล และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

แผนการจัดการเรียนรู้ผ่านเว็บโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง เรื่อง งานและพลังงาน

คาบที่	ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	สื่อ/อุปกรณ์ การสอน	กิจกรรมการ สอน	การประเมินผล
1.ปฐมนิเทศ (50 นาที)							
1	แนะนำเกี่ยวกับวิธีการเรียน การลงทะเบียนเรียน ขอข่ายเนื้อหาที่จะเรียน การเตรียมตัวก่อนเรียน	1. เพื่อให้ผู้เรียน เกิดความเข้าใจ เกี่ยวกับวิธีการ เข้าเรียนผ่าน เว็บ 2. เพื่อให้ผู้เรียน ทราบ วัตถุประสงค์ ของการเรียน 3. เพื่อให้ผู้เรียน ทราบบทบาท หน้าที่ในการเข้า เรียน	1.แนะนำรายวิชา แจ้งวัตถุประสงค์ การเรียน 2. อธิบายรูปแบบ การเรียนการสอน ผ่านเว็บโดยใช้ ห้องทดลองเสมือน แบบสืบสอบ เรื่อง งานและพลังงาน 3. แจกแบบทดสอบ ก่อนเรียน	ทำแบบทดสอบก่อน เรียน	แบบทดสอบก่อน เรียน	1. ผู้สอนแนะนำ รูปแบบการเรียน การสอน 2. ผู้เรียนทำ แบบทดสอบก่อน เรียน	1.แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน 2. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คาบที่	ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	สื่อ/อุปกรณ์ การสอน	กิจกรรมการ สอน	การคิดวิเคราะห์	การประเมินผล
<b>2.ขั้นสร้างความสนใจ (50 นาที)</b>								
2	กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจโดยใช้ไฟล์วีดิทัศน์เรื่อง “ความหมายของงาน ในทางฟิสิกส์ การจำแนกประเภทของงานและพลังงาน” เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยเกี่ยวกับความหมายที่แท้จริงของงานในทางฟิสิกส์และการแบ่งประเภทของพลังงาน	1. สืบค้น อภิปราย เกี่ยวกับงาน 2. <b>สรุป</b> <b>ความสัมพันธ์</b> เกี่ยวกับงาน และพลังงาน 3. <b>จำแนก</b> <b>ประเภท</b> หรือ สร้างเกณฑ์ เกี่ยวกับงาน และพลังงาน	1. ตั้งคำถามนำ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดข้อ สงสัยนำไปสู่การตั้ง ปัญหา 2. คอยชี้แนะเมื่อ ผู้เรียนมีการ อภิปรายนอก ประเด็นหรือ ขอขยายของเนื้อหา ที่กำลังศึกษา 3. กระตุ้นผู้เรียน โดยการแนะนำผ่าน กระดานอภิปราย เมื่อผู้เรียนเกิด ปัญหาในการแสดง ความคิดเห็นร่วมกัน	1. ดูวีดิทัศน์แล้วตั้ง ข้อสังเกต แล้วร่วมกัน อภิปรายถึงความ แตกต่างระหว่างภาพ ทั้งสอง 2. เขียนข้อสังเกตที่ได้ ลงในใบงานของ กิจกรรมในขั้นที่ 1	1. วีดิทัศน์ เรื่อง ความหมายของ งานในทางฟิสิกส์ 2. กระดาน อภิปราย	1. ให้ผู้เรียนดูวีดิ ทัศน์ เรื่อง ความหมายของ งานในทางฟิสิกส์ การจำแนก ประเภทของงาน และพลังงาน ผ่าน กิจกรรมที่ 1 2. ให้ผู้เรียนตั้ง ข้อสังเกตเกี่ยวกับ ความหมายของ งานแล้วร่วมกัน อภิปรายผ่าน กระดานอภิปราย เป็นกลุ่ม	1. การคิดวิเคราะห์ เนื้อหา 2. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ 3.วิเคราะห์หลักการ	1. แบบสังเกต พฤติกรรมกรเรียน 2.แบบสังเกตการมี ส่วนร่วม



คาบที่	ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	สื่อ/อุปกรณ์การสอน	กิจกรรมการสอน	การคิดวิเคราะห์	การประเมินผล
3. ชั้นเสนอบัญญา (50 นาที)								
3	ผู้เรียนร่วมกันตั้งคำถามหรือข้อสงสัยเกี่ยวกับความหมายของงานในทางฟิสิกส์และงานพลังงานในชีวิตประจำวันผ่านทางกระดานอภิปราย	1. สืบค้นอภิปรายเกี่ยวกับงาน 2. <b>สรุป</b> <b>ความสัมพันธ์</b> เกี่ยวกับงานและพลังงาน 3. <b>จำแนกประเภท</b> หรือสร้างเกณฑ์เกี่ยวกับงานและพลังงาน	1. เป็นผู้คัดเลือกประเด็นคำถามหรือปัญหาที่อยู่ในขอบข่ายที่จะศึกษา 2. แนะนำแนวทางในการตั้งปัญหาที่เหมาะสมเพื่อการศึกษาระดับชั้นต่อไป	1. ร่วมกันตั้งคำถามที่สงสัย 2. สรุปคำถามที่ต้องการค้นหาส่งครูผ่านทาง กระดานอภิปราย	กระดาน อภิปราย	1. ให้ผู้เรียนร่วมกันตั้งข้อสงสัยหรือประเด็นคำถามที่น่าสนใจร่วมกัน 2. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคัดเลือกคำถามที่น่าสนใจส่งผู้สอนผ่านกระดานอภิปราย 3. ครูจะแจ้งให้ทราบถึงความเหมาะสมของคำถามเพื่อเป็นกรอบในการศึกษาต่อไป	1. การคิดวิเคราะห์เนื้อหา 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3. วิเคราะห์หลักการ	1. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 2. แบบสังเกตการมีส่วนร่วม

คาบที่	ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	สื่อ/อุปกรณ์ การสอน	กิจกรรมการ สอน	การคิดวิเคราะห์	การประเมินผล
4. <b>ขั้นตั้งสมมติฐาน (50 นาที)</b>								
4	ผู้เรียนนำคำถามหรือข้อสงสัยมาตั้งเป็นสมมติฐานโดยช่วยกันตั้งสมมติฐานในกระดานอภิปราย	1. สืบค้นอภิปรายเกี่ยวกับงาน 2. <b>สรุป</b> <b>ความสัมพันธ์</b> เกี่ยวกับงานและพลังงาน 3. <b>จำแนกประเภท</b> หรือสร้างเกณฑ์เกี่ยวกับงานและพลังงาน	1.แนะแนวทางเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาในการตั้งสมมติฐาน 2.คัดเลือกปัญหาพร้อมทั้งยกตัวอย่างปัญหาที่สามารถนำมาตั้งเป็นสมมติฐานที่เหมาะสมได้	ร่วมกันตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การทดลองแล้วสรุปเป็นข้อๆส่งผู้สอนผ่านทางกระดานอภิปราย	กระดานอภิปราย	1. ให้ผู้เรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานที่ร่วมกันตั้งส่งผู้สอนเพื่อให้ผู้สอนกำหนดกรอบในการศึกษาที่เหมาะสม	1. การคิดวิเคราะห์เนื้อหา 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3.วิเคราะห์หลักการ	1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ 2.แบบสังเกตการมีส่วนร่วม

คาบที่	ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	สื่อ/อุปกรณ์ การสอน	กิจกรรมการ สอน	การคิดวิเคราะห์	การประเมินผล
5. ขั้นรวบรวมและทดสอบ (100 นาที)								
5-6	ผู้เรียนเข้าสู่ห้องทดลองเสมือนเรื่อง งาน พลังงาน จลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	1. สืบค้น อภิปราย เกี่ยวกับงาน 2. <b>สรุป</b> <b>ความสัมพันธ์</b> เกี่ยวกับงานและพลังงาน 3. <b>จำแนกประเภท</b> หรือสร้างเกณฑ์เกี่ยวกับงานและพลังงาน	1. แนะนำแนวทางทันที เมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือปัญหา ระหว่างการทดลอง 2. คอยให้คำแนะนำ เมื่อผู้เรียนออกนอกประเด็นหรือ ขอบข่ายที่ศึกษา	1. ผู้เรียนแต่ละคนเข้าไปใช้ห้องทดลองเสมือนแล้วร่วมกัน อภิปรายเพื่อตอบคำถามในใบงาน 2. ทำใบงานการทดลองเป็นรายเดี่ยวส่งงานทาง email	1. กระดาน อภิปราย 2. ใบงานการทดลอง	1. ให้ผู้เรียนเข้าไปใช้ห้องทดลองเสมือนซึ่งมีทั้งหมด 4 เรื่อง ได้แก่ งาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	1. การคิดวิเคราะห์เนื้อหา 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3. วิเคราะห์หลักการ	1. แบบสังเกตพฤติกรรมกรเรียน 2. แบบสังเกตการมีส่วนร่วม 3. แบบประเมินใบงานการทดลอง

คาบที่	ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	สื่อ/อุปกรณ์ การสอน	กิจกรรมการ สอน	การคิดวิเคราะห์	การประเมินผล
<b>6. ชั้นวิเคราะห์และสรุปผล (100 นาที)</b>								
7-8	สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จาก การทำกิจกรรมทั้ง 4 ขั้นตอน และทำ แบบทดสอบหลังเรียน	1. สืบค้น อภิปราย เกี่ยวกับงาน 2. <b>สรุป</b> <b>ความสัมพันธ์</b> เกี่ยวกับงาน และพลังงาน 3. <b>จำแนก</b> <b>ประเภท</b> หรือ สร้างเกณฑ์ เกี่ยวกับงาน และพลังงาน	1. ตรวจสอบความ เข้าใจเกี่ยวกับ ความหมายและ หลักการที่ถูกต้อง เรื่องงานและ พลังงานของผู้เรียน 2. ให้คำแนะนำ เพิ่มเติมเมื่อผู้เรียน ตอบคำถามหรือ รายงานสิ่งที่เรียนรู้ ไม่สมบูรณ์	1. สรุปสิ่งที่ได้จากการ เรียนรู้ผ่าน ห้องทดลองเสมือน โดยทำในรูปแบบ รายงานผลการ ทดลองผ่านกระดาน อภิปราย 2. ทำใบงานเรื่องงาน และพลังงานส่งทาง email 3. ทำแบบทดสอบ หลังเรียน	1. กระดาน อภิปราย 2. ใบงาน	1. ให้ผู้เรียนทำ การสรุปสิ่งที่ได้ เรียนรู้จากการใช้ ห้องทดลอง เสมือนในรูปแบบ รายงานผลการ ทดลองผ่านทาง กระดานอภิปราย 2. ทำใบงานเรื่อง งานและพลังงาน ส่งทาง email 3. ทำแบบทดสอบ หลังเรียน	1. การคิดวิเคราะห์ เนื้อหา 2. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ 3. วิเคราะห์หลักการ	1. แบบสังเกต พฤติกรรมกรเรียน 2. แบบสังเกตการมี ส่วนร่วม 3. แบบประเมินใบ งานเรื่องงานและ พลังงาน

## คำชี้แจงขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองเสมือน

### การทดลองที่ 1 เรื่อง งาน

#### จุดประสงค์การทดลอง

1. เรียนรู้เรื่องงานจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางต่างๆ ผ่านการทดลอง
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานได้
3. บอกเงื่อนไขในการเกิดงานได้

#### อุปกรณ์การทดลอง

โปรแกรมห้องทดลองเสมือน Yenka เรื่องงาน

#### วิธีการทดลอง

1. กำหนดความเร็วคงที่แก่จรวดโดยลาก handle ขึ้นในแนวดิ่งหรือแนวราบ สังเกตค่าของแรงที่จรวดเคลื่อนที่ หรือ driving force ระยะทางที่จรวดเคลื่อนที่ Distance travelled และงานที่กระทำไปเมื่อจรวดเคลื่อนที่ Work done

2. ลองตรวจสอบดูสมการนี้ใช้ได้ถูกต้องหรือไม่

$$\text{งานที่กระทำไป } W \text{ (J)} = \text{แรง } F \text{ (N)} \times \text{ระยะทางตามแนวแรง } S \text{ (m)}$$

$$\text{นั่นคือ } W = FS$$

3. ลองกำหนด ความเร็วคงที่ ในแนวนอนทาง ซ้ายหรือขวาและแนวดิ่งทั้งบนและล่าง ให้กับจรวด สังเกต สิ่งที่ได้จากการทดลอง



4. ให้นักเรียน สังเกตสิ่งที่ได้จากการทดลอง แล้วนำเสนอผลการทดลองผ่านตารางบันทึกผลที่กำหนดให้ต่อไปนี้

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

**ตอนที่ 1** เมื่อกำหนดให้จรวดเคลื่อนที่ในแนวนอน หรือแนวแกน x

การทดลองครั้งที่	แรงที่จรวดใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวนอน (นิวตัน) Driving force (N)	ระยะทางที่จรวดเคลื่อนที่ (เมตร) Distance travelled (m)	พลังงานศักย์โน้มถ่วง (จูล) Gravitational potential Energy (J)	งานที่ได้จากการเคลื่อนที่ (จูล) Work done (J)
1				
2				
3				

**ตอนที่ 2** เมื่อกำหนดให้จรวดเคลื่อนที่ในแนวตั้ง หรือแนวแกน y

การทดลองครั้งที่	แรงที่จรวดใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (นิวตัน) Driving force (N)	ระยะทางที่จรวดเคลื่อนที่ (เมตร) Distance travelled (m)	พลังงานศักย์โน้มถ่วง (จูล) Gravitational potential Energy (J)	งานที่ได้จากการเคลื่อนที่ (จูล) Work done (J)
1				
2				
3				

**จากผลการทดลองให้นักเรียนเติมคำหรือประโยคลงในช่องว่างให้สมบูรณ์**

- จากการทดลอง ทำให้ทราบว่า Work done หรืองานจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีแรงที่จรวดเคลื่อนที่ในแนวแกน \_\_\_\_\_ คู่กับ \_\_\_\_\_
- เหตุใดจึงไม่เกิดงานเมื่อจรวดมีการเคลื่อนที่ในแนวแกน \_\_\_\_\_

เป็นเพราะเหตุใด \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ให้นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมนี้

3.1

---

---

3.2

---

---

## การทดลองที่ 2 เรื่อง พลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว



### จุดประสงค์การทดลอง

1. เรียนรู้เรื่องพลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์กับความเร็ว

### อุปกรณ์การทดลอง

โปรแกรมห้องทดลองเสมือน Yenka เรื่อง พลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

### วิธีการทดลอง

1. กำหนดความเร็วให้กับรถโดยลากที่ handle ไปทางขวา สังเกตพลังงานจลน์ kinetic energy
2. เมื่อรถมาถึงปลายทาง ให้ลากกลับไปจุดเริ่มต้นใหม่ ทำการทดลองซ้ำซัก 2-3 ครั้ง แต่คราวนี้ให้เพิ่มความเร็วในแต่ละครั้ง
3. หากต้องการหยุดให้คลิกปุ่ม Start  หรือหากต้องการเริ่มใหม่ให้คลิกปุ่ม Reload 
4. บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านตารางบันทึกผล

พลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

ความเร็ว

พลังงานจลน์

Velocity (x) 108 km Kinetic energy (translational) 3

handle

4. บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านตารางบันทึกผล โดยให้แต่ละกลุ่มนำกับออกแบบ แล้วส่งผลการทดลองผ่านกระดานอภิปราย





**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

การทดลองครั้งที่	ความเร็ว(m/s)	พลังงานจลน์(J)
1		
2		
3		
4		
5		

**อภิปรายผลการทดลอง**

เมื่อความเร็วของรถมีขนาดมากขึ้น พลังงานจลน์จะลดลงหรือเพิ่มขึ้นเพราะเหตุใด

---



---



---



---

### การทดลองที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์กับมวล

#### จุดประสงค์การทดลอง

1. เรียนรู้เรื่องพลังงานจลน์เปลี่ยนแปลงโดยมวลที่เปลี่ยนแปลง
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์กับมวล

#### อุปกรณ์การทดลอง

โปรแกรมห้องทดลองเสมือน Yenka เรื่อง พลังงานจลน์กับมวล

#### วิธีการทดลอง

1. ใช้ขนาดของรถยนต์แต่ละประเภทแทนขนาดของมวลที่แตกต่างกัน โดยทำการลากรถยนต์แต่ละคันมาวางบนพื้นถนน
2. คลิกเลือกที่ช่อง Mass (มวล), Velocity (ความเร็ว), Kinetic energy (total)(พลังงานจลน์รวม) โดยลากแต่ละตัวมาที่รถยนต์เพื่อกำหนดค่าต่างๆที่เกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์
3. กำหนดความเร็ว Velocity แล้วกดปุ่มสตาร์ท จากนั้น พิจารณาที่ Kinetic energy (total) หรือพลังงานจลน์รวม
4. ทำการทดลองจนกระทั่งครบทุกคันโดยกำหนดความเร็ว ของแต่ละคันให้มีความเร็วเท่ากัน



ความสัมพันธระหว่างพลังงานจลน์กับมวล

Mass 3000 kg

Velocity (m/s) 0

Kinetic energy (total) 0




1. ใช้ขนาดของรถยนต์แต่ละประเภทแทนขนาดของมวลที่แตกต่างกัน โดยทำการลากรถยนต์แต่ละคันมาวางบนพื้นถนน

1. หากต้องการหยุดให้คลิกปุ่ม Start  หรือหากต้องการเริ่มใหม่ให้คลิกปุ่ม Reload 
2. บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านตารางบันทึกผลที่กำหนดให้

ตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง พลังงานจลน์กับมวล

ชนิดของรถ	มวลของรถ	ทดลอง ครั้งที่	ความเร็ว	พลังงานจลน์
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		

ตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง พลังงานจลน์กับมวล

ชนิดของรถ	มวลของรถ	ทดลอง ครั้งที่	ความเร็ว	พลังงานจลน์
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		

**อภิปรายผลการทดลอง**

1. จากผลการทดลองรถยนต์แต่ละคันที่มีมวลแตกต่างกัน แต่กำหนดให้วิ่งด้วยความเร็วเท่ากันเพื่อต้องการเปรียบเทียบสิ่งใด ทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องใดมากขึ้น

---



---

2. รถที่มีมวลมากที่สุดกับรถที่มีมวลน้อยที่สุดถ้าวิ่งด้วยความเร็วเท่ากันพลังงานจลน์ของรถทั้งสองเป็นอย่างไร

---



---



---

## การทดลองที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

### จุดประสงค์การทดลอง

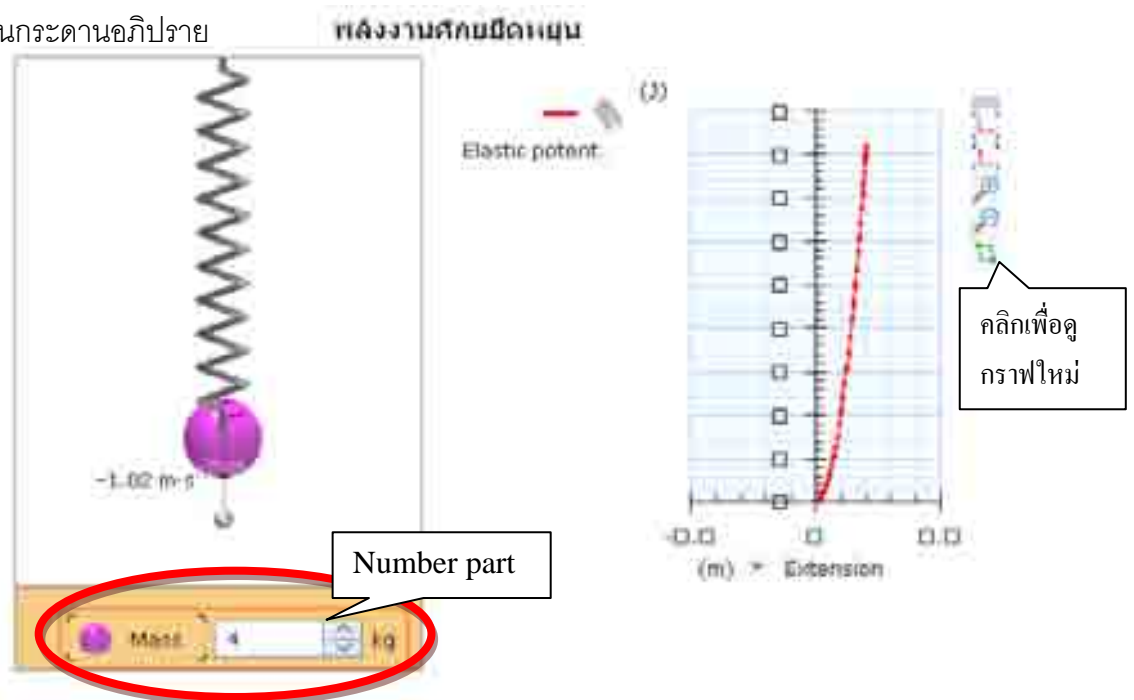
1. เรียนรู้ถึงพลังงานศักย์ยืดหยุ่นจะเพิ่มขึ้น ขณะที่มึงานถูกระทำแก่วัตถุ
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์ยืดหยุ่นกับมวล

### อุปกรณ์การทดลอง

โปรแกรมห้องทดลองเสมือน Yenka เรื่องพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

### วิธีการทดลอง

1. ที่ปลายสปริงมีลูกบอลติดอยู่ กดปุ่ม unpause เพื่อเริ่มการทดลอง สังเกตกราฟของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่ได้(แกน x คือระยะที่สปริงยืดออก)
2. ให้นักเรียนสังเกตระยะที่สปริงยืดออกกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น
3. หลังจากสังเกตแล้วเพิ่มมวลของลูกบอลโดยคลิกที่ลูกศรใน number part
4. สังเกตสิ่งที่พบแล้วบันทึกผลโดยให้สมาชิกช่วยกันออกแบบและนำเสนอผลงานเป็นกลุ่มผ่านกระดานอภิปราย



เพิ่มมวลของลูกบอลโดยคลิกที่ลูกศรใน number part ให้เขียนสังเกตว่า

มวลที่เพิ่มขึ้นมีผลอย่างไร พร้อมทั้งบันทึกผลลงในตารางที่กำหนดให้และรวบรวมอภิปรายผลจากการทดลอง



ตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

มวล (kg)	ความเร็ว (m/s)	ระยะที่สปริงยืดออก (m)	พลังงานศักย์ยืดหยุ่นสูงสุดมวล (J)

อภิปรายผลการทดลอง

1. ระยะที่สปริงยืดออกมีผลต่อพลังงานศักย์ยืดหยุ่นหรือไม่อย่างไร \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---

2. จากสมการ  $F = kx$  โดย  $F$  คือแรงที่กระทำต่อสปริง และ  $x$  คือระยะที่สปริงยืดออก

นักเรียนสามารถหาค่านิสสปริงหรือค่า  $k$  ได้จากการทดลองนี้ได้อย่างไร

---



---



---



---



---

### ภาคผนวก ค

#### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์
- แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วม
- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน

**แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน**

**คำชี้แจง** โปรดพิจารณาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยแสดงความคิดเห็นตรงข้างท้ายของข้อคำถามแต่ละข้อ

เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามและตัวเลือกนี้เหมาะสม

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามและตัวเลือกนี้มีความเหมาะสม

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามและตัวเลือกนี้ไม่เหมาะสม

ข้อสอบ	การวัดและประเมินผลด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom						ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	คิดวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	+1	0	-1	
1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นรูปถูกต้องสำหรับการเคลื่อนที่อย่างอิสระภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก ก. พลังงานจลน์มีค่าคงที่ ข. พลังงานศักย์มีค่าคงที่ ค. ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์มีค่าคงที่ ง. ผลต่างของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์มีค่าคงที่	/									..... ..... ..... ..... .....



ข้อสอบ	การวัดและประเมินผลด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom						ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	คิดวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	+1	0	-1	
<p>2. ในการปล่อยวัตถุจากที่สูงลงมายังพื้นดิน ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง</p> <p>ก. พลังงานศักย์โน้มถ่วงเพิ่มขึ้นแต่พลังงานจลน์ลดลง</p> <p>ข. พลังงานศักย์ ณ จุดต่ำสุดมีค่าเท่ากับพลังงานจลน์ ณ จุดสูงสุด</p> <p>ค. พลังงานศักย์โน้มถ่วงลดลงแต่พลังงานจลน์เพิ่มขึ้น</p> <p>ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วงมากเป็น 2 เท่าของพลังงานจลน์ ณ จุดสูงสุด</p>	/									..... ..... ..... .....







ข้อสอบ	การวัดและประเมินผลด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom						ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	คิดวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	+1	0	-1	
6. การทำงานในข้อใดไม่สูญเสียพลังงาน ก. เครื่องกลมีประสิทธิภาพ 100% ข. เครื่องกลมีประสิทธิภาพ 80% ค. เครื่องกลมีประสิทธิภาพ 60% ง. เครื่องกลมีประสิทธิภาพน้อยๆ	/								..... ..... ..... ..... .....	





ข้อสอบ	การวัดและประเมินผลด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom						ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	คิดวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	+1	0	-1	
<p>9. ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. เด็กนั่งแกว่งชิงช้าถือว่าทำงาน</p> <p>ข. ยกของจากโต๊ะวางไว้บนพื้นไม่เกิดงาน</p> <p>ค. แยกกันตจากโต๊ะถือว่าเกิดงาน</p> <p>ง. หิ้วถังน้ำมวล 20 กิโลกรัม เดินไปบนพื้นราบ ถือว่าไม่เกิดงานในการหิ้วถัง</p>		/								..... ..... ..... ..... ..... .....
<p>10. กระโดดค้ำถ่อ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานในด้านใดบ้าง</p> <p>ก. พลังงานจลน์ → พลังงานศักย์ยืดหยุ่น → พลังงานศักย์โน้มถ่วง</p> <p>ข. พลังงานศักย์โน้มถ่วง → พลังงานศักย์ยืดหยุ่น</p> <p>ค. พลังงานจลน์ → พลังงานศักย์ยืดหยุ่น</p> <p>ง. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น → พลังงานจลน์</p>				/						..... ..... ..... ..... .....



ข้อสอบ	การวัดและประเมินผลด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom						ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	คิดวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	+1	0	-1	
<p>11. ข้อใดให้ความหมายของงานได้ถูกต้อง</p> <p>ก. เมื่อแรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์มีงานเกิดขึ้นเสมอ</p> <p>ข. แรงคูณด้วยระยะทางที่ตั้งฉากกับแนวแรง</p> <p>ค. งานจะมีค่ามากที่สุด เมื่อแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน</p> <p>ง. งานเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางกับแรง</p>		/								..... ..... ..... .....
<p>12. สปริง A และ B มีค่านิจของสปริงไม่เท่ากัน ถ้าถูกกดด้วยแรงที่เท่ากันข้อความใดสรุปได้ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. สปริงที่มีค่านิจมากจะถูกใช้งานมากกว่า</p> <p>ข. สปริงที่มีค่านิจน้อยจะถูกใช้งานมากกว่า</p> <p>ค. สปริงทั้งคู่จะถูกใช้งานเท่าๆกัน</p> <p>ง. ค่านิจมากจะถูกใช้งานน้อย</p>		/								..... ..... ..... .....





ข้อสอบ	การวัดและประเมินผลด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom						ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	คิดวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	+1	0	-1	
15. จากโจทย์ข้อที่ 14 ถ้าสปริงมีค่า $k = 10,000$ นิวตันต่อเมตร สปริงจะถูกกดลงไปเท่าใด ก. ถูกกดจนสุด ข. 9.0 เซนติเมตร ค. 4.2 เซนติเมตร ง. 3.5 เซนติเมตร			/						..... ..... ..... ..... .....	

ข้อสอบ	การวัดและประเมินผลด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Bloom						ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	คิดวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	+1	0	-1	
<p>16. ออกแรงในแนวระดับ F ขนาด 8 นิวตัน เพื่อให้วัตถุมวล 2 กิโลกรัม ที่กำลังเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงบนพื้นราบลื่นในแนวระดับ ทำให้วัตถุมีอัตราเร็วลดลงจากเดิม 4 เมตร/วินาที ในระยะกระจัด 5 เมตร จงคำนวณหาอัตราเร็วของวัตถุก่อนที่มีแรง F มากระทำ</p> <p>ก. 7 เมตร/วินาที    ข. 6 เมตร/วินาที</p> <p>ค. 4 เมตร/วินาที                      ง. 3 เมตร/วินาที</p>			/						..... ..... ..... ..... ..... .....	

































**ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง .....

ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาให้ข้อมูล และความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

นางสาวจันทร์จิรา แก้วโกย

ผู้วิจัย

**แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมบนเว็บ**  
**ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนแบบสืบสอบ**  
**แบบมีและไม่มีการกำหนดแนวทาง**

**คำชี้แจง**

กรอกคะแนนความคิดเห็นรายกลุ่มลงในตารางตามเกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วม โดยเกณฑ์ในการประเมินมีดังนี้

เกณฑ์ 4 อยู่ในระดับดีมาก

เกณฑ์ 3 อยู่ในระดับดี

เกณฑ์ 2 อยู่ในระดับพอใช้

เกณฑ์ 1 อยู่ในระดับควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	4	3	2	1	
<b>ด้านกระบวนการทำงานกลุ่ม</b>					
1. มีการทำความเข้าใจเป้าหมายของงานร่วมกัน					
2. วางแผนปฏิบัติงานร่วมกัน					
3. มีการดำเนินการตามแผน					
4. การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน					
5. การแสดงความคิดเห็นในห้องสนทนาหรือกระดานสนทนา					
6. การตัดสินใจในการทำงาน					
<b>ด้านความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ได้รับมอบหมาย</b>					
7. การบรรลุผลงานตามหน้าที่					
8. ผลงานที่ได้รับมอบหมาย					
9. การตรงต่อเวลา					

**แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมการใช้**  
**ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง**

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
<b>ด้านกระบวนการทำงานกลุ่ม</b>				
<b>มีการทำความเข้าใจเป้าหมายของงานร่วมกัน</b>	ในการทำงานกลุ่ม มีการทำความเข้าใจร่วมกันในการแก้ปัญหาจากสิ่งที่กำหนดให้ทำมากที่สุด (90-100%)	ในการทำงานกลุ่ม มีการทำความเข้าใจร่วมกันในการแก้ปัญหาจากสิ่งที่กำหนดให้ทำในระดับมาก (70-90%)	ในการทำงานกลุ่ม มีการทำความเข้าใจร่วมกันในการแก้ปัญหาจากสิ่งที่กำหนดให้ทำน้อย (50-70%)	ต่างคนต่างทำงานตามที่ได้รับมอบหมายตามหน้าที่ของตนเอง (ไม่เกิน 50%)
<b>วางแผนปฏิบัติงานร่วมกัน</b>	มีการวางแผนงานร่วมกันทุกครั้ง (90-100%)	มีการวางแผนงานร่วมกันเกือบทุกครั้ง (70-90%)	มีการวางแผนงานร่วมกันบางครั้ง (50-70%)	ไม่มีการวางแผนงานร่วมกัน (ไม่เกิน 50%)
<b>มีการดำเนินการตามแผน</b>	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ทุกครั้ง (90-100%)	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้เกือบทุกครั้ง (70-90%)	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้บางครั้ง (50-70%)	ไม่ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (ไม่เกิน 50%)
<b>การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน</b>	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงานเสมอๆ (90-100%)	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงานเกือบทุกครั้งที่ทำางานร่วมกัน (70-90%)	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงานน้อย (50-70%)	ไม่รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน (ไม่เกิน 50%)
<b>การเสนอความคิดเห็นในห้องสนทนาหรือกระดานสนทนา</b>	มีการเสนอความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง และมีข้อคิดเห็นใหม่ๆ (90-100%)	เสนอความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง แต่มีข้อคิดเห็นใหม่ๆบ้าง (70-90%)	เสนอความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเองน้อย และมีข้อคิดเห็นแบบเดิมๆ (50-70%)	ไม่กล้าเสนอความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง (ไม่เกิน 50%)
<b>การตัดสินใจในการทำงาน</b>	ช่วยเหลือเพื่อนร่วมงานในการตัดสินใจในการทำงาน	ช่วยเหลือเพื่อนร่วมงานในการตัดสินใจเกือบทุกครั้ง	ช่วยเหลือเพื่อนร่วมงานในการตัดสินใจน้อย	ไม่ช่วยเหลือเพื่อนร่วมงานในการตัดสินใจเลย

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
	ทำงานทุกครั้ง (90-100%)	(70-90%)	(50-70%)	(ไม่เกิน 50%)
<b>ด้านความรับผิดชอบต่อน้ำที่ของตนเอง</b>				
<b>การบรรลุผลงานตามหน้าที่</b>	ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเสร็จทั้งหมด (90-100%)	ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเสร็จเกือบทั้งหมด (70-90%)	ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเสร็จบางส่วน (50-70%)	ไม่ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (ไม่เกิน 50%)
<b>ผลงานที่ได้รับมอบหมาย</b>	ข้อความที่เขียนมีประโยชน์ต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างมากที่สุดทั้งหมดมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกับเรื่องและสิ่งที่น่าสนใจเป็นสิ่งสำคัญ (90-100%)	ข้อความที่เขียนมีประโยชน์ต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างมาก ทั้งหมดมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกับเรื่อง (70-90%)	ข้อความที่เขียนมีประโยชน์ต่องานที่ได้รับมอบหมายเป็นบางส่วน (50-70%)	ข้อความที่เขียนไม่มีประโยชน์ต่องานที่ได้รับมอบหมาย เป็น การเขียนซ้ำในส่วนที่มีคนเขียนไว้แล้ว (ไม่เกิน 50%)
<b>การตรงต่อเวลา</b>	ทำงานทั้งหมดเสร็จตามเวลาที่ได้รับมอบหมาย (90-100%)	ทำงานส่วนใหญ่เสร็จตามเวลาที่ได้รับมอบหมาย (70-90%)	ทำงานทั้งหมดเสร็จตามเวลาที่ได้รับมอบหมายแต่ค่อนข้างช้า (50-70%)	ทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่ได้รับมอบหมาย (ไม่เกิน 50%)

### อ้างอิงถึง

Theiel, J. (1997). Collaboration rubric. [Online] available from :

<http://edweb.sdsu.edu/triton/tidepoolunit/rubrics/collrubric.html> , [2010 June, 14].

Porto, S. (2000). Sample Rubric for Grading Online Conference Participation. [Online]

available from : <http://deoracle.org/learning-objects/sample-rubric-for-grading-online-class-participation.html>, [2010 June, 14].

**แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแสดงความคิดเห็นบนกระดานอภิปรายของการเรียนโดยใช้  
ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง**

รายการที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ควรปรับปรุง 1	พอใช้ 2	ดี 3	ดีมาก 4
ความถี่/จำนวนของการตอบคำถามบนกระดานอภิปราย				
แสดงความคิดเห็นได้ถูกต้องตามหลักการในเนื้อหาที่เรียน				
แสดงความรู้ความเข้าใจสะท้อนเนื้อหาสาระ ที่ได้เรียนรู้มา				
มีการแสดงความคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร และมีประโยชน์				

**เกณฑ์ในการให้คะแนน**

เกณฑ์ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	ดีมาก (4 คะแนน)
ความถี่/จำนวนของการตอบคำถามบนกระดานอภิปราย	มีการแสดงความคิดเห็น 1 ครั้งต่อกระทู้	มีการแสดงความคิดเห็น 2-3 ครั้งต่อกระทู้	มีการแสดงความคิดเห็น 4-5 ครั้งต่อกระทู้	มีการแสดงความคิดเห็น 6 ครั้งขึ้นไปต่อกระทู้
แสดงความคิดเห็นได้ถูกต้องตามหลักการในเนื้อหาที่เรียน	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง (ไม่เกิน 49 %)	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน มีแนวคิดอื่นมาปะปนเป็นส่วนใหญ่ (50 - 69 %)	ตอบคำถามได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ มีแนวคิดอื่นมาปะปนบ้างเล็กน้อย (70 - 89%)	ตอบคำถามได้ถูกต้องชัดเจน ไม่มีแนวคิดอื่นมาปะปน (90 - 100%)
แสดงความรู้ความเข้าใจสะท้อนเนื้อหาสาระ ที่ได้เรียนรู้มา	ไม่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็น และไม่ได้แสดงหลักฐานที่ได้เรียนรู้	ได้ตอบได้เกี่ยวข้องกับประเด็น แสดงหลักฐานที่ได้เรียนรู้	มีการบูรณาการความคิดและเกี่ยวข้องกับประเด็น แสดงหลักฐานที่ได้เรียนรู้ (70 - 89%)	มีการได้ตอบและแสดงหลักฐานที่ได้เรียนรู้ เกี่ยวข้องกับประเด็นอย่างชัดเจน



	(ไม่เกิน 49 %)	(50 - 69 %)		(90 – 100%)
เกณฑ์ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	ดีมาก (4 คะแนน)
มีการแสดง ความคิดที่ แปลกใหม่ ไม่ ซ้ำใคร และมี ประโยชน์	มีการแสดงความ คิดเห็นซ้ำกับผู้อื่น และมีประโยชน์ (ไม่เกิน 49 %)	มีการแสดงความ คิดเห็นซ้ำกับผู้อื่น เป็นส่วนมาก และ มีประโยชน์ (50 - 69 %)	มีการแสดงความคิดเห็นผู้ กับผู้อื่นบางส่วน และมี ประโยชน์ หรือแสดงมีการ แสดงความคิดเห็นไม่ซ้ำ กับผู้อื่น แต่ไม่มีประโยชน์ (70 – 89%)	มีการแสดงความคิดเห็นที่ ไม่ซ้ำกับ ผู้อื่น และมี ประโยชน์ (90 – 100%)

#### รายการอ้างอิง

Janet de Vry, Barbara A. Frey and George Watson. (2006). *Modeling and Assessing Online Discussions for Faculty Development*. [Online] Available from :

<http://www.udel.edu/janet/MARC2006/rubric.html> [2010, November 18], 2006

ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2550. *E-Instructional Design วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอน*  
อิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550

### ภาคผนวก ง.

#### แบบประเมินที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

- แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้การเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง
- แบบประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- แบบประเมินบทเรียนเว็บการเรียนรู้การสอนสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ
- แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน (Virtual experiment) โดยใช้โปรแกรม Yenka
  - แบบประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมบนเว็บ สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านแบบสังเกตพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมบนเว็บ

**แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้  
การเรียนรู้บนเว็บโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบ  
ที่มีการกำหนดแนวทาง**

**สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์**

**ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย)** ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

**(ภาษาอังกฤษ)** EFFECTS OF GUIDED AND UNGUIDED INQUIRY VIRTUAL LABORATORY UPON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT OF TENTH GRADE STUDENTS

**โดย** นางสาวจันทรีจิรา แก้วโกย

**สาขาวิชา** ใตศตทศนศศศศศศ

**ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

**วัตถุประสงค์การวิจัย**

เพื่อศึกษาผลของการใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 4

**คำชี้แจง**

แบบสอบถามและแบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน

**สิ่งที่แนบมาด้วย**

แผนการจัดการเรียนรู้การเรียนรู้การเรียนบนเว็บ โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน

**แบบประเมินความสอดคล้องของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้  
การเรียนบนเว็บโดยห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง  
เรื่อง งานและพลังงาน**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีความเหมาะสมในด้านต่างๆตามที่กำหนดหรือไม่  
แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน  
ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

-1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่เหมาะสม

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	-1	
<b>1. ด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้</b>				
1.1 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีครบถ้วน และถูกต้อง สมบูรณ์				
1.2 มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันขององค์ประกอบทุกส่วน				
<b>2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>				
2.1 มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้				
2.2 มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้				
2.3 มีความถูกต้องตามหลักการเขียน				
<b>3. ด้านสาระการเรียนรู้</b>				
3.1 สาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
3.2 ความถูกต้องและชัดเจนของสาระการเรียนรู้				
3.3 การจัดลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหาสาระการเรียนรู้				

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	-1	
3.4 มีความเหมาะสมของการแสดงความคิดเห็นรวบยอดของเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง				
<b>4. ด้านเนื้อหา</b>				
4.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอน				
4.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน				
4.3 ถูกต้องตามหลักวิชาการและทันสมัย				
4.4 เนื้อหาตรงกับสาระการเรียนรู้				
4.5 ชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย				
<b>5.ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการเรียนด้วยห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง				
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม				
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์				
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ และสภาพโรงเรียนและท้องถิ่น				
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ จูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนและเข้าร่วมในแต่ละกิจกรรม				
<b>6. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>				
6.1 มีความเหมาะสมในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม				

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	+1	
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้				
6.3 มีความเหมาะสมกับวัย ความสนใจ ความสามารถของผู้เรียน				
<b>7. ด้านการประเมินผล</b>				
7.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้				
7.2 ประเมินตามสภาพการเรียนรู้ในชั้นตอนการเรียนรู้				

### ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง .....

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาให้ข้อมูล และความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยใน  
ครั้งนี้

นางสาวจันทร์จิรา แก้วโกย

ผู้วิจัย

**แบบประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหา**  
**การเรียนบนเว็บโดยห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง**

**คำชี้แจง**

แบบประเมินชุดนี้ จัดทำเพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โปรดประเมินตามความคิดเห็นของท่าน โดยทำเครื่องหมาย  ลงในช่อง  ที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง น้อย
- 1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
<b>1. ด้านเนื้อหา และการดำเนินกิจกรรม</b>						
1.1 เนื้อหาที่นำเสนอตรงตามวัตถุประสงค์						
1.2 การเรียงลำดับการนำเสนอเนื้อหา สอดคล้องกับวัตถุประสงค์						
1.3 เนื้อหามีความถูกต้อง						
1.4 ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลา						
1.5 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน						
1.6 ใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสม						
1.7 การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ						
1.8 การดำเนินกิจกรรมมีความต่อเนื่องและน่าสนใจ						

<b>2. ด้านแบบทดสอบ และการประเมินผล</b>						
2.1 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับเนื้อหา						
2.2 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์						
2.3 ปริมาณข้อคำถามมีความเหมาะสม						
2.4 ชนิดของแบบทดสอบที่เลือกใช้ในแต่ละส่วนมีความเหมาะสม						
2.5 ข้อคำถามมีความถูกต้อง						
2.6 ข้อคำถามมีความชัดเจน						
2.7 ชนิดของแบบทดสอบที่เลือกใช้มีความเหมาะสม						
2.8 ความถูกต้องในด้านภาษาที่ใช้						
2.9 ข้อคำถามส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์						
2.10 ความเหมาะสมของเกณฑ์ในการประเมิน						



### ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง .....

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาให้ข้อมูล และความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยใน  
ครั้งนี้

นางสาวจันทร์จิรา แก้วโกย

ผู้วิจัย

นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่อยู่ติดต่อ อีเมล [jjr\\_kk@hotmail.com](mailto:jjr_kk@hotmail.com) โทร 080-0174-897

### สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบ  
ที่มีการกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

(ภาษาอังกฤษ) EFFECTS OF GUIDED AND UNGUIDED INQUIRY  
VIRTUAL LABORATORY UPON SCIENCE  
LEARNING ACHIEVEMENT OF TENTH GRADE  
STUDENTS

ชื่อผู้วิจัย นางสาวจันทร์จิรา แก้วโกย

สาขาวิชา โสตทัศนศึกษา

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

ปีการศึกษา 255

4

### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการ  
กำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

### คำชี้แจง

แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญชุดนี้ เป็นแบบประเมินเว็บไซต์การเรียนโดยใช้ ห้องทดลอง  
เสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์  
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบประเมินเว็บนี้ มีเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมในด้านต่างๆ ดังนี้

- 1.1. ด้านวัตถุประสงค์
- 1.2. ด้านเนื้อหา
- 1.3. ด้านการโต้ตอบบทเรียน
- 1.4. ด้านสื่อประกอบการเรียน
- 1.5. ด้านการออกแบบหน้าจอ

## 1.6. ด้านการเชื่อมโยง

โดยในการประเมินเว็บไซต์การเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

## 2. กรุณาเข้าเว็บไซต์ที่ URL: <http://www.physicsvl.com> ในการพิจารณา

Username: admin

Password: P@ssw0rd

วิชาที่เปิดสอน : ฟิสิกส์ 1 เรื่องงานและพลังงาน

**คำชี้แจง** ขอให้ท่านพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของเว็บไซต์ โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
<b>1. ด้านวัตถุประสงค์</b>						
1.1 มีการกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป						
1.2 มีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
<b>2. ด้านเนื้อหา</b>						
2.1 เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่กำหนด						
2.2 ความถูกต้องของเนื้อหาที่ปรากฏบนเว็บ						
2.3 มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย						
2.4 มีการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา						
<b>3. การโต้ตอบบทเรียน</b>						
3.1 มีการออกแบบให้มีการโต้ตอบกับบทเรียน						
3.2 มีการใช้ทรัพยากรบนเว็บอย่างมีประสิทธิภาพ						
3.3 มีแหล่งข้อมูลภายในเว็บ เช่น เอกสารต่างๆ						
<b>4. ด้านสื่อประกอบการเรียน</b>						
4.1 สื่อวีดิทัศน์มีความชัดเจน						
4.2 ความยาวของสื่อวีดิทัศน์มีความเหมาะสม						
4.3 ความเร็วของสื่อวีดิทัศน์มีความเหมาะสม						
4.4 เสียงบรรยายของสื่อวีดิทัศน์ชัดเจน เหมาะสม						
<b>5. ด้านการออกแบบหน้าจอ</b>						
5.1 มีการวางองค์ประกอบสัดส่วน ง่ายต่อการใช้งาน						
5.3 รูปแบบตัวอักษรมีรูปแบบ ขนาด และสีชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสม						
5.4 สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม						
5.5 ขนาดของภาพและกราฟิกมีความเหมาะสม						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
<b>6. ด้านการเชื่อมโยง</b>						
6.1 มีความสะดวกรวดเร็วในการใช้เครื่องมือสื่อสารบนเว็บ						
6.2 การเชื่อมโยงของเว็บมีความเป็นอิสระที่จะไปยังส่วนต่างๆ ได้						
6.3 การเชื่อมโยงง่ายต่อความเข้าใจ						

#### ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

( ..... )

ตำแหน่ง .....

**แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อ**  
**ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน (Virtual experiment)**  
**โดยใช้โปรแกรม Yenka**

**คำชี้แจง**

แบบประเมินนี้ใช้สำหรับการตรวจประเมินคุณภาพสื่อห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน Virtual experiment โดยใช้โปรแกรม Yenka

รายการประเมินคุณภาพสื่อพิจารณาองค์ประกอบหลักต่อไปนี้

1. เนื้อหาในห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน
2. วัตถุประสงค์การทดลอง
3. การออกแบบการทดลอง
4. การใช้งาน
5. ภาษาที่ใช้

**ระดับการประเมิน**

กำหนดระดับคุณภาพการประเมินเป็น 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาในห้่องปฏิบัติการทดลองเสมือน 1.1 เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน 1.2 การทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....
2. วัตถุประสงค์การทดลอง 2.1 วัตถุประสงค์ชัดเจน สามารถวัดผลได้ 2.2 วัตถุประสงค์สอดคล้องกับการทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....
3. การออกแบบการทดลอง 3.1 อุปกรณ์ต่างๆมีความเหมาะสมกับการทดลอง 3.2 การใช้สีประกอบ 3.3 การจัดวางเมนูต่างๆ 3.4 เครื่องมือที่ใช้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	.....	.....	.....	.....	.....
4. การใช้งาน 4.1 ความง่าย 4.2 ความสะดวกในการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
5. ภาษาที่ใช้ 5.1 รูปแบบตัวอักษรมีรูปแบบ ขนาด และสี ชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสม 5.2 สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม 5.3 ขนาดของภาพและกราฟิกมีความเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....

แบบประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมบนเว็บ  
ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือน  
ในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง  
สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านแบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมบนเว็บ

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบ  
ที่มีการกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

(ภาษาอังกฤษ) EFFECTS OF GUIDED AND UNGUIDED INQUIRY  
VIRTUAL LABORATORY UPON SCIENCE  
LEARNING ACHIEVEMENT OF TENTH GRADE  
STUDENTS

ชื่อผู้วิจัย นางสาวจันทร์จิรา แก้วโกย

สาขาวิชา โสตทัศนศึกษา

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

ปีการศึกษา 255

4

### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการ  
กำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

### คำชี้แจง

โปรดพิจารณาแบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมบนเว็บ แล้วเขียนผลการพิจารณาของ  
ท่าน โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามและตัวเลือกนี้เหมาะสม

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามและตัวเลือกนี้มีความเหมาะสม

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามและตัวเลือกนี้ไม่เหมาะสม



รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	-1	
<b>ด้านกระบวนการทำงานกลุ่ม</b>				
1. มีการทำความเข้าใจเป้าหมายของงานร่วมกัน				
2. วางแผนปฏิบัติงานร่วมกัน				
3. มีการดำเนินการตามแผน				
4. การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน				
5. การแสดงความคิดเห็นในห้องสนทนาหรือกระดานสนทนา				
6. การตัดสินใจในการทำงาน				
<b>ด้านความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ได้รับมอบหมาย</b>				
7. การบรรลุผลงานตามหน้าที่				
8. ผลงานที่ได้รับมอบหมาย				
9. การตรงต่อเวลา				

**ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม**

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง .....

ขอพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาให้ข้อมูล และความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

**เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมกรมการมีส่วนร่วม**

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
<b>ด้านกระบวนการทำงานกลุ่ม</b>				
<b>มีการทำความเข้าใจเป้าหมายของงานร่วมกัน</b>	ในการทำงานกลุ่ม มีการทำความเข้าใจร่วมกันในการแก้ปัญหาจากสิ่งที่กำหนดให้ทำมากที่สุด (90-100%)	ในการทำงานกลุ่ม มีการทำความเข้าใจร่วมกันในการแก้ปัญหาจากสิ่งที่กำหนดให้ทำในระดับมาก (70-90%)	ในการทำงานกลุ่ม มีการทำความเข้าใจร่วมกันในการแก้ปัญหาจากสิ่งที่กำหนดให้ทำน้อย (50-70%)	ต่างคนต่างทำงานตามที่ได้รับมอบหมายตามหน้าที่ของตนเอง (ไม่เกิน 50%)
<b>วางแผนปฏิบัติงานร่วมกัน</b>	มีการวางแผนงานร่วมกันทุกครั้ง (90-100%)	มีการวางแผนงานร่วมกันเกือบทุกครั้ง (70-90%)	มีการวางแผนงานร่วมกันบางครั้ง (50-70%)	ไม่มีการวางแผนงานร่วมกัน (ไม่เกิน 50%)
<b>มีการดำเนินการตามแผน</b>	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ทุกครั้ง (90-100%)	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้เกือบทุกครั้ง (70-90%)	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้บางครั้ง (50-70%)	ไม่ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (ไม่เกิน 50%)
<b>การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน</b>	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงานเสมอๆ (90-100%)	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงานเกือบทุกครั้งที่ทำงานร่วมกัน (70-90%)	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงานน้อย (50-70%)	ไม่รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน (ไม่เกิน 50%)
<b>การเสนอความคิดเห็นในห้วงสนทนาหรือกระดานสนทนา</b>	มีการเสนอความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง และมีข้อคิดเห็นใหม่ๆ (90-100%)	เสนอความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง แต่มีข้อคิดเห็นใหม่ๆบ้าง (70-90%)	เสนอความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเองน้อย และมีข้อคิดเห็นแบบเดิมๆ (50-70%)	ไม่กล้าเสนอความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง (ไม่เกิน 50%)
<b>การตัดสินใจในการทำงาน</b>	ช่วยเหลือเพื่อนร่วมงานในการตัดสินใจในการทำงานทุกครั้ง	ช่วยเหลือเพื่อนร่วมงานในการตัดสินใจเกือบทุกครั้ง (70-90%)	ช่วยเหลือเพื่อนร่วมงานในการตัดสินใจน้อย (50-70%)	ไม่ช่วยเหลือเพื่อนร่วมงานในการตัดสินใจเลย (ไม่เกิน 50%)

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
	(90-100%)			
<b>ด้านความรับผิดชอบต่อน้ำที่ของตนเอง</b>				
<b>การบรรลุผลงานตามหน้าที่</b>	ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเสร็จทั้งหมด (90-100%)	ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเสร็จเกือบทั้งหมด (70-90%)	ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเสร็จบางส่วน (50-70%)	ไม่ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (ไม่เกิน 50%)
<b>ผลงานที่ได้รับมอบหมาย</b>	ข้อความที่เขียนมีประโยชน์ต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างมากที่สุดทั้งหมดมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกับเรื่องและสิ่งที่น่าสนใจเป็นสิ่งที่สำคัญ (90-100%)	ข้อความที่เขียนมีประโยชน์ต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างมาก ทั้งหมดมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกับเรื่อง (70-90%)	ข้อความที่เขียนมีประโยชน์ต่องานที่ได้รับมอบหมายเป็นบางส่วน (50-70%)	ข้อความที่เขียนไม่มีประโยชน์ต่องานที่ได้รับมอบหมาย เป็นการเขียนซ้ำในส่วนที่มีคนเขียนไว้แล้ว (ไม่เกิน 50%)
<b>การตรงต่อเวลา</b>	ทำงานทั้งหมดเสร็จตามเวลาที่ได้รับมอบหมาย (90-100%)	ทำงานส่วนใหญ่เสร็จตามเวลาที่ได้รับมอบหมาย (70-90%)	ทำงานทั้งหมดเสร็จตามเวลาที่ได้รับมอบหมายแต่ค่อนข้างช้า (50-70%)	ทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่ได้รับมอบหมาย (ไม่เกิน 50%)

### อ้างอิงถึง

Theiel, J. (1997). Collaboration rubric. [Online] available from :

<http://edweb.sdsu.edu/triton/tidepoolunit/rubrics/collrubric.html> , [2010 June, 14].

Porto, S. (2000). Sample Rubric for Grading Online Conference Participation. [Online]

available from : <http://deoracle.org/learning-objects/sample-rubric-for-grading-online-class-participation.html>, [2010 June, 14].

แบบประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการแสดงความคิดเห็นบนกระดานอภิปราย  
ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการ  
กำหนดแนวทาง สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านแบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมบนเว็บ

ชื่อวิทยานิพนธ์ (ภาษาไทย) ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มี  
การกำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์  
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อวิทยานิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ) EFFECTS OF GUIDED INQUIRY VIRTUAL LABORATORY  
UPON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT OF TENTH  
GRADE STUDENTS

ชื่อผู้วิจัย นางสาวจันทร์จิรา แก้วโกย

สาขาวิชา ไรต์เทคโนโลยี

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

ปีการศึกษา 255 4

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการ  
กำหนดแนวทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4



## เกณฑ์ในการให้คะแนน

เกณฑ์ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	ดีมาก (4 คะแนน)
ความถี่/จำนวนของการตอบคำถามบนกระดานอภิปราย	มีการแสดงความคิดเห็น 1 ครั้งต่อกระทู้	มีการแสดงความคิดเห็น 2-3 ครั้งต่อกระทู้	มีการแสดงความคิดเห็น 4-5 ครั้งต่อกระทู้	มีการแสดงความคิดเห็น 6 ครั้งขึ้นไปต่อกระทู้
แสดงความคิดเห็นได้ถูกต้องตามหลักการในเนื้อหาที่เรียน	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง (ไม่เกิน 49 %)	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน มีแนวคิดอื่นมาปะปนเป็นจำนวนมาก (50 - 69 %)	ตอบคำถามได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก มีแนวคิดอื่นมาปะปนบ้างเล็กน้อย (70 - 89%)	ตอบคำถามได้ถูกต้องชัดเจน ไม่มีแนวคิดอื่นมาปะปน (90 - 100%)
แสดงความรู้ความเข้าใจสะท้อนเนื้อหาสาระ ที่ได้เรียนรู้มา	ไม่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็น และไม่ได้แสดงหลักฐานที่ได้เรียนรู้ (ไม่เกิน 49 %)	ได้ตอบได้เกี่ยวข้องกับประเด็น แสดงหลักฐานที่ได้เรียนรู้ (50 - 69 %)	มีการบูรณาการความคิดและเกี่ยวข้องกับประเด็น แสดงหลักฐานที่ได้เรียนรู้ (70 - 89%)	มีการโต้ตอบและแสดงหลักฐานที่ได้เรียนรู้ เกี่ยวข้องกับประเด็นอย่างชัดเจน (90 - 100%)
มีการแสดงความคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร และมีประโยชน์	มีการแสดงความคิดเห็นซ้ำกับผู้อื่น และมีประโยชน์ (ไม่เกิน 49 %)	มีการแสดงความคิดเห็นซ้ำกับผู้อื่น เป็นส่วนมาก และมีประโยชน์ (50 - 69 %)	มีการแสดงความคิดเห็นผู้กับผู้อื่นบางส่วน และมีประโยชน์ หรือแสดงมีการแสดงความคิดเห็นไม่ซ้ำกับผู้อื่น แต่ไม่มีประโยชน์ (70 - 89%)	มีการแสดงความคิดเห็นที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น และมีประโยชน์ (90 - 100%)

## รายการอ้างอิง

Janet de Vry, Barbara A. Frey and George Watson. (2006). Modeling and Assessing Online Discussions for Faculty Development. [Online] Available from :

<http://www.udel.edu/janet/MARC2006/rubric.html> [2010, November 18], 2006

ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2550. E-Instructional Design วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอน  
 อิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง .....

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาให้ข้อมูล และความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

### ภาคผนวก จ.

#### ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

- ตารางวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง
- ตารางวิเคราะห์ความเหมาะสมของเว็บการเรียนการสอนที่ใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง
- ตารางวิเคราะห์ความเหมาะสมของสื่อห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน Virtual Experiment



ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
<b>1. ด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้</b>	1	1	1	3	1.00
1.1 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีครบถ้วน และถูกต้อง สมบูรณ์	1	1	1	3	1.00
1.2 มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันขององค์ประกอบทุกส่วน	1	1	0	2	0.67
<b>2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>					
2.1 มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00
2.2 มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00
2.3 มีความถูกต้องตามหลักการเขียน	1	1	1	3	1.00
<b>3. ด้านสาระการเรียนรู้</b>	1	1	1	3	1.00
3.1 สาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	3	1.00
3.2 ความถูกต้องและชัดเจนของสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00
3.3 การจัดลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหาสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00
3.4 มีความเหมาะสมของการแสดงความคิดรวบยอดของเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง	0	1	1	2	0.67
<b>4. ด้านเนื้อหา</b>					
4.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอน	0	1	1	2	0.67
4.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00
4.3 ถูกต้องตามหลักวิชาการและทันสมัย	0	1	1	2	0.67
4.4 เนื้อหาตรงกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00
4.5 ชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	1	1	1	3	1.00
<b>5. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>	1	1	1	3	1.00

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	0	2	0.67
5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการเรียนด้วยห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง	0	1	1	2	0.67
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม	1	1	1	3	1.00
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์	0	1	1	2	0.67
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ และสภาพโรงเรียนและท้องถิ่น	0	1	1	2	0.67
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ จูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนและเข้าร่วมในแต่ละกิจกรรม	1	1	1	3	1.00
<b>6. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>					
6.1 มีความเหมาะสมในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม	0	1	1	2	0.67
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	0	1	1	2	0.67
6.3 มีความเหมาะสมกับวัย ความสนใจ ความสามารถของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00
<b>7. ด้านการประเมินผล</b>					
7.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00
7.2 ประเมินตามสภาพการเรียนรู้ในขั้นตอนการเรียน	1	1	1	3	1.00
				รวม	0.77

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของความเหมาะสมของเว็บการเรียนการสอนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
<b>1. ด้านวัตถุประสงค์</b>					
1.1 มีการกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป	5	5	5	15	5.00
1.2 มีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	4	5	13	4.33
<b>2. ด้านเนื้อหา</b>					
2.1 เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่กำหนด	5	5	5	15	5.00
2.2 ความถูกต้องของเนื้อหาที่ปรากฏบนเว็บ	4	4	4	12	4.00
2.3 มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย	5	4	5	14	4.67
2.4 มีการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	5	4	5	14	4.67
<b>3. การโต้ตอบบทเรียน</b>					
3.1 มีการออกแบบให้มีการโต้ตอบกับบทเรียน	5	4	5	14	4.67
3.2 มีการใช้ทรัพยากรบนเว็บอย่างมีประสิทธิภาพ	5	4	4	13	4.33
3.3 มีแหล่งข้อมูลภายในเว็บ เช่น เอกสารต่างๆ	5	5	5	15	5.00
<b>4. ด้านสื่อประกอบการเรียน</b>					
4.1 สื่อวีดิทัศน์มีความชัดเจน	5	4	5	14	4.67
4.2 ความยาวของสื่อวีดิทัศน์มีความเหมาะสม	5	4	4	13	4.33
4.3 ความเร็วของสื่อวีดิทัศน์มีความเหมาะสม	5	5	5	15	5.00
4.4 เสียงบรรยายของสื่อวีดิทัศน์ชัดเจน เหมาะสม	5	4	4	13	4.33
<b>5. ด้านการออกแบบหน้าจอ</b>					
5.1 มีการวางองค์ประกอบสัดส่วน ง่ายต่อการใช้งาน	5	4	4	13	4.33
5.3 รูปแบบตัวอักษรมีรูปแบบ ขนาด และสี ชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสม	5	5	5	15	5.00
5.4 สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม	5	5	5	15	5.00
5.5 ขนาดของภาพและกราฟิกมีความเหมาะสม	5	5	5	15	5.00

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
<b>6. ด้านการเชื่อมโยง</b>					
6.1 มีความสะดวกรวดเร็วในการใช้เครื่องมือสื่อสารบนเว็บ	5	5	5	15	5.00
6.2 การเชื่อมโยงของเว็บมีความเป็นอิสระที่จะไปยังส่วนต่างๆ ได้	5	4	4	13	4.33
6.3 การเชื่อมโยงง่ายต่อความเข้าใจ	5	5	5	15	5.00
				รวม	4.93

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์เว็บการเรียนการสอนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียน  
แบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง (n = 4)

รายการประเมิน	คะแนนค่าเฉลี่ย ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น
<b>1. ด้านวัตถุประสงค์</b>		
1.1 มีการกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป	5.00	มากที่สุด
1.2 มีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.33	มาก
<b>2. ด้านเนื้อหา</b>		
2.1 เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่กำหนด	5.00	มากที่สุด
2.2 ความถูกต้องของเนื้อหาที่ปรากฏบนเว็บ	4.00	มาก
2.3 มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย	4.67	มาก
2.4 มีการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	4.67	มาก
<b>3. การโต้ตอบบทเรียน</b>		
3.1 มีการออกแบบให้มีการโต้ตอบกับบทเรียน	4.67	มาก
3.2 มีการใช้ทรัพยากรบนเว็บอย่างมีประสิทธิภาพ	4.33	มาก
3.3 มีแหล่งข้อมูลภายในเว็บ เช่น เอกสารต่างๆ	5.00	มากที่สุด
<b>4. ด้านสื่อประกอบการเรียน</b>		
4.1 สื่อวีดิทัศน์มีความชัดเจน	4.67	มาก
4.2 ความยาวของสื่อวีดิทัศน์มีความเหมาะสม	4.33	มาก
4.3 ความเร็วของสื่อวีดิทัศน์มีความเหมาะสม	5.00	มากที่สุด
4.4 เสียงบรรยายของสื่อวีดิทัศน์ชัดเจน เหมาะสม	4.33	มาก
<b>5. ด้านการออกแบบหน้าจอ</b>		
5.1 มีการวางองค์ประกอบสัดส่วน ง่ายต่อการใช้งาน	4.33	มาก
5.3 รูปแบบตัวอักษรมีรูปแบบ ขนาด และสี ชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสม	5.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	คะแนนค่าเฉลี่ย ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น
5.4 สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม	5.00	มากที่สุด
5.5 ขนาดของภาพและกราฟิกมีความเหมาะสม	5.00	มากที่สุด
<b>6. ด้านการเชื่อมโยง</b>		
6.1 มีความสะดวกรวดเร็วในการใช้เครื่องมือ สื่อสารบนเว็บ	5.00	มากที่สุด
6.2 การเชื่อมโยงของเว็บมีความเป็นอิสระที่จะ ไปยังส่วนต่างๆ ได้	4.33	มาก
6.3 การเชื่อมโยงง่ายต่อความเข้าใจ	5.00	มากที่สุด
รวม	4.93	มาก

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อ ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน (Virtual Experiment)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. เนื้อหาในห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน					
1.1 เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	4	13	4.33
1.2 การทดลอง	5	5	5	15	5.00
2. วัตถุประสงค์การทดลอง					
2.1 วัตถุประสงค์ชัดเจน สามารถวัดผลได้	5	5	5	15	5.00
2.2 วัตถุประสงค์สอดคล้องกับการทดลอง	5	5	5	15	5.00
3. การออกแบบการทดลอง					
3.1 อุปกรณ์ต่างๆมีความเหมาะสมกับการทดลอง	5	5	5	15	5.00
3.2 การใช้สีประกอบ	5	4	5	14	4.67
3.3 การจัดวางเมนูต่างๆ	4	5	5	14	4.67
3.4 เครื่องมือที่ใช้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	5	5	4	14	4.67
4. การใช้งาน					
4.1 ความง่าย	5	5	5	15	5.00
4.2 ความสะดวกในการใช้งาน	5	5	5	15	5.00
5. ภาษาที่ใช้					
5.1 รูปแบบตัวอักษรมีรูปแบบ ขนาด และสี ชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสม	5	5	5	15	5.00
5.2 สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม	5	5	5	15	5.00
5.3 ขนาดของภาพและกราฟิกมีความเหมาะสม	5	5	4	14	4.67
				รวม	4.85

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์สื่อห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน (Virtual Experiment) โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง (n = 4)

รายการประเมิน	คะแนนค่าเฉลี่ย ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น
1. เนื้อหาในห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน		
1.1 เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4.33	มาก
1.2 การทดลอง	5.00	มากที่สุด
2. วัตถุประสงค์การทดลอง		
2.1 วัตถุประสงค์ชัดเจน สามารถวัดผลได้	5.00	มากที่สุด
2.2 วัตถุประสงค์สอดคล้องกับการทดลอง	5.00	มากที่สุด
3. การออกแบบการทดลอง		
3.2 อุปกรณ์ต่างๆมีความเหมาะสมกับการทดลอง	5.00	มากที่สุด
3.2 การใช้สีประกอบ	4.67	มาก
3.3 การจัดวางเมนูต่างๆ	4.67	มาก
3.4 เครื่องมือที่ใช้สอดคล้องกับเนื้อหาและ วัตถุประสงค์	4.67	มาก
4. การใช้งาน		
4.2 ความง่าย	5.00	มากที่สุด
4.2 ความสะดวกในการใช้งาน	5.00	มากที่สุด
5. ภาษาที่ใช้		
5.3 รูปแบบตัวอักษรมีรูปแบบ ขนาด และสี ชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสม	5.00	มากที่สุด
5.4 สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม	5.00	มากที่สุด
5.3 ขนาดของภาพและกราฟิกมีความเหมาะสม	4.67	มาก
รวม	4.85	มาก



ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมบนเว็บของการเรียนโดยใช้  
ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
<b>ด้านการเข้าใช้งานบนเว็บ</b>					
1. ความถี่ในการปรากฏตัวในห้องสนทนา	+1	+1	+1	3	1.00
2. การแสดงความคิดเห็นในห้องสนทนาหรือกระดานสนทนา	+1	+1	+1	3	1.00
<b>ด้านกระบวนการทำงานกลุ่ม</b>					
3. มีการทำความเข้าใจเป้าหมายของงานร่วมกัน	+1	+1	+1	3	1.00
4. วางแผนปฏิบัติงานร่วมกัน	+1	+1	+1	3	1.00
5. มีการดำเนินการตามแผน	+1	+1	+1	3	1.00
6. การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน	+1	+1	+1	3	1.00
7. การตัดสินใจในการทำงาน	+1	+1	+1	3	1.00
<b>ด้านความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย</b>					
8. การบรรลุผลงานตามหน้าที่	+1	+1	+1	3	1.00
9. ผลงานที่ได้รับมอบหมาย	+1	+1	+1	3	1.00
10. การตรงต่อเวลา	+1	+1	+1	3	1.00
				<b>รวม</b>	<b>1.00</b>

**ภาคผนวก จ.**  
**สถิติสำหรับการอภิปรายเพิ่มเติม**

- ตารางแสดงค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
- ตารางสรุปคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางแสดงความถี่ในการเข้าใช้บทเรียนผ่านเว็บ

**ตารางที่ 30 แสดงค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ**

การแสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ดัชนีค่าอำนาจจำแนกโดยวิธีคำนวณจากตารางจุง-เตห์-ฟาน (Chung-The-Fan)

ข้อ	ความยากง่าย P	อำนาจจำแนก R	ระดับคุณภาพของข้อสอบ	สรุป
1	0.46	0.41	ข้อสอบดี	ใช้ได้
2	-	-	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
3	0.49	0.25	ข้อสอบยากง่ายปานกลาง	ใช้ได้
4	0.62	0.87	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
5	0.57	0.40	ข้อสอบยากง่ายปานกลาง	ใช้ได้
6	0.20	0.20	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
7	0.39	0.28	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
8	0.68	0.84	ข้อสอบดี	ใช้ได้
9	0.63	0.52	ข้อสอบดี	ใช้ได้
10	-	-	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
11	0.62	0.87	ข้อสอบดี	ใช้ได้
12	0.27	0.27	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
13	0.37	0.59	ข้อสอบดี	ใช้ได้
14	-	-	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
15	0.30	0.48	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
16	0.73	0.80	ข้อสอบดี	ใช้ได้
17	0.46	0.41	ข้อสอบยากง่ายปานกลาง	ใช้ได้
18	0.32	0.32	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
19	0.38	0.48	ข้อสอบดี	ใช้ได้
20	0.62	0.87	ข้อสอบดี	ใช้ได้
21	0.32	0.14	ข้อสอบที่ควรตัดทิ้ง	ใช้ไม่ได้
22	0.65	0.85	ข้อสอบดี	ใช้ได้
23	0.39	0.61	ข้อสอบยาก	ใช้ได้
24	0.60	0.65	ข้อสอบง่าย	ใช้ได้
25	0.57	0.68	ข้อสอบดี	ใช้ได้
26	0.59	0.78	ข้อสอบดี	ใช้ได้

ข้อ	ความยากง่าย P	อำนาจจำแนก R	ระดับคุณภาพของข้อสอบ	สรุป
27	0.49	0.35	ข้อสอบยากง่ายปานกลาง	ใช้ได้
28	0.51	0.68	ข้อสอบดี	ใช้ได้
29	0.54	0.64	ข้อสอบดี	ใช้ได้
30	0.42	0.55	ข้อสอบยาก	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบ = 0.88

ข้อสอบดี คือ ค่า  $p=0.4-0.59$  และ  $r=0.4-1.0$

ข้อสอบยากง่ายปานกลาง คือ ค่า  $p=0.4-0.59$  และ  $r=0.2-0.39$

ข้อสอบง่าย คือ ค่า  $p=0.6-0.8$  และ  $r=0.2-1.0$

ข้อสอบยาก คือ ค่า  $p=0.2-0.39$  และ  $r=0.2-0.39$

ข้อสอบง่ายเกินไป คือ ค่า  $p=0.8-1.0$  และ  $r=0.2-1.0$

ข้อสอบที่ควรตัดทิ้ง คือ ค่า  $r$  ต่ำกว่า 0.2

**ตารางแสดงจำนวนครั้งในการแสดงความคิดเห็น**

การเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียน แบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง	ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้ง ในการแสดงความคิดเห็น
กลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง	49
กลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ	38

ภาคผนวก ช.

- ตารางการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**ตารางที่ 3** การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ของกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์สูง (t-test Dependent)

กลุ่มตัวอย่าง		n	$\bar{X}$	S.D.	t-test	Sig.
นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง	ก่อนเรียน	30	6.57	2.24	-6.645	.000
	หลังเรียน		9.40	1.69		

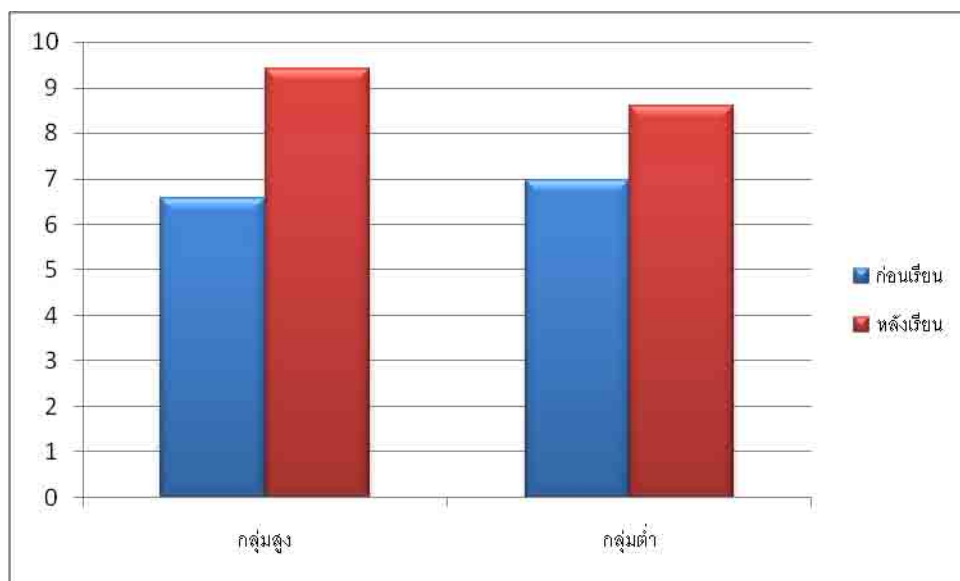
จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์สูง เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 6.57 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 2.24 และมีค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 9.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 1.69

**ตารางที่ 4** การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ของกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ (t-test Dependent)

กลุ่มตัวอย่าง		n	$\bar{X}$	S.D.	t-test	Sig.
นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ	ก่อนเรียน	30	6.97	2.02	-4.058	.000
	หลังเรียน		8.60	1.81		

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 6.97 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 2.02 และมีค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 8.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 1.81





รูปที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียน และหลังการของการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือน ในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

ภาคผนวก ซ.

- ตัวอย่างหน้าจอ
- ตัวอย่างกระดานอภิปราย
- ภาพบรรยากาศการเรียนการสอน

ภาพที่ 3 กิจกรรมบนเว็บ



ภาพที่ 4 กิจกรรมบนเว็บ



**คาบที่ 1**  
**พฤติกรรม เรื่องงานและพลังงาน**

ในคาบที่ 1 นี้ นักเรียนดูวิดีโอเรื่อง **เรื่องความหมายของงานในทางฟิสิกส์ และพลังงาน** ทั้งหมด 3 เรื่อง ตามนี้พออาจารย์ได้ขึ้นไปในบทเรียน จากนี้ร่วมกับแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ ผ่านกระดานอภิปรายที่ได้เตรียมไว้ให้ โดยฝึกปรายงานเป็นชิ้นๆ แล้วสนทนาระหว่างการดูวิดีโอทั้งหมด 3 เรื่องและมีการตั้งคำถามต่อวิดีโอที่ดูทั้งหมด 3 เรื่องนี้ โดยให้แต่ละคนในคลาสตั้งคำถามต่อวิดีโอที่ดูทั้งหมด 3 เรื่องและให้เวลาครูให้คำตอบด้วย

ภาพที่ 5 กิจกรรมบนเว็บ



**กิจกรรมการเรียนรู้**

- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 13
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 14
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 15
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 16
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 17
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 16
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 21
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 22
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 23
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 24
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 25
- กระดาษอภิปราย กลุ่ม 26

ภาพที่ 6 กิจกรรมบนเว็บ

The screenshot shows a web page from a Thai educational institution. The page title is "รวมรวมตัวบทเรียน" (Lesson Collection) and the subject is "ฟิสิกส์" (Physics). The main heading is "ตอนที่ 1 อธิบายงานและพลังงาน" (Part 1: Explain Work and Energy). Below the heading, there is a paragraph of text in Thai, which appears to be a lesson objective or introduction. The text mentions "นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของงานและพลังงาน" (Students can explain the meaning of work and energy) and "นักเรียนสามารถคำนวณงานและพลังงาน" (Students can calculate work and energy). Below the text is a video player showing a cartoon character holding a large red umbrella, with a play button in the center. The video player is embedded in a browser window.

รวมรวมตัวบทเรียน  
ฟิสิกส์

ตอนที่ 1 อธิบายงานและพลังงาน

นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของงานและพลังงาน  
นักเรียนสามารถคำนวณงานและพลังงาน

นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของงานและพลังงาน  
นักเรียนสามารถคำนวณงานและพลังงาน

ภาพที่ 7 กิจกรรมบนเว็บ



## ภาพที่ 8 กิจกรรมบนเว็บ

พลังงานจลน์กับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

Velocity (x) 108 km/h kinetic energy (translational) 0



1. สังเกตพลังงานจลน์ kinetic energy เมื่อรถมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว Velocity



ภาพที่ 9 ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน

**งาน**

1. กำหนดความเร็วคงที่แก่จรวด โดยลาก handle ขึ้นใน แนวตั้ง สังเกตค่าของแรงที่จรวดเคลื่อนที่ หรือ driving force ระยะทางที่จรวดเคลื่อนที่ และงานที่กระทำไปเมื่อจรวดเคลื่อนที่



Gravitational potential energy 352.09 J  
 Distance travelled 35.9 m  
 Driving force 9.81 N

0.700923 km/h  
 0 km/h<sup>2</sup>

Work done (J) 503.14

ภาพที่ 10 ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือน

**ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์กับมวล**



Mass  kg

velocity (x)  km·h<sup>-1</sup>

Kinetic energy (total)  J



1. ใช้ขนาดของรถยนต์แต่ละประเภทแทนขนาดของมวลที่แตกต่างกัน โดยทำการลากรถยนต์แต่ละคันมาวางบนพื้นถนน

## ภาพที่ 11 ตัวอย่างกระดานสนทนา

**ตอบ: งานคืออะไร**  
โดย ภาณุมาศ ภูสอน - Thursday, 16 February 2012, 09:46PM

งาน คือ ตอนที่เห็นชัดที่สุด คือ การเข็นรถยนต์ เพราะรถยนต์มีมวลมากเท่าไรก็ตามแต่ถ้าไม่มีการเคลื่อนที่ก็จะไม่เกิดงานต่างจากโทรศัพท์ที่มีมวลน้อยแต่มีการเคลื่อนที่ขึ้นเสียงงาน

**ตอบ: มิน**  
โดย อ.จันทร์จิรา แก้วโกย - Thursday, 16 February 2012, 03:38PM

ถาม และตอบได้ดีค่ะ แต่ขอให้แสดงความคิดเห็นให้มากกว่านี้นะคะ

---

**ตอบ: งาน**  
โดย กาญจนา สุจริตวงศ์ - Thursday, 16 February 2012, 08:18PM

ก็เห็นว่า มีมวลหนัก50นิวตัน ออกแรงไป10นิวตัน วัตถุไม่เคลื่อนที่ งานก็จะเท่ากับศูนย์ แต่ถ้าวัตถุมีมวล50นิวตัน ออกแรงไป70นิวตัน ได้ระยะทาง5เมตร

$$W = F \times S$$

$$= 50 \times 5$$

$$= 250 \text{ N.m / J}$$

เค้าทำตามความเข้าใจนะถ้าผิดก็ขอโทษด้วยละกัน 😊

ความเห็นก่อนหน้า | แก้ไข | แยก | ลบ | ตอบ

---

**ตอบ: งาน**  
โดย อ.จันทร์จิรา แก้วโกย - Thursday, 16 February 2012, 11:27PM

ตอบโอเคมากๆค่ะ แต่ถ้ามีเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ VDO ที่ได้ดูแล้วนำมาสนทนากันก็จะโอเคกว่านี้นะคะ 😊

## ภาพที่ 12 ตัวอย่างกระดานอภิปราย

โดย ภูพารัตน์ ธรรมมา - Thursday, 16 February 2012, 03:01PM

**จำเป็นไหมถ้าเรามีน้ำหนักตัวน้อยสามารถชกวัตถุที่มีปริมาณมากกว่าได้ 😊**

แก้ไข | ลบ | ตอบ

---

**ตอบ: ต้องคิด!!!!**  
 โดย สุตามาส ภูมิทอง - Thursday, 16 February 2012, 03:06PM

ไม่จำเป็นเพราะน้ำหนักของวัตถุมากกว่าน้ำหนักตัวเรานั้นก็ยกวัตถุไม่ขึ้น

ความเห็นก่อนหน้า | แก้ไข | แยก | ลบ | ตอบ

---

**ตอบ: ต้องคิด!!!!**  
 โดย วิภารัตน์ เหลี่ยมเพ็ง - Thursday, 16 February 2012, 03:13PM

ไม่จำเป็นนะ เพราะมันก้อเหมือนการออกแรงผลักรถของที่มีน้ำหนักมากกว่าตัวเราเองมันก้อจะไม่ไป เพราะตัวเราน้ำหนักน้อยกว่า (มั้ง) 😊

ความเห็นก่อนหน้า | แก้ไข | แยก | ลบ | ตอบ

---

**ตอบ: ต้องคิด!!!!**  
 โดย สุตามาส ภูมิทอง - Thursday, 16 February 2012, 03:28PM

แล้วหากว่าเราใช้เครื่องทุ่นแรงมาช่วยจะเกิดแรงขึ้นหรือไม่

ความเห็นก่อนหน้า | แก้ไข | แยก | ลบ | ตอบ

---

**ตอบ: ต้องคิด!!!!**  
 โดย วิภารัตน์ เหลี่ยมเพ็ง - Thursday, 16 February 2012, 05:41PM

เค้าว่าน่าจะขึ้นอยู่กับว่าเมื่อใช้เครื่องทุ่นแรงแล้วมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่ามวลที่ต้องการยก

ความเห็นก่อนหน้า | แก้ไข | แยก | ลบ | ตอบ

---

**ตอบ: ต้องคิด!!!!**  
 โดย อ.จันทร์จิรา แก้วโกย - Thursday, 16 February 2012, 11:35PM

จริงๆครูว่าเราน่าจะดูกีฬาชกน้ำหนักนะ อาจจะได้คำตอบที่ชัดเจนขึ้นว่ามี 😊

ความเห็นก่อนหน้า | แก้ไข | แยก | ลบ | ตอบ

ภาพที่ 13 บรรยากาศการเรียนการสอน



ภาพที่ 14 บรรยากาศการเรียนการสอน



ภาพที่ 15 บรรยากาศการเรียนการสอน



ภาพที่ 16 บรรยากาศการเรียนการสอน





ภาพที่ 17 บรรยากาศการเรียนการสอน

