



วิทยานิพนธ์

การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน
ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์
สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

**A Development of The Virtual Laboratory Model for Study
via Internet System in Physics Subject for Science Students**

นางสาวศันสนีย์ สัมสรค่อนันต์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา)

ปริญญา

เทคโนโลยีการศึกษา

เทคโนโลยีการศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

A Development of The Virtual Laboratory Model for Study via Internet System in
Physics Subject for Science Students

นามผู้วิจัย นางสาวศันสนีย์ สัมพรค่อนันต์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ณรงค์ สมพงษ์, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์กมล บุญบา, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาอากาศตรี สัญชัย พัฒนสิทธิ์, กศ.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(อาจารย์สุวิธ บุตรสุวรรณ, กศ.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 3 เดือน มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕1

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

A Development of The Virtual Laboratory Model for Study via Internet System in
Physics Subject for Science Students

โดย

นางสาวศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์

เสนอ

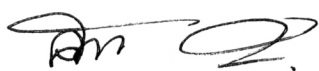
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา)

พ.ศ. 2551

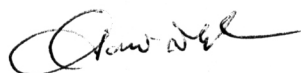
สันสนีย์ สัตยธรรมา 2551: การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษา
ด้านวิทยาศาสตร์ ปรินซ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา) สาขาวิชา
เทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษา:
รองศาสตราจารย์ณรงค์ สมพงษ์, Ph.D. 237 หน้า

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้คือ 1) เพื่อพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2550 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์จำนวน 662 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (วท. 181) กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาฟิสิกส์ และ ฟิสิกส์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 60 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยสรุปว่า 1) แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วย ส่วนนำเสนอเนื้อหา ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้ และห้องปฏิบัติการเสมือนจริง 2) การหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 79.66/77.85 3) การหาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 3.78



ลายมือชื่อนิติ



ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Sunsanee Sungsunanun 2008: A Development of The Virtual Laboratory Model for Study via Internet System in Physics Subject for Science Students. Doctor of Education (Educational Technology), Major Field: Educational Technology, Department of Educational Technology. Thesis Advisor: Associate Professor Narong Sompong, Ph.D. 237 pages.

The objectives of this investigation were to: 1) develop virtual laboratory model via internet system course in physics laboratory subject for science students, 2) find out virtual laboratory via internet system course efficiency in physics laboratory subject for science students, 3) determine students satisfaction in virtual laboratory via internet system course in physics laboratory subject.

The sample were 60 first year students of physics and electronic physics discipline, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, who enrolled in physics laboratory subject in first semester, FY 2007 towards purposive sampling technique under virtual laboratory model .Statistical analysis were percentage, arithmetic means, and standard deviation.

The findings revealed that the appropriate virtual laboratory model via internet system course composed of content presentation, perception facilitation, and actual component of virtual laboratory. Virtual laboratory via internet system course efficiency index in physic laboratory subject for science students were 79.66/77.85. Mostly of students satisfied the lesson at the high level with the average score 3.78.

SUNSANEE SUNGSUNANUN

Student's signature



Thesis Advisor's signature

27 , May , 2005

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ สมพงษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้จุดประกายความคิดหัวข้อ การวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในครั้งนี้ อีกทั้งยังให้คำแนะนำปรึกษาด้วยความใส่ใจอย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.กมล นุชบา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.ต. ดร.สัจชัย พัฒนสิทธิ์ กรรมการวิชาเอก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา ศรีสุวรรณ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้ข้อชี้แนะและ คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณะอาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษาทุกท่าน ที่ได้มอบ ความรู้ คำชี้แนะและแนวทางในการได้มาซึ่งองค์ความรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ใน ครั้งนี้ และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ในการให้คำแนะนำและ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เอมอร อังสุรัตน์ ที่ได้ให้โอกาส ความ ช่วยเหลือ และสนับสนุนอย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณ คุณณลินธร อิทธิพงษ์ธร ที่ได้ปฏิบัติหน้าที่แทนในช่วงลาศึกษาต่อตลอดจนเป็นแบบอย่างในการทำงานที่ดีที่สุด

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ชลาภรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์ อาจารย์สุเกษม อิงคณินันท์ อาจารย์ประภาส นวลเนตร อาจารย์ทศพร อินทะนิน และคุณจารุรินทร์ ภูระยา (เพื่อนปริญญาเอก รุ่นที่ 1 ขาว KU 63) ที่ได้ร่วมทุกข์ ร่วมสุข รวมทั้งคอยให้กำลังใจตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาอยู่ ด้วยกัน ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรณุช สมภักดี และ อาจารย์สุจิตรา อมรสุวรรณ เพื่อนผู้ซึ่งเป็นกัลยาณมิตร คอยดูแล ห่วงใย และเติมเต็มกำลังใจให้อยู่เสมอมา ทำให้ผู้วิจัยรู้สึก ซาบซึ้งถึงคำว่ามีตรภาพของความเป็นเพื่อน ขอขอบคุณทุก ๆ ปัญหา และอุปสรรค ที่ผ่านเข้ามาใน ชีวิต ซึ่งล้วนเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้วิจัยได้มีความอดทน และความเข้มแข็ง ผ่านสิ่งเหล่านั้นมาได้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อโสราญ สังสรรค์อนันต์ และคุณแม่สงวนศรี สุ่มมาตย์ เป็นอย่างสูง ที่ได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้ศึกษาต่อจนได้รับโอกาสที่มีคุณค่าเป็นอย่าง ยิ่งที่สุดในชีวิต คุณประโยชน์อันจะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่พระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
ขอบเขตของการวิจัย	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
นิยามศัพท์	10
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	14
ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการสอนบนเว็บ	16
ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	26
ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	40
ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง	48
ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการห้องปฏิบัติการฟิสิกส์	52
ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของสื่อ	60
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	65
กรอบแนวคิดและวิธีการวิจัย	80
สมมติฐานการวิจัย	81
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	82
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	83
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	83
การสร้างเครื่องมือวิจัย	84
การเก็บรวบรวมข้อมูล	116

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	118
ผลการวิจัย	118
ข้อวิจารณ์	134
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	140
สรุปผลการวิจัย	140
ข้อเสนอแนะ	150
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	155
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางการวิเคราะห์องค์ประกอบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	166
ภาคผนวก ข ตารางการวิเคราะห์การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	169
ภาคผนวก ค แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	173
ภาคผนวก ง รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือสำหรับใช้ในการ เก็บรวบรวมข้อมูล	192
ภาคผนวก จ สรุปผลการประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียน การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	198
ภาคผนวก ฉ ภาพตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	205

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข แสดงการหาประสิทธิภาพขั้นกลุ่มเล็กของห้องปฏิบัติการ เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	211
ภาคผนวก ช แสดงการหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างของห้องปฏิบัติการ เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	213
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์	217
ภาคผนวก ญ ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องทางด้านเนื้อหาวิชา ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (SC.181)	222
ภาคผนวก ฎ แสดงรายละเอียดตารางวิเคราะห์หลักสูตร	226
ภาคผนวก ฏ ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา ของแบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการ เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	228
ภาคผนวก ฐ แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	234
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	237

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการจริง และห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	78
2	สรุปผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง	129
3	แสดงจำนวนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	130
ตารางผนวกที่		
1	สรุปผลการประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	199
2	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของการหาประสิทธิภาพชั้นกลุ่มเล็กของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์	212
3	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของการหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์	214
4	แสดงรายละเอียดตารางวิเคราะห์หลักสูตร	227

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

5	ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา ของแบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	229
---	--	-----

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้าง Virtual Network Lab Module ของ Yen-Jen <i>et al.</i>	27
2	โครงสร้าง Virtual Laboratory ของ Ferrero and Piuri	28
3	โครงสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ของ Huan-Wen and Chin-Ming	30
4	โครงสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ของ Yabo and Miaoliang	33
5	โครงสร้างของรูปแบบของห้องปฏิบัติการแบบ Concurrent Model	36
6	โครงสร้างของรูปแบบของห้องปฏิบัติการแบบ Serial Model	37
7	โครงสร้างของรูปแบบของห้องปฏิบัติการแบบ Combined Model	38
8	ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	40
9	ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	42
10	โครงสร้างสภาพแวดล้อมจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ของ Ferrero and Piuri	67
11	กรอบแนวคิดและวิธีการวิจัย	80
12	แสดงขั้นตอนการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	95

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการ เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	99
14	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับ นักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์	102
15	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหา ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	106
16	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับ ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต	111
17	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสำรวจความพึงพอใจ	115
18	แสดงขั้นตอนในส่วน INPUT ของแบบจำลองของห้องปฏิบัติการ เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	120
19	แสดงขั้นตอนในส่วน PROCESS ของแบบจำลองของห้องปฏิบัติการ เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์	124

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

20

แสดงขั้นตอนในส่วน OUTPUT ของแบบจำลองของห้องปฏิบัติการ
เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

128

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในโลกปัจจุบันเริ่มเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ในแทบทุกด้าน เพราะเทคโนโลยีเหล่านี้มีศักยภาพมากมายที่จะสามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการศึกษาก็มีความสนใจที่จะนำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาใช้เพื่อต้องการพัฒนาให้การศึกษามีประสิทธิภาพและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้ทางด้านการศึกษาเป็นอย่างมาก เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่มีความสามารถที่หลากหลาย เช่น สามารถนำเสนอข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว หรือแม้แต่วีดิทัศน์ เข้ามาใช้ร่วมกันเพื่อนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ที่น่าสนใจให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ยังมีขีดความสามารถที่สนองต่อความต้องการในการเรียนรู้รายบุคคลได้อีกด้วย

ปัจจุบันเทคโนโลยีเครือข่ายถูกพัฒนาให้มีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น ประกอบกับการขยายตัวของอินเทอร์เน็ตได้ส่งผลให้การติดต่อสื่อสารทุกช่องทางมีความสะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Catherall, 2005: 147) และจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดังกล่าวได้มีผลกระทบต่อการจัดการศึกษาเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเมื่อมีการนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีเครือข่ายแล้วทำให้รูปแบบการเรียน จากที่เคยมีขอบเขตจำกัดอยู่แค่ในชั้นเรียนเปลี่ยนเป็นรูปแบบการเรียนที่สามารถเรียนผ่านระบบเครือข่ายได้ หรือที่เรียกว่า การเรียนการสอนบนเว็บ (Web – based Instruction) ซึ่ง กรมวิชาการ (2544:16) ได้ชี้ให้เห็นว่า ... การเรียนการสอนบนเว็บนี้ได้รับความสนใจจากนักการศึกษาเป็นอย่างมากในช่วง ค.ศ. 1995 ถึงปัจจุบัน เพราะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนทั้งระบบการสอน และการออกแบบบทเรียนได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันการพัฒนาโปรแกรมสร้างบทเรียน หรืองานมัลติมีเดียเพื่อสนับสนุนการสร้างบทเรียนบนเว็บมีความก้าวหน้ามากขึ้น โปรแกรมสนับสนุนการสร้างงานเหล่านี้ล้วนมีคุณภาพสูงและใช้งานง่าย ... ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเรียนการสอนบนเว็บเกิดขึ้นจึงทำให้การติดต่อสื่อสารกันระหว่างครูผู้สอนและผู้เรียนทำได้ง่ายขึ้น และสะดวกขึ้นกว่าเดิมมาก

ซึ่งปัจจุบันได้มีสถาบันการศึกษาหลายแห่งเริ่มนำเอารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ เข้ามาใช้ในการศึกษาของตนเพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Yabo and Miaoliang, 2001: 78 ; Seung, 2005: 59) เนื่องจากการเรียนในลักษณะนี้จะมีความยืดหยุ่นทางด้านเวลาโดยผู้เรียนสามารถเข้ามาเรียนในเวลาใดก็ได้ อีกทั้งไม่มีข้อจำกัดทางด้านระยะทาง ซึ่งผู้เรียนที่อยู่ไกลก็มีโอกาสติดต่อสื่อสารกับครูหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนตามปกติ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถเพิ่มระยะเวลาในการทบทวนบทเรียนได้โดยไม่จำกัดระยะเวลา จึงทำให้สามารถเรียนรู้และจดจำเนื้อหาได้ยาวนานขึ้น ส่วนครูก็สามารถนำเสนอเนื้อหาได้ในหลายรูปแบบหลายช่องทาง และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถรับเนื้อหาได้หลากหลายรูปแบบเช่นกัน (พิชัย ทองดีเลิศ, 2546: 109) แต่สิ่งที่ถือว่าเป็นอุปสรรคและความท้าทายอย่างหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนบนเว็บโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนทางด้านสายวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ คือ ผู้เรียนจะไม่สามารถฝึกปฏิบัติทำการทดลองในเนื้อหาส่วนที่ต้องทำในห้องปฏิบัติการได้เลย ซึ่งปัญหานี้ถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญยิ่ง (ประเสริฐ เคนพันค้อ, 2546: 40; Ronnie, 2002: 293) เพราะการจัดการศึกษาทางด้านสายวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์นั้นสิ่งที่สำคัญก็คือ นอกจากผู้เรียนจะได้เรียนรู้ในส่วนที่เป็นทฤษฎีแล้วควรที่จะให้ผู้เรียนได้มีโอกาสและประสบการณ์ในการฝึกปฏิบัติทำการทดลองกับห้องปฏิบัติการด้วย (Yen-Jen *et al.*, 1997: 642 ; Nedic, Machotka and Nafalski, 2003: 1; Kneale *et al.*, 2004: 161) เพราะทั้งสองสิ่งนี้ถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้การจัดการศึกษาของสายวิชาทางด้านนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะทฤษฎีจะเป็นส่วนที่ช่วยสนับสนุนการเรียนในเรื่องของข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ แต่จะไม่สามารถแสดงให้เห็นตัวอย่างที่เป็นภาพได้ ดังนั้นการฝึกปฏิบัติทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจึงจะเป็นส่วนที่ช่วยเสริมในจุดนี้ได้ (Balmelli *et al.*, 1998: 501; Carl and Rafic, 2005: 200)

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีประกอบกับความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบัน จึงสามารถพัฒนาให้มีการสร้างสถานการณ์จำลองได้ ซึ่งเรียกว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (Virtual Laboratory) โดยอาศัยคุณสมบัติที่มีศักยภาพของเทคโนโลยีเว็บ (Sepideh *et al.*, 1999: 421; Kearsley, 2000: 40) ซึ่งห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการได้โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ อีกทั้งยังสามารถปฏิบัติเข้าไปมาที่รอบก็ได้ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์เข้าห้องปฏิบัติการ หรือค่าใช้จ่ายในส่วนที่ต้องซ่อมแซมอุปกรณ์ที่มีอยู่ ตลอดจนห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไม่จำเป็นต้องมีผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการเหมือนกับ

ห้องปฏิบัติการจริง อีกทั้งยังมีความสามารถรองรับผู้เรียนได้เป็นจำนวนมาก (Yen-Jen *et al.*, 1997: 642; Wagner, 1999: 6; Ferrero and Piuri, 1999: 741; Andrea *et al.*, 2000: 2; Dongil *et al.*, 2000: 1384; Huan-Wen and Chin-Ming, 2000: 971; Kocijancic and Sullivan, 2002: 7; Zimmerli *et al.*, 2003: 151) โดยผู้สอนได้ยอมรับถึงสภาพแวดล้อมที่เป็นเสมือนจริงว่ามีข้อดีหลายอย่าง เช่น นอกจากจะสามารถมีลักษณะทางกายภาพได้คล้ายกับสภาพจริงแล้ว ยังให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่นำเสนอได้อีกด้วย ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากจะเรียนรู้ และเกิดความสนใจที่จะปฏิบัติการทดลอง และสภาพแวดล้อมเช่นนี้จะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้แบบการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by Doing) ได้เป็นอย่างดี (Roy, 2001: 27) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sepideh, Udo, Detlef *et al.* (1999: 421) ที่พบว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดความรู้ในส่วนที่เป็นทฤษฎีของวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ จึงทำให้ผู้เรียนเข้าใจในกฎ และทฤษฎีในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ได้อย่างรวดเร็ว โดยผู้เรียนจะใช้เวลาในการเรียนลดลง นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดความเสี่ยงจากการได้รับอันตราย หรือสิ่งที่ยุ่งยากที่ผู้เรียนอาจจะประสบในการปฏิบัติทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงได้อีกด้วย ซึ่ง Roy (2001: 31) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าเพื่อให้การเรียนรู้จากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเกิดประโยชน์สูงสุดนั้น ผู้ออกแบบบทเรียนควรนำหลักการทางด้านการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนเข้ามาใช้ด้วย รวมทั้งต้องมีการออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface: GUI) ที่ดีเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมากที่สุด นอกจากนี้ Kirmer *et al.* (2001) ยังได้กล่าวว่า การเรียนรู้จากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เป็นอย่างดี หากผู้ออกแบบบทเรียนได้จัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารได้อย่างทัน เช่น Chat room หรือการสนทนาทางเสียงที่สามารถติดต่อสื่อสารได้ทันทีแต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะเป็นเครื่องมือที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกปฏิบัติในการเรียนการสอนบนเว็บได้ แต่ Ferrero and Piuri (1999: 741); Don and Larry (2000: 164); Alan, Jonathan and David, (2001: 12) และ Carl and Rafic (2005: 200) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ยังพบข้อจำกัดหลายอย่างที่คุณสร้างควรที่จะคำนึงถึงคือ

1. การสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างนาน
2. โปรแกรมที่ใช้สร้างส่วนมากจะเป็นกราฟิก, การเขียนโปรแกรมที่รวมชุดคำสั่งเข้า

ไว้ด้วยกัน (Object – Oriented) มีราคาแพงและมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของลิขสิทธิ์เวลาที่โปรแกรมใช้งาน (Run – Time License)

3. มีข้อจำกัดของการเข้าสู่ระบบจากนอกมหาวิทยาลัย

4. การ Run โปรแกรมที่เกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์จะใช้เวลาในการ Run นานมาก ดังนั้นควรคำนึงในเรื่องของ Bandwidth ด้วย

5. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบต้องไม่สูงเกินไป

6. ต้องมีระบบปฏิบัติการรักษาความปลอดภัยที่ดี

เมื่อพิจารณาในบริบทของการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างเช่นประเทศไทยนั้นจะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งจะเห็นได้จากผลการจัดลำดับความสามารถการแข่งขันทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในเวทีโลกที่จัดอันดับโดย The International Institute for Management Development (IMD) ได้แสดงให้เห็นว่าในปี 2546 ประเทศไทยถูกจัดให้อยู่ในอันดับที่ 26 จาก 30 ประเทศ ในขณะที่มาเลเซีย อยู่ในอันดับที่ 18 จีนอยู่ในอันดับที่ 12 เกาหลีใต้ อยู่ในอันดับที่ 10 และได้หวันอยู่ในอันดับที่ 5 (พิรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ, 2547: 51) ซึ่งจากข้อมูลที่แสดงให้เห็นนี้จะเป็นตัวกำหนดหรือเป็นสิ่งชี้วัดที่บ่งบอกได้ถึงความได้เปรียบหรือเสียเปรียบในด้านเศรษฐกิจและการค้าของประเทศ นอกจากนั้น วิทยากร เชียงกูล (2548: 36) ยังได้กล่าวว่าการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าประเทศแถบเอเชียตะวันออกส่วนใหญ่ในแทบทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นสัดส่วนผู้เรียนมหาวิทยาลัยสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สัดส่วนของนักวิจัย งบประมาณวิจัย จำนวนสิทธิบัตร จำนวนการตีพิมพ์บทความทางวิชาการ โครงสร้างระดับการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความตื่นตัวที่จะเพิ่มการพัฒนาในด้านนี้อยู่แต่ยังเป็นโครงการย่อยๆ ที่ยังไม่ได้พยายามแก้ปัญหาทั้งระบบอย่างเป็นองค์รวม เพราะฉะนั้นจึงเห็นได้ว่าการจัดการศึกษาจะพยายามให้คนมีความรู้ และความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อบุคคลเหล่านี้จะได้เป็นทรัพยากรที่สำคัญในการพัฒนาประเทศชาติต่อไป โดยจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545 - 2549) ที่ได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ให้ความสำคัญกับการ

พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ว่าจะต้องมีการปฏิรูปการศึกษาโดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ตามหลักวิทยาศาสตร์ การรู้เท่าทันโลก และการพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ เพื่อให้สามารถเลือก รับ ประยุกต์ใช้ และพัฒนาเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ฝ่ายวิชาการ, 2545: 19 - 20) ดังนั้นภารกิจหลักสำคัญประการหนึ่งของสถาบันอุดมศึกษาที่มีหน้าที่ในการผลิตบัณฑิตทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรที่จะตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนารูปแบบหรือหาวิธีการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตบุคลากรให้มีประสิทธิภาพ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีหน้าที่ผลิตบัณฑิตทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังประสบปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เช่น ฟิสิกส์ 1 ซึ่งจากสถิติที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าได้นักศึกษาจำนวนมากที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ โดยมีสถิติระดับคะแนนดังนี้คือ ในปีการศึกษา 2545 มีนักศึกษาที่มีระดับคะแนน F เป็นจำนวนถึง 190 คน ในปีการศึกษาถัดมาคือ ปีการศึกษา 2546 มีปริมาณนักศึกษาที่มีระดับคะแนน F เป็นจำนวน 102 คน และเมื่อปีการศึกษา 2547 ที่ผ่านมานี้ ยังคงมีนักศึกษาที่มีระดับคะแนน F เป็นจำนวน 76 คน (แบบฟอร์มการส่งเกรดภาควิชาฟิสิกส์, 2545-2547) ซึ่งจากสถิตินี้จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนยังไม่สามารถบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งถ้าพิจารณาถึงสาเหตุที่น่าจะพิจารณาได้ในแต่ละด้านดังนี้

1. ปัญหาทางการเรียนการสอน

การเรียนในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 การฝึกปฏิบัติจะมีการจัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านสถานที่ ตารางเวลาการใช้ห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยปกติชั่วโมงการเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 ใน 1 ครั้ง จะทำการสอน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จะต้องใช้ห้องปฏิบัติการพร้อมกันทั้งหมด 4 ห้อง เพื่อรองรับนักศึกษาจำนวน 200 คน และต้องมีผู้ควบคุมการฝึกปฏิบัติการทั้งหมด 10 คน โดยนักศึกษาที่ขาดเรียนหรือนักศึกษาที่เข้าเรียนแต่ไม่เข้าใจเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติการในคาบเรียนนั้น จะไม่มีโอกาสในการฝึกทบทวนในเนื้อหา นั้น ๆ ได้อีก เนื่องจากห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐานทั้ง 4 ห้อง จะมีตารางการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อรองรับนักศึกษาจากคณะอื่น ๆ ด้วย เพราะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จะเป็นผู้สอนในรายวิชาพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาคณะสหเวชศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ แพทย์ศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ ทันตแพทยศาสตร์ และสถาบันเทคโนโลยี นานาชาติสิรินธร (ตารางการใช้ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน, 2547) ดังนั้นหากจะสร้าง ห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้นจะต้องมีการใช้งบประมาณในการลงทุนสูง เพราะราคาอุปกรณ์ที่ใช้ใน ห้องปฏิบัติการจะมีราคาสูง ซึ่งจากสถิติที่ผ่านมาของการของงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์เพื่อ ใช้ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐานในปี 2540 มีการใช้จ่ายงบประมาณในการซื้อครุภัณฑ์สูงถึง 7,499,844 บาท (รายการงบประมาณ ครุภัณฑ์ งบคลัง งบพิเศษ งบแพทย์: 2536 - 2547) ซึ่งจาก งบประมาณดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า หากมีการเพิ่มจำนวนของห้องปฏิบัติการ ก็จะหมายถึงต้องมี งบประมาณในการลงทุนด้านต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

2. ปัญหาทางด้านผู้เรียน

การเรียนในระดับอุดมศึกษามีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากการเรียนในระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นสาเหตุให้นักศึกษาบางคนไม่สามารถปรับตัวเพื่อรับกับระบบ วิธีการ เรียนในระดับอุดมศึกษาที่จะต้องมีการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น ประกอบกับหาก นักศึกษามีความรู้พื้นฐานวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์มาอย่างไม่เพียงพอแล้ว ก็จะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ ส่งผลให้ผลการเรียนตกต่ำได้ เพราะเนื้อหาวิชาทางด้านฟิสิกส์จะเป็นวิชาที่ซับซ้อน และการสอน ในวิชานี้จะพบปัญหาค่อนข้างมากคือ ไม่สามารถที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ใน วิชาฟิสิกส์ได้ ประกอบกับทางคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไม่ได้มีการผลิตสื่อเพื่อใช้ในการ เสริมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Yabo and Miaoliang (2001: 78) ที่พบว่าการเรียนการ สอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับด้านวิศวกรรมศาสตร์, ฟิสิกส์, เคมี และชีววิทยา นั้น ปัญหาที่พบ ค่อนข้างมากคือไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด และความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ เพราะเนื้อหาวิชาเหล่านี้เป็นวิชาที่มีความซับซ้อน และยากที่จะแสดงให้เห็นเข้าใจได้บนกระดานดำ เพราะกระดานดำถือว่าเป็นสื่อที่มีลักษณะเป็นแค่สื่อธรรมดา ที่นำเสนอได้เพียงแค่ ข้อความ และ รูปภาพ เท่านั้น ดังนั้นควรจะมีสื่อที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ อย่างเช่น สื่อมัลติมีเดีย ประเภท Web Courseware เข้ามาใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพราะประสิทธิภาพของสื่อประเภทนี้จะ สามารถนำเสนอ ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง และภาพเคลื่อนไหว เข้ามาใช้ร่วมกันได้อย่างมี ประสิทธิภาพ อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้อย่างง่าย โดยใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface: GUI) ที่บทเรียนได้เตรียมไว้ นอกจากนี้ สื่อ มัลติมีเดีย จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพ และความต้องการของตนเอง

และผู้สอนยังสามารถใช้สื่อมัลติมีเดียนำเสนอในส่วนที่เป็นสถานการณ์จำลองเพื่อฝึกให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาเป็นได้อีกด้วย (กรมวิชาการ, 2544: 17; Alan, Jonathan and David, 2001: 4)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเอาศักยภาพและประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ เพราะห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในกฎและทฤษฎีต่าง ๆ ในวิชาฟิสิกส์ที่เป็นนามธรรม แสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมได้โดยการจำลองสถานการณ์ในคอมพิวเตอร์ (Kawabata, Yamada, and Sanekata, 2004: 477) อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมได้ด้วยการฝึกทำการทดลองกับอุปกรณ์เสมือนจริงด้วยตนเอง จนกว่าเข้าใจและสามารถฝึกทดลองฝึกคิดได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง (Yabo and Miaoliang 2001: 78) ซึ่งประสบการณ์จำลอง Kocijancic and Sullivan (2002: 7) กล่าวว่า จะเป็นสิ่งนำไปสู่การเข้าใจ และเกิดการรับรู้ในหลักการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นการสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by Doing) ด้วย Ferrero and Piuri (1999: 741) ยังกล่าวเพิ่มเติมว่าเป็นการฝึกให้ผู้เรียนสร้างความคุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการจริง โดยผ่านทางห้องปฏิบัติการเสมือนจริงได้อีกด้วย อีกทั้งห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะช่วยลดปัญหาเรื่องเงินลงทุนในการซื้ออุปกรณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้งบประมาณสูง และไม่มีค่าใช้จ่ายในเรื่องของการซ่อมแซมอุปกรณ์ ตลอดจนไม่มีความจำเป็นต้องมีผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการจริง ซึ่ง Nedic, Machotka, and Nafalski (2003: 1) ได้ชี้ให้เห็นว่าการฝึกปฏิบัติการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจริงนั้น จะมีการกำหนดตารางเวลาในการใช้ที่แน่นอนไม่สามารถยืดหยุ่นได้ แต่สำหรับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่มีการจำกัดทั้งสถานที่และระยะเวลา นอกจากนี้ผลการวิจัยของ Bower and Richards (2005: 294) พบว่าการเรียนจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงทำให้ผู้เรียนรู้สึกตื่นเต้น และมีความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนที่เข้าเรียนสายหรือขาดเรียนในคาบเรียนนั้น สามารถที่จะฝึกทบทวนเนื้อหาได้อยู่ตลอดเวลา

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อต้องการบูรณาการกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมดของห้องปฏิบัติการจริงมาสร้างเป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อให้เป็นจุดเริ่มต้นและเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกของรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ของการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความเปลี่ยนไปจากรูปแบบเดิม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ในครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2550 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 662 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (วท. 181)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาฟิสิกส์ และ ฟิสิกส์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 60 คน เพื่อนำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างให้เรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยในการเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้สามารถควบคุมกลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวแปรที่ศึกษา

วิธีการเรียนจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจของนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการวิจัยดังนี้คือ

1. แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4. แบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
5. แบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
6. แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป
2. ได้สื่อการสอนเสริมในรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยนักศึกษาจะสามารถนำเอาประสบการณ์ที่ได้รับจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไปประยุกต์ใช้กับห้องปฏิบัติการจริงได้

นิยามศัพท์

แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย

อินเทอร์เน็ต หมายถึง การจำลองรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภายในห้องปฏิบัติการจริง มาสร้างเป็นแบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำวิธีระบบมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย

- ส่วน INPUT เป็นการวิเคราะห์ถึงปัญหา ในด้านผู้เรียนและการเรียนการสอน หลังจากนั้นจึงกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เลือกวิธีการเรียน ออกแบบและสร้างเนื้อหาวิชา และจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนให้เหมาะสม
- ส่วน PROCESS เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย ส่วนนำเสนอเนื้อหา ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้ และส่วนห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
- ส่วน OUTPUT เป็นส่วนที่ประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่

ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง หมายถึง ระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองกิจกรรมการเรียนการสอนของห้องปฏิบัติการจริงมาสร้างเป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยมี ส่วนประกอบดังนี้

- ระบบการบริหารจัดการ ซึ่งถูกสร้างไว้บนเซิร์ฟเวอร์ในระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้เป็นตัวกลางในการใช้ติดต่อประสานกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งผู้สอนสามารถนำเสนอเนื้อหา, ติดตามผลการเรียน และในขณะเดียวกันผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอน โดยผ่านทางระบบนี้เช่นกัน
- กิจกรรมการเรียนการสอน ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมีการจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนนำเสนอเนื้อหา, ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้, ส่วนห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
- การเตรียมความพร้อมด้านสภาพแวดล้อมทางการเรียนในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงโดยถูกออกแบบมาให้มีสภาพเหมือนกับห้องปฏิบัติการจริงทั้งในด้านของอุปกรณ์เสมือนจริง การมีระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์
- การประเมินผลการฝึกปฏิบัติ หลังจากที่คุณเรียนได้ฝึกปฏิบัติทำการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลองแล้วจะมีแบบทดสอบย่อย ๆ ในทุก ๆ หน่วยการทดลองให้ผู้เรียนทำการทดสอบ และจะมีรายงานผลการประเมินแจ้งให้ผู้เรียนทราบเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจนเกิดความรู้ ความชำนาญ และสามารถนำไปปฏิบัติกับเครื่องมือจริงได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับหลังจากที่เรียนจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน

อินเทอร์เน็ต หมายถึง เครือข่ายของระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมโยงกันเป็นระบบขนาดใหญ่ ซึ่งผู้เรียนและผู้สอนใช้เครือข่ายของระบบนี้เป็นตัวกลางในการเข้าสู่การเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงได้ โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่

การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง กิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจากอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ทำการทดลองเสมือนจริง ในห้องปฏิบัติการ โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากกิจกรรมและแหล่งความรู้ที่จัดไว้ให้ โดยผู้เรียน สามารถติดต่อกับผู้สอนและผู้เรียนคนอื่น ๆ ได้ทาง อีเมล กระดานข่าว

การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการปกติ หมายถึง การเรียนที่ผู้เรียนต้องฝึกทักษะการ ปฏิบัติผ่านเครื่องมือในห้องปฏิบัติการจริง ตามเนื้อหาวิชา ตารางเวลา และสถานที่จริงตามที่ ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้

นักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักศึกษาที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอน ปลายสายวิทยาศาสตร์ และเข้าศึกษาในสาขาวิชาที่ต้องศึกษาวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เป็นวิชา หลัก

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบของนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริง หลังจากเรียนในบทเรียน วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ จากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง หมายถึง การตรวจสอบหาคุณภาพ ของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงหลังจากที่ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดยนำไป ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีการวัดคะแนนจากการตอบแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) และ แบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เนื่องจากวิชาที่ใช้ทำการวิจัยครั้งนี้เป็นวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ ซึ่งเป็นวิชา ที่เน้นทางด้านทักษะจึงมีการตั้งเกณฑ์การหาประสิทธิภาพที่กำหนดไว้คือ มากกว่า 70/70

70 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกจากการทำ แบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนแต่ละบท โดยคิดเป็นร้อยละ 70

70 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกจากการทำ แบบทดสอบหลังเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ 70

ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่ในการประเมินและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะนำไปทดลองจริง โดยมีผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่

1. **ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา** หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หรือเอก ในสาขาเทคโนโลยีการศึกษา หรือ สาขาที่เกี่ยวข้อง มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

2. **ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา** หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หรือเอก และมีประสบการณ์เป็นผู้สอน หรือผู้วิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์

3. **ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ** หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หรือเอก ในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ศาสตร์คอมพิวเตอร์ หรือ สาขาที่เกี่ยวข้อง และมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการสอนบนเว็บ (Web – based Instruction)

1. แนวคิดเกี่ยวกับการสอนบนเว็บ
2. ความหมาย
3. คุณลักษณะสำคัญของเว็บซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน
4. เครื่องมือที่ใช้ในการสอนบนเว็บ
5. การนำ การสอนบนเว็บมาใช้ในการเรียนการสอน
6. ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบการสอนบนเว็บ
7. ข้อดีของการสอนบนเว็บ
8. ปัญหาการพัฒนการสอนบนเว็บ

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1. การออกแบบโครงสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
2. รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
3. ข้อควรคำนึงถึงของการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
4. ข้อจำกัดของการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. การจัดระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
2. การวิเคราะห์สภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา และการปฏิรูปการเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

1. ความหมายของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง
2. ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง
3. ลักษณะของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์
2. การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ

3. ระเบียบห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน

4. เกณฑ์การประเมินผลวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของสื่อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1. งานวิจัยในต่างประเทศ

2. งานวิจัยในประเทศ

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการสอนบนเว็บ

ในการศึกษา ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการสอนบนเว็บ (Web – based Instruction) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในหัวข้อต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสอนบนเว็บ (Web – based Instruction) การสอนบนเว็บเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการศึกษาที่นำเทคโนโลยีเว็บเพจและคุณสมบัติต่าง ๆ ของระบบอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการนำเสนอเนื้อหาความรู้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เว็บ หรือ เวิลด์ ไวด์ เว็บ (World Wide Web) คือส่วนหนึ่งของอินเทอร์เน็ต ซึ่งอินเทอร์เน็ตได้ถือกำเนิดขึ้นในช่วง ทศวรรษ 1960s โดยได้รับการพัฒนาขึ้นโดยกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ในทางการทหารสมัยสงครามเย็นเรียกว่าระบบเครือข่าย “ดาพาร์เน็ต” (DARPA Net: Defense Advanced Research Project Agency Network) และเมื่อสงครามยุติลง มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกาให้ความสนใจและขอเข้าร่วมโครงการ โดยเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่ายเพื่อประโยชน์ในการศึกษาและการวิจัยมิใช่เพื่อการทหาร จึงได้เปลี่ยนชื่อมาเป็น “อาร์พาร์เน็ต” (ARPA Net: Advanced Research Project Agency Network) หลังจากนั้นมหาวิทยาลัยได้ขยายเครือข่ายนี้ให้แพร่หลายออกไปทั่วโลก

(ศูนย์เทคโนโลยีและอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ, 2545: 52) แต่อย่างไรก็ตามระบบพื้นฐานที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องเข้าด้วยกันในระบบอินเทอร์เน็ตนั้นก็ไม่ใช่เรื่องที่จะทำได้ง่าย ๆ เนื่องจากระบบปฏิบัติการที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องอาจมีการใช้ระบบปฏิบัติการแตกต่างกัน เช่น ระบบ ยูนิกซ์, วินโดว์ หรือแม้แต่กระทั่ง แมคอินทอช รูปภาพที่สร้างจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งอาจไม่สามารถเปิดดูได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ทุก ๆ เครื่อง หรือแม้แต่กระทั่ง ไฟล์เสียง หรือ ไฟล์วิดีโอ ก็เช่นเดียวกัน ดังนั้นเทคโนโลยีของเว็บจึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาในจุดนี้ โดยนักวิทยาศาสตร์ที่ห้องปฏิบัติการทดลองสำหรับฟิสิกส์อนุภาค หรือที่เรียกว่า CERN (European Laboratory for Particle Physics) ได้คิดค้นการถอดรหัสที่จะนำตัวอักษรและรูปภาพที่พวกเขาต้องการจะแลกเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมงานทั่วโลกได้เป็นผลสำเร็จ ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของเว็บที่นี้ หลังจากนั้นนักวิจัยที่ NCSA (The University of Illinois National Center for Supercomputing Applications) จึงได้คิดค้นโปรแกรมมอเซอิก (Mosaic) ซึ่งเป็นโปรแกรมค้นผ่านในเว็บในลักษณะกราฟิก ซึ่งถือว่าเป็น เว็บเบราว์เซอร์ ตัวแรกได้เป็นผลสำเร็จ ซึ่งทำให้ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะอินเทอร์เน็ตจะง่ายในการเข้าถึงและแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนแล้วว่าการใช้เว็บ ก็เป็นเสมือนส่วนหนึ่งของอินเทอร์เน็ต โดยจะมีการใช้ อีเมล, การแลกเปลี่ยนไฟล์, การประชุมทางวิดีโอ (Video Conference) ตลอดจนมีระบบการสื่อสารกับคนอื่น ๆ ซึ่งการสื่อสารอาจจะอยู่ในรูปของการสื่อสารเวลาเดียวกัน (Synchronous) หรือ การสื่อสารต่างเวลา (Asynchronous) ก็ได้ ตลอดจนเว็บ จะเป็นตัวส่งผ่านข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ง่ายขึ้น (Alessi and Trollip, 2001: 373; กิดานันท์ มลิทอง, 2540: 324 - 325)

2. ความหมาย Web – based Instruction ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำนิยามของคำว่า Web – based Instruction ไว้ดังนี้

Badrul (1997: 43) ได้ให้ความหมายไว้ว่า Web – based Instruction เป็นโปรแกรมไฮเปอร์มีเดียที่ใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะและแหล่งทรัพยากรจาก เวิลด์ ไวด์ เว็บ มาสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2547: 1) กล่าวว่า เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติ

และทรัพยากรของเวปไซด์ เว็บบ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนที่จัดขึ้นผ่านเว็บนี้อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอนก็ได้

พรพิไล เลิศวิชา (2544: 259) กล่าวว่า เป็นลักษณะของการเรียนรู้แบบใหม่ มีการถ่ายทอดข้อความ ภาพ เสียง และมีปฏิสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์และระบบคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียประมวลผลออกมาทางอุปกรณ์ คือ จอภาพ และ ลำโพง และมีการเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

จากนิยามและความคิดเห็นของนักวิชาการและนักการศึกษาทั้งในต่างประเทศและภายใน ประเทศไทย ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นสามารถสรุปได้ว่า Web – based Instruction หมายถึง การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรและเครื่องมือที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น อีเมล, การสนทนา, โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับค้นหาข้อมูล, กระดานข่าว ฯ ล ฯ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนทางไกล เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และบทเรียนโดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลา และสถานที่

3. คุณลักษณะสำคัญของเว็บซึ่งเอื้อต่อการจัดการเรียนการสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2544: 2) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญของเว็บซึ่งเอื้อต่อการจัดการเรียนการสอน มีอยู่ 8 ประการ ได้แก่

3.1 การที่เว็บเปิดโอกาสให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียน

3.2 การที่เว็บสามารถนำเสนอเนื้อหา ในรูปแบบของสื่อประสม (Multimedia)

3.3 การที่เว็บเป็นระบบเปิด (Open System) ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้มีอิสระในการเข้าถึงข้อมูลได้ทั่วโลก

3.4 การที่เว็บอุดมไปด้วยทรัพยากร เพื่อการสืบค้นออนไลน์ (Online Search/Resource)

3.5 ความไม่มีข้อจำกัดทางสถานที่และเวลาของการสอนบนเว็บ (Device, Distance and Time Independent) ผู้เรียนที่มีคอมพิวเตอร์ในระบบใดก็ได้ และต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตจะสามารถเข้าเรียนจากที่ใดก็ได้ในเวลาใดก็ได้

3.6 การที่เว็บอนุญาตให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม (Learner Controlled) ผู้เรียนสามารถเรียนตามความพร้อม ความถนัดและความสนใจของตน

3.7 การที่เว็บมีความสมบูรณ์ในตนเอง (Self- contained) ทำให้เราสามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดผ่านเว็บได้

3.8 การที่เว็บอนุญาตให้มีการติดต่อสื่อสาร ทั้งแบบเวลาเดียว (Synchronous Communication) เช่น การสนทนา และต่างเวลากัน (Asynchronous Communication) เช่น กระดานข่าว เป็นต้น

4. เครื่องมือที่ใช้ในการสอนบนเว็บ การจัดการศึกษาแบบการสอนบนเว็บนั้นสามารถทำได้อย่างกว้างขวางทั้งในระบบโรงเรียน และการศึกษานอกระบบโรงเรียนและการศึกษาทางไกล ซึ่งผู้ที่ออกแบบโปรแกรมการสอนนั้นจะต้องคำนึงถึงความหลากหลายและบริการต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตด้วยเพื่อที่จะได้มีความเข้าใจคุณสมบัติต่าง ๆ มาใช้เป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เช่น E – mail, Web board, Chat, ICQ, Conference, Electronic Home Work และอื่น ๆ โดยสามารถอธิบายความหมายและลักษณะการใช้งานคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ดังนี้ (นิรนาม, 2548; Alessi and Trollip, 2001: 375 – 377)

E – mail เป็นการรับส่งข้อความผ่านข่ายงานคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เป็นสมาชิกอินเทอร์เน็ตเท่านั้น ผู้อื่นจะไม่สามารถอ่านได้โดยจะใช้ติดต่อสื่อสารกันระหว่างครูหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน และสามารถใช้ส่งการบ้านหรืองานที่ได้รับมอบหมาย โดยสามารถส่งได้ทั้งตัวอักษร รูปภาพ ภาพยนตร์ และเสียง นอกจากนั้นยังสามารถมีการแนบไฟล์ได้ด้วย

Web board หรือ Bulletin Board จะใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างครูและผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้เรียน โดยจะใช้กำหนดประเด็นตามที่อาจารย์กำหนด หรือตามแต่ที่นักเรียนกำหนด เพื่อช่วยกันอภิปรายประเด็นต่าง ๆ ตามที่ตั้งไว้ โดยสิ่งที่นำไปวางไว้ว่าจะเป็นข้อความ รูปภาพ หรือโปรแกรมมัลติมีเดียก็ได้

Chat ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างครูและผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้เรียน โดยมีการสนทนาแบบทันทีทันใด ซึ่งมีทั้งสื่อสารโดยตัวอักษร (Text Chat) และสื่อสารโดยเสียง (Voice Chat) โดยจะใช้สนทนาระหว่างผู้เรียนและอาจารย์ในห้องเรียนหรือชั่วโมงเรียนนั้น ๆ เสมือนว่ากำลังคุยกันอยู่ในห้องเรียนจริง ๆ

Conference ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างครูและผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้เรียน โดยมีทั้ง Audio และ Video Conference โดยถ้าเป็น Video Conference ผู้เรียนและครูสามารถเห็นหน้ากันได้ โดยผ่าน โดยใช้บรรยายให้กับผู้เรียนที่อยู่หน้าเครื่องเสมือนว่ากำลังนั่งเรียนอยู่ในห้องเรียนจริง ๆ

ICQ ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างครูและผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้เรียน โดยมีการสนทนาแบบ Real Time และ Past Time โดยใช้สนทนาระหว่างผู้เรียนและอาจารย์ในห้องเรียน เสมือนว่ากำลังคุยกันอยู่ในห้องเรียนจริง ๆ โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ในเวลานั้น ๆ ICQ จะเก็บข้อความไว้ให้ และยังทราบด้วยว่าในขณะนั้นผู้เรียนอยู่หน้าเครื่องหรือไม่

Electronic Home Work ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างครูและผู้เรียน เป็นเสมือนสมุดประจำตัวผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนไม่ต้องถือสมุดการบ้านจริง ๆ เป็นสมุดการบ้านที่ติดตัวตลอดเวลา โดยจะมีลักษณะการใช้งานบน WBI คือใช้ส่งงานตามที่อาจารย์กำหนด เช่น ให้เขียนรายงานโดยที่อาจารย์สามารถเปิดดู Electronic Home Work ของผู้เรียนและเขียนบันทึกเพื่อตรวจงานและให้คะแนนได้แต่ผู้เรียนด้วยกันจะเปิดดูไม่ได้

5. การนำการสอนบนเว็บมาใช้ในการเรียนการสอน การนำเว็บมาใช้ในการเรียนการสอนนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ On – site learning และ Distance learning (Alessi and Trollip, 2001: 378)

On – site learning เป็นทางเลือกเพิ่มให้กับผู้เรียนนอกเหนือจากการเรียนในชั้นเรียนตามปกติ โดยเว็บจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถสืบค้นจากแหล่งความรู้อื่น ๆ ได้ รวมถึงให้ครูและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และมีการสื่อสารถึงกันได้

Distance learning เดิมการเรียนแบบ Distance learning จะเป็นการเรียนทางไปรษณีย์ โทรทัศน์ และวิทยุ แต่ด้วยเทคโนโลยีของเว็บ จะสามารถทำให้องค์ประกอบเหล่านี้สมบูรณ์ได้มากยิ่งขึ้น โดยเว็บจะบูรณาการเอาสื่อเหล่านี้มาใช้ร่วมกันแล้วนำเสนอบนเว็บ โดยมีทั้งอีเมลล์, การประชุมทางไกลโดยเสียง (Audio Teleconference) และการประชุมทางไกลโดยภาพ (Video Teleconference)

6. ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบการสอนบนเว็บ Alessi and Trollip (2001: 382 - 392) ได้กล่าวว่าการออกแบบการสอนบนเว็บ ให้มีประสิทธิภาพนั้นควรคำนึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

6.1 ควรมีการกำหนดว่าจะนำหลักการใดมาใช้ในการออกแบบการสอนบนเว็บเช่น ให้อยู่ในรูป การคิว , สื่อหลายมิติ, การจำลองสถานการณ์, เกมส์ แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้วการสอนบนเว็บ จะถูกออกแบบมาให้อยู่ในรูปของสื่อหลายมิติ

6.2 ในการออกแบบการสอนบนเว็บ ควรที่จะมีการใช้การนำทางด้วย เช่น มีการใช้การเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlinks), ปุ่ม (Button), เมนู (Menu), ตัวคั่นหน้า (Bookmarks), และเครื่องมือช่วยค้นหา (Search engine) ที่จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลในหัวข้อที่ผู้เรียนต้องการได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

6.3 ในการออกแบบการสอนบนเว็บ ควรที่จะมีการใช้ข้อความเชื่อมโยงหลายมิติ (Hypertext Links) ซึ่งเป็นคุณลักษณะหลักที่มักจะมีในทุกเว็บ เพื่อที่เมื่อผู้เรียนคลิกที่ข้อความเชื่อมโยงหลายมิติแล้ว จะสามารถเชื่อมโยงข้ามไปยังเนื้อหาอื่น ๆ หรือเว็บอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ซึ่งโดยปกติแล้วการทำข้อความเชื่อมโยงหลายมิตินั้นจะใช้เป็นลักษณะของการขีดเส้นใต้ หรือใช้รูปแบบของ สี หรือ ขนาดของตัวอักษรที่แตกต่างไปเพื่อเป็นการเน้นให้เห็นถึงความแตกต่าง

6.4 เนื่องจากบนเว็บ จะมีขอบเขตที่กว้างใหญ่เพราะฉะนั้น เมื่อออกแบบเว็บแล้ว บนเว็บที่ออกแบบอาจจะสร้างจุดเชื่อมโยงให้ไปสู่เว็บอื่นๆ ได้ เมื่อผู้ใช้ได้ไปสู่เว็บอื่นๆ แล้ว อาจจะหาทางกลับมาสู่เว็บเดิมลำบาก ดังนั้นในการออกแบบเว็บนั้น ควรที่จะมีการพิจารณาถึงความสะดวกของผู้เรียนให้ใช้ได้ง่าย โดยอาจจะมีการกำหนดการชี้แนะ (Orientation cues), แผนที่ (Site maps), การให้มีหน้าตาใหม่, หรือมีการนำคั่นหน้า (Bookmarks) เข้ามาช่วย

6.5 ในการออกแบบนั้นควรคำนึงถึงเบราว์เซอร์ที่จะใช้งานด้วย ควรที่จะออกแบบเว็บให้สามารถใช้งานได้กับทุก ๆ เบราว์เซอร์ โดยคำนึงถึงในเรื่องของขนาดตัวอักษร ฟอนท์, และรูปแบบ ซึ่งผู้ออกแบบไม่ควรออกแบบตามใจที่ผู้ออกแบบชอบแต่ควรคำนึงถึงความเหมาะสม

6.6 ความเร็ว หรือ แบนด์วิดท์ แม้ว่าบางครั้งผู้ออกแบบจะไม่สามารถควบคุมความเร็ว หรือ แบนด์วิดท์ ได้แต่ในการออกแบบเว็บนั้นควรที่จะคำนึงถึงสิ่งที่ทำให้ ความเร็วช้าลงด้วย นั่นคือ การนำ ไฟล์ภาพยนตร์, ไฟล์เสียงที่มีคุณภาพสูง, รูปภาพที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ส่งผลให้ความเร็วช้าลง

6.7 การมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรม สิ่งหนึ่งที่ดีถือว่าเป็นจุดบกพร่องในการออกแบบเว็บเพื่อการศึกษาคือ การขาดความมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บปกติ เว็บจะเป็นแค่การนำเสนอตัวอักษร เสียง หรือ ภาพยนตร์ ซึ่งผู้เรียนจะได้แค่ฟังและดูเท่านั้น ซึ่งเดิมอาจจะมีสาเหตุมาจากสาเหตุ 2 สาเหตุคือ โปรแกรมที่นำมาสร้างเว็บมีข้อจำกัดและไม่เอื้อต่อการให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บมากนัก และอีกสาเหตุคือ เว็บที่ออกแบบมาไม่สามารถที่เก็บข้อมูลพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ แต่ปัจจุบันข้อจำกัดตรงนี้ได้ลดลง เพราะมีโปรแกรมที่สามารถให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้ออกแบบ เว็บควรที่จะมีการออกแบบให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนด้วย

7. ข้อดีของการสอนบนเว็บ ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544: 3-4) และ Alan, Jonathan and David, (2001: 11-12) ได้กล่าวว่าการสอนบนเว็บมีข้อดีอยู่หลายประการ ได้แก่

7.1 การสอนบนเว็บเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล หรือไม่มีเวลาในการมาเข้าชั้นเรียน ได้รับการเรียนรู้ในเวลา และสถานที่ ๆ ต้องการ ซึ่งอาจเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน หรือสถานศึกษาใกล้เคียงที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตได้ การที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเดินทางมายังสถานศึกษาที่กำหนดไว้ จึงสามารถช่วยแก้ปัญหาในด้านของข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลา และสถานที่ศึกษาของผู้เรียนเป็นอย่างดี

7.2 การสอนบนเว็บยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษา ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสถาบันการศึกษาในภูมิภาค หรือในประเทศหนึ่งสามารถที่จะศึกษา ถกเถียงอภิปราย กับอาจารย์ ครูผู้สอนซึ่งสอนอยู่ที่สถาบันการศึกษาในนครหลวง หรือในต่างประเทศก็ตาม

7.3 การสอนบนเว็บนี้ ยังช่วยส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจาก เว็บเป็นแหล่งความรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการศึกษา ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเข้ามาค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และตลอดเวลาการสอนบนเว็บ สามารถตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้ รวมทั้งมีทักษะในการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Meta-cognitive Skills) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.4 การสอนบนเว็บ ช่วยทำลายกำแพงของห้องเรียนและเปลี่ยนจากห้องเรียน 4 เหลี่ยม ไปสู่โลกกว้างแห่งการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ สนับสนุนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง โดยเน้นให้เกิดการเรียนรู้ตามบริบทในโลกแห่งความเป็นจริง (Contextualization) และการเรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) ตามแนวคิดแบบทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

7.5 การสอนบนเว็บเป็นวิธีการเรียนการสอน ที่มีศักยภาพ เนื่องจากที่เว็บได้กลายเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการรูปแบบใหม่ ครอบคลุมสารสนเทศทั่วโลก โดยไม่จำกัดภาษา การสอนบนเว็บช่วยแก้ปัญหาของข้อจำกัดของแหล่งค้นคว้าแบบเดิม จากห้องสมุด อันได้แก่ ปัญหาทรัพยากรการศึกษาที่มีอยู่จำกัด และเวลาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล เนื่องจากเว็บมีข้อมูลที่หลากหลายและเป็นจำนวนมาก รวมทั้งการที่เว็บใช้การเชื่อมโยงในลักษณะของสื่อหลายมิติ (Hyper Media) ซึ่งทำให้การค้นหาทำได้สะดวกและง่ายดายนกว่าการค้นหาข้อมูลแบบเดิม

7.6 การสอนบนเว็บจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะของเว็บที่เอื้ออำนวยให้เกิดการศึกษา ในลักษณะที่ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นได้อยู่ตลอดเวลา โดยไม่จำเป็นต้องเปิดเผยตัวตนที่แท้จริง ตัวอย่างเช่น การให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการทำกิจกรรมต่าง ๆ บนเครือข่าย การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแสดงไว้บนเว็บบอร์ด หรือการให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้ามาพบปะกับผู้เรียนคนอื่น ๆ อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญในเวลาเดียวกันที่ห้องสนทนา เป็นต้น

7.7 การสอนบนเว็บเอื้อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งการเปิดปฏิสัมพันธ์นี้อาจทำได้ 2 รูปแบบ คือ แบบมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันและ/หรือผู้สอน แบบปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในเนื้อหาหรือสื่อการสอนบนเว็บ ซึ่งลักษณะแรกนี้ จะอยู่ในรูปของการเข้าไปพูดคุย พบปะ แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกัน ส่วนในลักษณะหลังนี้จะอยู่ในรูปแบบของการเรียนการสอนแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบที่ผู้สอนได้จัดหาไว้ให้แก่ผู้เรียน

7.8 การสอนบนเว็บ ยังเป็นการเปิดโอกาสสำหรับผู้เรียน ในการเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ ทั้งในและนอกสถาบัน จากในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก โดยผู้เรียนสามารถติดต่อ สอบถามปัญหาขอข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจริงโดยตรง ซึ่งไม่สามารถทำได้ในการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย เมื่อเปรียบเทียบกับการติดต่อสื่อสารในลักษณะเดิม ๆ

7.9 การสอนบนเว็บเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานของตนสู่สายตาผู้อื่นอย่างง่ายดาย ทั้งนี้ไม่ได้จำกัดเฉพาะเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนหากแต่เป็นบุคคลทั่วไปทั่วโลกได้ ดังนั้นจึงถือเป็นการสร้างแรงจูงใจภายนอก ในการเรียนอย่างหนึ่งสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนจะพยายามผลิตผลงานที่ดีเพื่อไม่ให้เสียชื่อเสียงตนเอง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังได้มีโอกาสได้เห็นผลงานของผู้อื่น เพื่อนำมาพัฒนางานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

7.10 การสอนบนเว็บเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้ทันสมัยได้อย่าง สะดวกสบายเนื่องจากข้อมูลบนเว็บมีลักษณะ เป็นพลวัต (Dynamic) ดังนั้นผู้สอนสามารถ อัปเดตเนื้อหาหลักสูตรที่ทันสมัยแก่ผู้เรียน ได้ตลอดเวลา นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้สื่อสารและแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้อง กับเนื้อหา ทำให้เนื้อหาการเรียนมีความยืดหยุ่น มากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม และเปลี่ยนแปลง ไปตามความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ

7.11 การสอนบนเว็บสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ ภาพ 3 มิติ โดยผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบของการนำเสนอ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทางการเรียน

7.12 การสอนบนเว็บจะไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนผู้เรียนที่เข้ามาเรียนในชั้นเรียน เนื่องจากแหล่งข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในเครื่องแม่ข่าย (Server) บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้ามาเรียนในเวลาใดก็ได้ตามที่ตนเองต้องการ

8. ปัญหาการพัฒนการสอนบนเว็บ

8.1 ปัญหาการสนับสนุนด้านงบประมาณและบุคลากร และการสนับสนุนจากผู้บริหาร

8.2 ปัญหาการขาดความรู้ทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพราะผู้ออกแบบระบบคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์อย่างเชี่ยวชาญเพื่อที่จะสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8.3 ปัญหาเรื่องราคาของซอฟต์แวร์ และระบบ CMS/LMS และลิขสิทธิ์

8.4 ปัญหาเรื่องทีมดำเนินการ ด้านความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และเงินสนับสนุน

8.5 ปัญหาเกี่ยวกับการละเมิดเมื่อมีการเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์

8.6 ปัญหาเกี่ยวกับ Infrastructure ของประเทศที่ยังขาดความพร้อม โดยเฉพาะในเรื่องของแบนด์วิดท์ ซึ่งถ้าแบนด์วิดท์มีขนาดแคบและอัตราความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลต่ำจะทำให้เกิดปัญหาในการดาวน์โหลดข้อมูลประเภท กราฟฟิกส์ และมัลติมีเดีย

8.7 ปัญหาเกี่ยวกับมาตรฐานการพัฒนาเว็บภาษาไทย ทั้งการเข้ารหัส การใช้ฟอนต์ และรูปแบบ

8.8 ต้องมีระบบการจัดการที่ดี ทั้งด้านผู้เรียนและผู้สอนซึ่งจะต้องเข้ารับการฝึกอบรม เพื่อให้เข้าใจในเรื่องของการเข้าใช้ระบบ โดยเฉพาะผู้เรียนจะต้องเข้าใจและสามารถแสวงหาความรู้จากแหล่งทรัพยากรทางการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ระบบเตรียมไว้ให้ ว่ามีวิธีการใช้งานอย่างไร

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

การตรวจเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (Virtual Laboratory) ในการศึกษาครั้งนี้จะครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. การออกแบบโครงสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง สำหรับการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงนั้น มีผู้วิจัยหลายคนได้ทำการศึกษาการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงโดยมีโครงสร้างแตกต่างกันดังนี้

1.1 Yen-Jen *et al.* (1997: 642-643) ได้นำเสนอระบบโครงสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ไว้ว่าควรมีชั้นตอนทั้งหมด 2 ชั้นตอน คือ

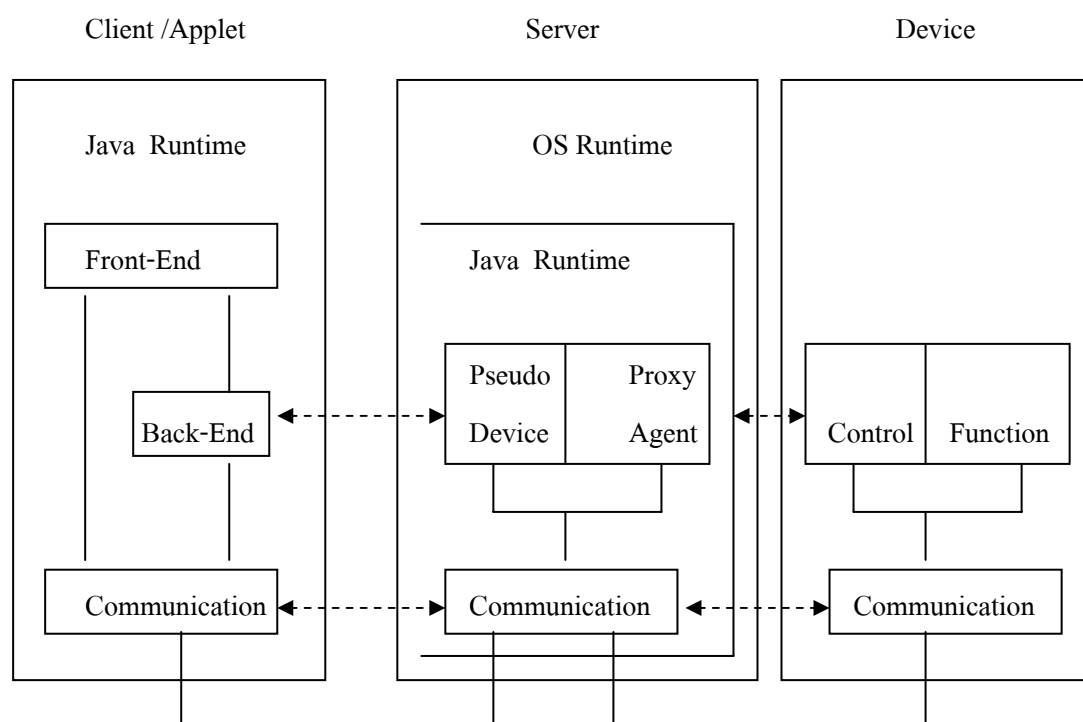
ก. ชั้นเริ่มต้น

1) เป็นชั้นสร้างสภาพแวดล้อมที่นักศึกษาสามารถผ่านเข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อใช้อุปกรณ์ได้

2) พัฒนาส่วนประกอบของ เครือข่ายห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ว่าต้องใช้ อุปกรณ์ใดบ้าง และจะกำหนดให้นักศึกษามีปฏิสัมพันธ์กับอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ได้อย่างไร หลังจากนั้นจึงเริ่มลำดับของการจำลองสถานการณ์

3) เขียนเป็นโครงร่างเพื่อเตรียมเข้าสู่การพัฒนาในขั้นที่สอง

ข. ขั้นตอนการออกแบบ ในขั้นตอนนี้จะเป็นการใช้โปรแกรม JAVA ในการเขียนโปรแกรม โดยมีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ เวลาที่โปรแกรมลูกข่ายใช้ทำงาน (client runtime), เวลาที่โปรแกรมแม่ข่ายใช้ทำงาน (server runtime), และ อุปกรณ์เครือข่ายเชิงกายภาพ (physical networking device)



ภาพที่ 1 ระบบโครงสร้าง Virtual Network Lab Module ของ Yen-Jen *et al.*

ที่มา: Yen-Jen *et al.* (1997: 643)

1.2 Ferrero and Piuri (1999: 743-744) ได้เสนอโครงสร้างของการเข้าสู่ระบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ดังนี้

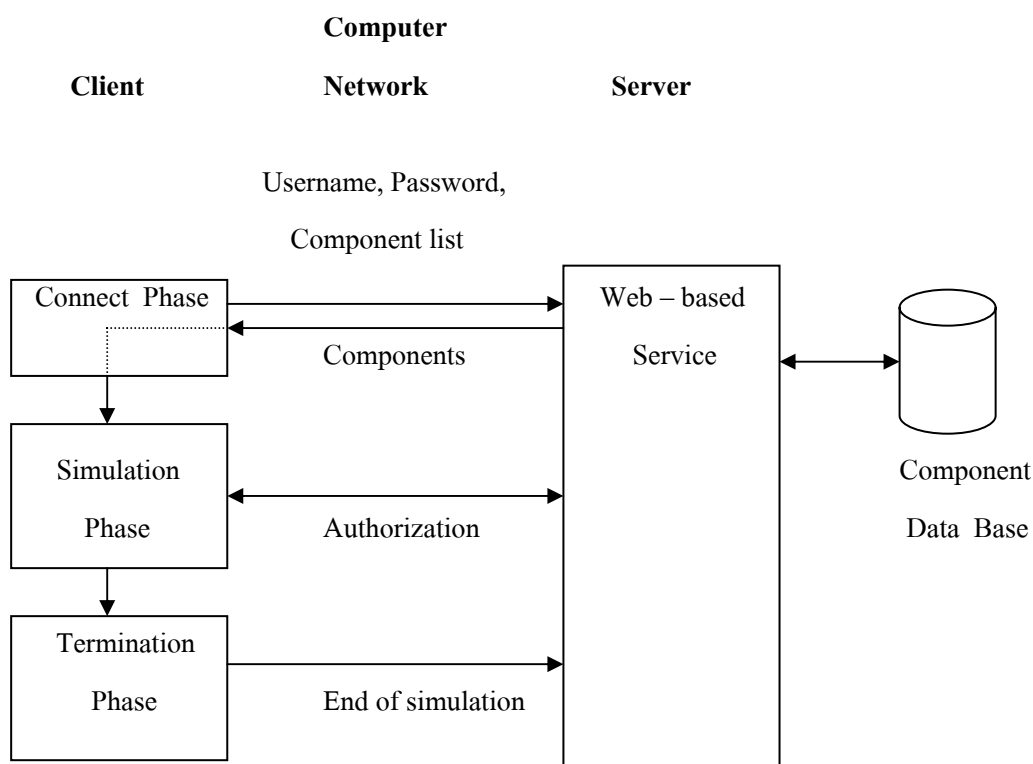
ก. เชื่อมต่อเข้าสู่หน้าโฮมเพจของเว็บแม่ข่าย (Web server)

ข. กำหนดชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่าน

ค. เลือกเครื่องมือที่จะใช้จากแถบเมนู

ง. จุดเชื่อมโยง จะนำผู้เรียนเข้าสู่สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการเสมือนจริง และจะให้ผู้เรียนดาวน์โหลดเครื่องมือที่เป็นเครื่องมือเสมือนจริง

จ. ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่สร้างขึ้น โดยเข้าสู่การทดลองต่าง ๆ



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของ Virtual Laboratory ของ Ferrero and Piuri

ที่มา: Ferrero and Piuri (1999: 744)

1.3 Huan-Wen and Chin-Ming (2000: 972-973) ได้เสนอโครงสร้างของการเข้าสู่ระบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งจะมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ

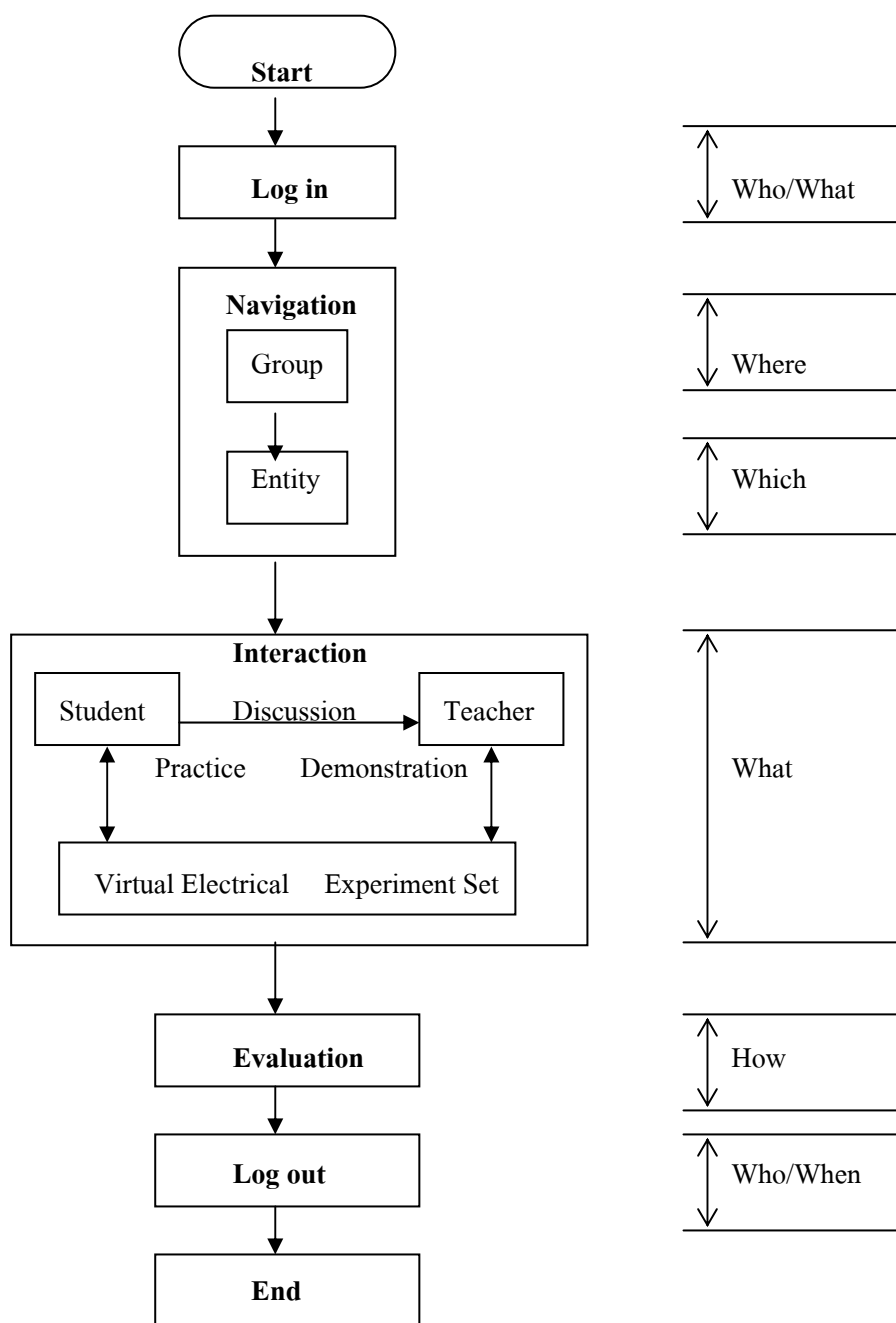
1. ลงบันทึกเข้า (Log in) เมื่อเข้ามาสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ผู้เรียนจะต้องเลือกหุ่นจำลองที่ใช้เป็นสิ่งสมมติว่าเป็นตัวแทนของผู้เรียนจากรูปแบบหุ่นที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นข้อมูลของผู้เรียนจะถูกระบบบันทึกข้อมูลเอาไว้ เช่น บันทึกข้อมูลว่าชื่ออะไร, เข้าสู่ระบบครั้งแรกเมื่อใด, และมีการบันทึกการเรียนของผู้เรียน

2. การนำทาง (Navigation) หุ่นจำลองที่ผู้เรียนเลือกนั้นสามารถเลือกเข้าสู่การทดลองใด ๆ ก็ได้ใน ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งจะมีการทั้งหมด 4 การทดลองให้ผู้เรียนเลือก

3. การมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ในระบบจะกำหนดให้ผู้เรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์ไว้ทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ การติดต่อกันระหว่างครูและผู้เรียน, การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมที่จัดไว้, และมีการสาธิตการใช้อุปกรณ์ของผู้สอนให้ผู้เรียนดู

4. การประเมินผล (Evaluation) ระบบจะทำการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนว่าผ่านหรือไม่

5. ลงบันทึกออก (Log out) หลังจากผู้เรียนออกจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไปแล้วระบบจะมีการบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนคนนั้นเอาไว้



ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ของ Huan-Wen and Chin-Ming
ที่มา: Huan-Wen and Chin-Ming (2000: 973)

1.4 Yabo and Miaoliang (2001: 79-80) ได้แนะนำว่าการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงโครงสร้างควรมีส่วนประกอบทั้งหมด 11 ส่วน ดังนี้คือ

1. เว็บแม่ข่าย (Web Server) เป็นส่วนประกอบที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในส่วนที่เป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อจัดส่งข้อมูลไปยังผู้เรียน

2. มหาวิทยาลัยเสมือนจริง (Virtual Campus) คือ มหาวิทยาลัยเสมือนจริงที่ถูกสร้างขึ้นบนเว็บ ให้มีลักษณะเป็นสามมิติโดยจัดให้มีสภาพแวดล้อมคล้ายกับมหาวิทยาลัยจริง เช่น ในมหาวิทยาลัยเสมือนจริงจะประกอบไปด้วย อาคารเรียน ห้องปฏิบัติการ และภายในห้องปฏิบัติการจะสร้างจุดเชื่อมโยงต่าง ๆ เพื่อนำนักเรียนไปสู่การทดลองที่ถูกเตรียมไว้ภายในห้องปฏิบัติการ

3. คำแนะนำผู้ใช้งาน (User's Guide) จะเป็นส่วนที่ให้คำแนะนำในการเรียนแก่ผู้เรียน นอกจากนี้ยังเป็นคู่มือเพื่อใช้สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

4. โครงสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (Virtual Laboratory Framework) จะเป็นส่วนที่แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างทั้งหมดของ ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงว่ามีส่วนประกอบใดบ้าง ซึ่งโครงสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะช่วยผู้ออกแบบ สามารถที่จะเข้าใจถึงโครงสร้างโดยรวมได้ง่ายขึ้น เพราะจะทราบว่าส่วนประกอบนั้นมีอะไรบ้าง และทำให้ผู้ออกแบบใช้เวลาในการสร้างโปรแกรมต่าง ๆ น้อยลงและสร้างได้ง่ายขึ้น

5. สภาพห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (Virtual Experiment Environment) การจัดสภาพห้องปฏิบัติการเสมือนจริงในแต่ละห้องนั้น ควรคำนึงถึงความแตกต่างของเนื้อหาในการทดลองเป็นหลัก เมื่อเนื้อหาที่นำมาทดลองแตกต่างกัน เครื่องมือที่จัดเตรียมไว้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงนั้นควรที่จะแตกต่างไปตามเนื้อหา

6. ฐานข้อมูลให้ความช่วยเหลือ (Help Text Database) เป็นข้อความที่ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนในขณะที่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

7. Internet Explorer and VRML plug-in จะใช้เทคโนโลยี Active X เข้ามาจัดการ ส่วนที่เป็น WBVL (Web – based Virtual Laboratory) เข้าด้วยกัน ต้องพิจารณาถึงภาษา VRML (Virtual Reality Modeling Language) ในการเขียนภาษาบางครั้งก็ใช้ได้แค่เมาส์คลิก, เป็นพิมพ์ในการทำการปฏิบัติการทดลองได้ทุกอย่าง

8. การเขียนชุดคำสั่งจะมีความสำคัญมากในการสร้าง WBVL โดยทั่ว ๆ ไปใน WBVL จะมีจุดต่อชุดคำสั่ง (Script Nodes) ไว้เพื่อ 4 วัตถุประสงค์ คือ

(1) เพื่อเป็นตัวสื่อสารกับสิ่งที่อยู่ภายนอก VLS (Virtual Laboratory Scene) เช่น VLS จะสื่อสารกับระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์เพื่อที่จะเปลี่ยนให้ตัวอักษรของความช่วยเหลือกลายเป็น ภาพของขั้นตอนการทดลอง

(2) เป็นตัวควบคุมสิ่งที่เป็นภาพเคลื่อนไหวใน WBVL เช่น จะเป็นตัวกำหนดให้วัตถุนั้น ๆ เคลื่อนที่อย่างไร มีสีอะไร และมีลักษณะเป็นอย่างไร โดยจะมีจุดต่อชุดคำสั่งจะเป็นตัวกำหนดให้วัตถุบนหน้าจอคอมพิวเตอร์มีความหลากหลาย

(3) การตอบสนองต่อการสั่งการจากผู้เรียน ควรจะมีหลากหลายเพราะในลักษณะการทดลองที่เป็น 3 มิติ จะใช้ Sensors หลายตัวบนหน้าจอ เช่น Touch Sensor, Cylinder Sensor

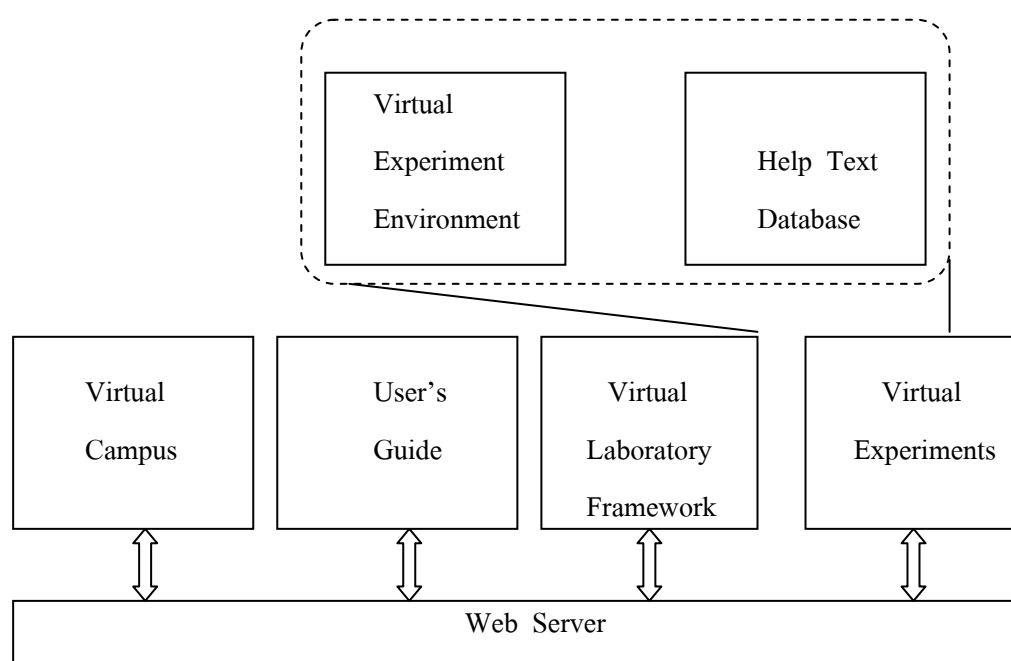
(4) จุดเชื่อมต่อชุดคำสั่ง จะต้องสามารถคำนวณสิ่งที่จะเป็นเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์จำลองได้

9. EAI (External Authoring Interface) จะถูกออกแบบมาเพื่อให้อนุญาตให้กับจุดเชื่อมที่อยู่ภายนอกสามารถผ่านเข้ามาสู่หน้าจอของ VRML ได้

10. SDK (Software Development Kit) แม้ว่า EAI (External Authoring Interface) จะสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับ VRML ได้ แต่ก็ยังคงพบข้อจำกัดบางประการที่ EAI ไม่สามารถที่จะทำได้ โดยเฉพาะการมีปฏิสัมพันธ์แบบซับซ้อน อย่างเช่น เมนู Popup EAI จะไม่สามารถส่งผ่านจุดเชื่อมใด ๆ ผ่านเข้ามาสู่หน้าจอของ VRML ได้ ดังนั้น SDK จะเป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อ

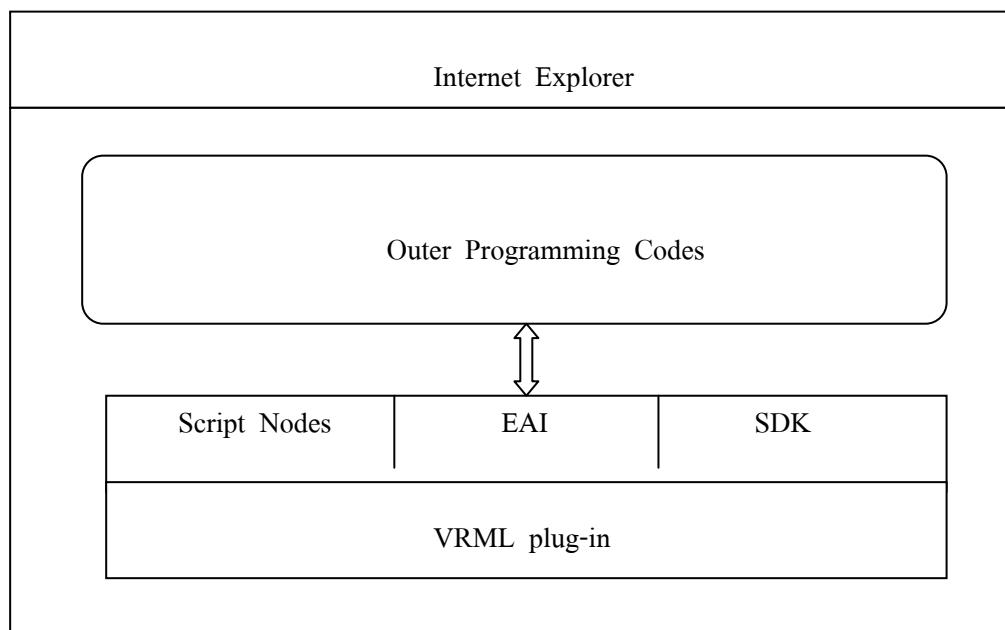
แก้ไขข้อบกพร่องตรงนี้ โดย SDK จะรวมเอาความสามารถของ 3D เทคโนโลยี และ VRML แล้วแปลงให้ให้เป็นภาษา HTML ได้

11. Outer Programming Codes



(a) Server Side System Architecture

ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ของ Yabo and Miaoliang
ที่มา: Yabo and Miaoliang (2001: 79)



(b) Client Side System Architecture

ภาพที่ 4 (ต่อ)

นอกจากนี้ Yabo and Miaoliang (2001: 81-83) ยังได้เสนอว่าส่วนประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง นั้นควรมีส่วนประกอบอีก 4 ส่วน คือ

1. ส่วนแนะนำผู้ใช้งาน (User's Guide) มีวัตถุประสงค์ 2 อย่างคือ

1.1 เพื่อให้นักเรียนได้รู้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับวิธีการที่จะทำการทดลอง ซึ่งจะเป็นไปตามหลักสูตรที่ครูได้วางเอาไว้

1.2 เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับ WBVL เพราะแม้ว่า WBVL จะถูกออกแบบมาเพื่อให้มีสภาพคล้ายกับความเป็นจริงก็ตาม แต่การเรียนในส่วนที่เป็นการทดลองบนเว็บ ก็ยังถือว่าการยากโดยเฉพาะผู้เรียนที่เพิ่งเริ่มเรียน ซึ่งส่วนแนะนำผู้ใช้งานจะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ก. ส่วนแรกจะเป็นส่วนแนะนำ WBVL ซึ่งเมื่อนักเรียนอ่านส่วนนี้จะทำให้เข้าใจภาพรวมทั้งหมด

ข. ส่วนที่สองจะเป็นการแนะนำเครื่องมือต่าง ๆ ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงซึ่งจะเป็นการแนะนำหน้าที่การใช้งานของเครื่องมือแต่ละชนิดว่ามีการใช้งานอย่างไร

ค. ส่วนที่สาม จะเป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองในแต่ละการทดลอง รวมทั้งบอกวัตถุประสงค์การทดลอง, หลักการ, เนื้อหา, วิธีการทดลอง ซึ่งในส่วนที่สามนี้จะเป็นส่วนที่ให้ความช่วยเหลือผู้เรียนอย่างมากกว่าควรปฏิบัติอย่างไรในห้องปฏิบัติการ

2. ห้องปฏิบัติการทดลอง (Laboratory Experiment) การจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ใน WBVL สิ่งที่เราควรคำนึงถึงคือควรมีการจัดสภาพไว้อย่างเหมาะสม โดยสภาพแวดล้อมนั้นจะต้องสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รับความรู้เช่นเดียวกันกับการเรียนจากห้องปฏิบัติการจริง ๆ

3. ระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์ (Online Help) การทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะผู้เรียนใหม่บางครั้งอาจยังสับสนในขั้นตอนต่าง ๆ และยังต้องการความช่วยเหลือในทันทีที่ต้องการ ดังนั้นระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์ จะเป็นส่วนที่จัดไว้ในรูปแบบที่เป็นข้อความที่พร้อมให้ความช่วยเหลือทันที

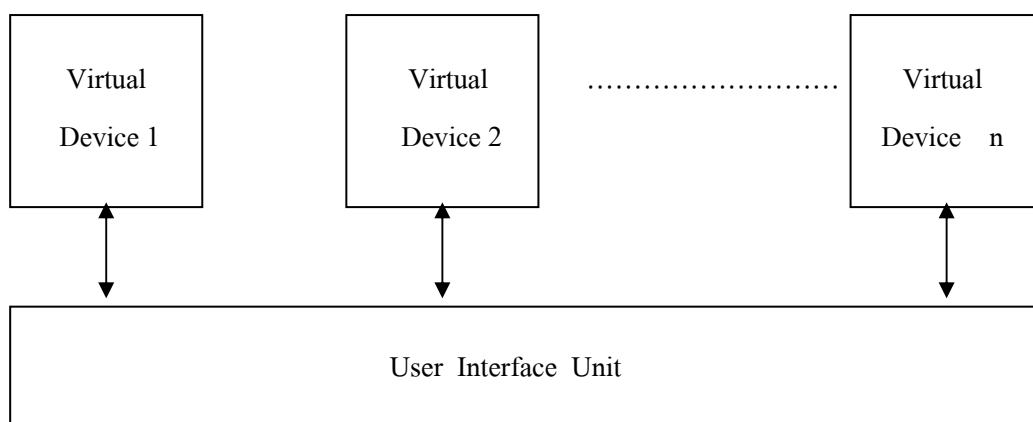
4. รายงานผลการทดลอง (Experiment Report) ตามปกติในการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง ตามหลักสูตรแล้วการรายงานผลการทดลองจะต้องเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำการทดลอง ซึ่งจะเป็นการบันทึกปรากฏการณ์ของการทดลอง, บันทึกผลข้อมูล, วิเคราะห์ข้อมูล, และสรุปผลการทดลอง เพื่อที่จะให้ผู้เรียนทราบผลการทำการปฏิบัติการของตนเอง นอกจากนี้ส่วนรายงานผลการทดลอง จะเป็นส่วนที่มีไว้ให้ครูผู้สอนได้ตรวจดูระดับความรู้ของผู้เรียนว่าหลังจากจบการปฏิบัติการทดลองแล้ว ผู้เรียนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ตามที่เรากำหนดไว้ได้หรือไม่ ซึ่งเมื่อผู้เรียนปฏิบัติการทดลองจนจบแล้วโปรแกรมจะกำหนดให้มีแบบฟอร์มที่เติมข้อความลงไปในช่วงว่าง (Template) ขึ้นมาแล้วให้ผู้เรียนบันทึกผลการทดลอง ซึ่งอาจจะทำเป็นแบบตัวเลือกก็ได้

2. รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง รูปแบบของห้องปฏิบัติการของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงนั้นจะมี 3 รูปแบบ ดังนั้นการที่จะเลือกแบบใดนั้นจะมีวิธีวิเคราะห์

2.1 Concurrent Model เป็นรูปแบบที่การทำปฏิบัติการทดลองเกิดขึ้นพร้อมกัน คือผู้เรียนสามารถเลือกที่จะทำปฏิบัติการทดลองใดก่อนก็ได้ โดยเลือกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ให้การทดลอง อย่างไรก็ตามรูปแบบนี้จะมีข้อเสียดังนี้คือ

ก. ผู้เรียนจะไม่ได้รับคำแนะนำว่าควรเรียนที่ปฏิบัติการใดก่อนหรือหลัง เพราะจะไม่มีการบังคับ หรือกำหนดให้ผู้เรียนทำ ดังนั้นบางครั้งสำหรับผู้เรียนที่ยังไม่มีทักษะในการเรียนแบบนี้ อาจเกิดความสับสนในการเรียน

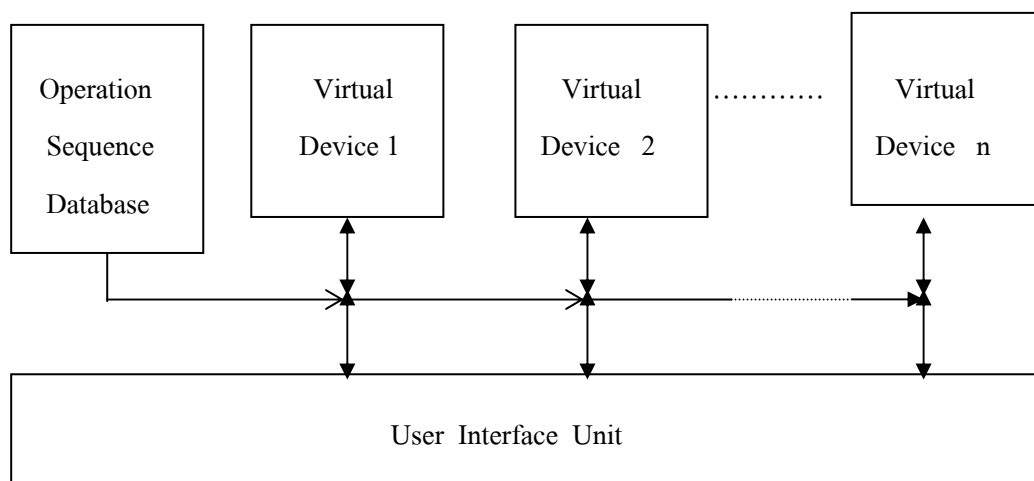
ข. การเรียนในรูปแบบจะเป็นลักษณะการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเลือกลำดับการทำปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ดังนั้นจะไม่เหมาะกับการทดลองที่ต้องให้ผู้เรียน เรียนไปตามลำดับขั้น



ภาพที่ 5 ภาพโครงสร้างของรูปแบบของห้องปฏิบัติการแบบ **Concurrent Model**

ที่มา: Yabo and Miaoliang (2001: 83)

2.2 Serial Model รูปแบบนี้จะมีลักษณะตรงกันข้ามกับแบบแรก คือ ผู้เรียนจะต้องทำการปฏิบัติการทดลองตามที่โปรแกรมกำหนดและจะต้องปฏิบัติตามทุกขั้นตอน เมื่อผู้เรียนได้ทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว การทดลองต่อไปก็จะปรากฏขึ้นมาเป็นลำดับ ซึ่งรูปแบบนี้จะมีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้คือ



ภาพที่ 6 ภาพโครงสร้างของรูปแบบของห้องปฏิบัติการแบบ Serial Model

ที่มา: Yabo and Miaoliang (2001: 83)

ก. ข้อดี

1) ผู้เรียนจะเข้าใจขั้นตอนของการทดลองได้ง่าย เพราะจะได้รับการอธิบายแบบเป็นขั้นตอน ดังนั้นจึงทำการทดลองให้เสร็จได้โดยง่ายและช่วยให้ผู้เรียนมีสมาธิในการเรียน ซึ่งคุณสมบัตินี้เหมาะกับผู้เรียนแรกเริ่ม

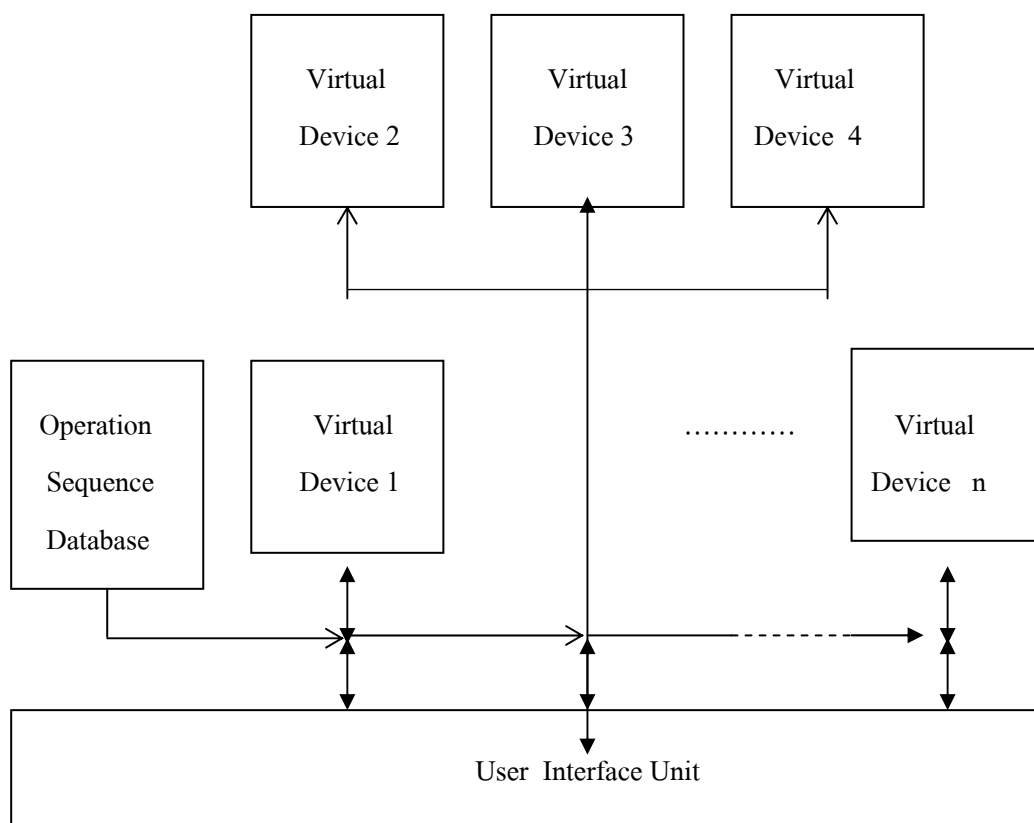
2) รูปแบบนี้จะง่ายต่อการออกแบบ เพราะการทำปฏิบัติการทดลองจะถูกกำหนดไว้แล้วโดยโปรแกรม

ข. ข้อเสีย

- 1) ผู้เรียนอาจจะไม่ชอบรูปแบบนี้ เพราะไม่สามารถควบคุมได้
- 2) ไม่สามารถส่งเสริมผู้เรียนในเรื่องให้มีความคิดริเริ่มเป็นของตัวเองได้ เนื่องจากต้องปฏิบัติการเป็นไปตามขั้นตอน

2.3 Combined Model จะเป็นการรวมเอาแบบทั้ง 2 แบบดังกล่าวมาข้างต้นเข้าไว้ด้วยกัน และรูปแบบนี้ถือว่าเป็นรูปแบบที่ดีที่สุดเพราะผู้เรียนสามารถมีสิทธิในการเลือกทำการทดลองได้ตามที่ต้องการ ในรูปแบบนี้จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกผู้เรียนจะต้องเรียนไปตามขั้นตอนที่

โปรแกรมกำหนดไว้ แต่ต่อมาผู้เรียนจะสามารถเลือกเรียนในแบบตามความต้องการได้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพบวิธีที่จะทำให้ทำการปฏิบัติการบรรลุผล



ภาพที่ 7 ภาพโครงสร้างของรูปแบบของห้องปฏิบัติการแบบ **Combined Model**

ที่มา: Yabo and Miaoliang (2001: 83)

3. ข้อควรคำนึงถึงการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

Ferrero and Piuri (1999: 742), Huan-Wen and Chin-Ming (2000: 971), Roy (2001: 27), Nedic, Machotka, and Nafalski (2003: 1-2) ให้แนวคิดว่าการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

3.1 การสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงต้องมีความเสมือนจริงมากที่สุด โดยใช้เทคโนโลยีของความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality)

3.2 ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่สร้างขึ้นต้องสามารถกระตุ้นให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์ให้มากที่สุดโดยให้ผู้เรียนมีโอกาสปฏิบัติได้หลายครั้งตามที่ต้องการและผู้สอนสามารถควบคุมการเรียนรู้และซักถามผู้เรียนผ่านทางห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ได้จากส่วนสนับสนุนการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น Chat room, Bulletin Board

3.3 ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ต้องมีความยืดหยุ่น โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่เรียน

3.4 การใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้นจะต้องมีการออกแบบส่วนประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface: GUI) ที่ดี และควรนำหลักการทางด้านการมีปฏิสัมพันธ์เข้ามาใช้ด้วย

3.5 การสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ควรจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือให้ครบทุกชนิด

3.6 ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นต้องสามารถถ่ายทอดสิ่งที่เป็นรูปธรรมให้เป็นนามธรรมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

3.7 สามารถรองรับจำนวนผู้เรียนที่ลงบันทึก (Log in) เข้ามาเรียนในเวลาพร้อมกันจำนวนครั้งละหลายคนได้

3.8 สนับสนุนการให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันบนระบบเครือข่าย

4. ข้อจำกัดของการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

นอกจากนี้ Ferrero and Piuri (1999:741) และ Carl and Rafic (2005) ยังชี้ให้เห็นว่ายังมีสิ่งที่เป็นข้อจำกัดของการสร้าง ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งควรนำมาพิจารณาอยู่ด้วยคือ

4.1 การสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างนาน

4.2 โปรแกรมที่ใช้สร้างส่วนมากจะเป็นกราฟิก, การเขียนโปรแกรมที่รวมชุดคำสั่งเข้าไว้ด้วยกัน (Object – Oriented) ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ยังมีราคาแพง และมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของลิขสิทธิ์เวลาที่โปรแกรมใช้งาน (Run – Time License)

4.3 ยังมีข้อจำกัดของการเข้าสู่ระบบจากนอกมหาวิทยาลัย

4.4 การ Run โปรแกรมที่เกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์จะใช้เวลาในการ Run ซ้ำมาก ดังนั้นควรคำนึงในเรื่องของ Bandwidth ด้วย

4.5 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบต้องไม่สูงเกินไป

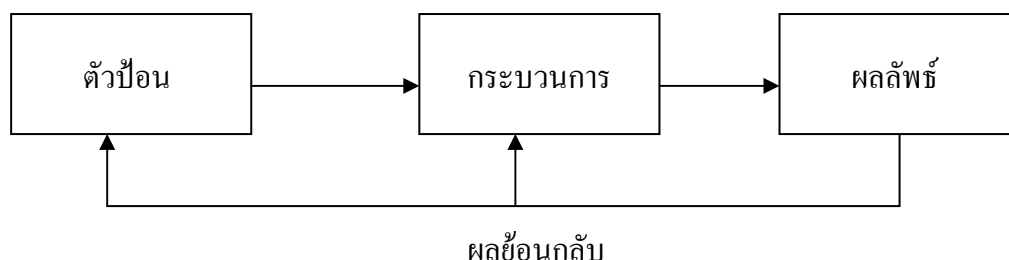
4.6 ต้องมีระบบปฏิบัติการรักษาความปลอดภัยที่ดี

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในการศึกษาครั้งนี้จะครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. การจัดระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531: 29-33) ได้กล่าวว่า ในการจัดระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเหมือนกับการจัดระบบการเรียนการสอนเช่นเดียวกับระบบทั่ว ๆ ไป คือ ประกอบด้วย ตัวป้อน (Input) กระบวนการ (Process) และผลลัพธ์ (Output) ดังภาพ



ภาพที่ 8 ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ที่มา: วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531: 29)

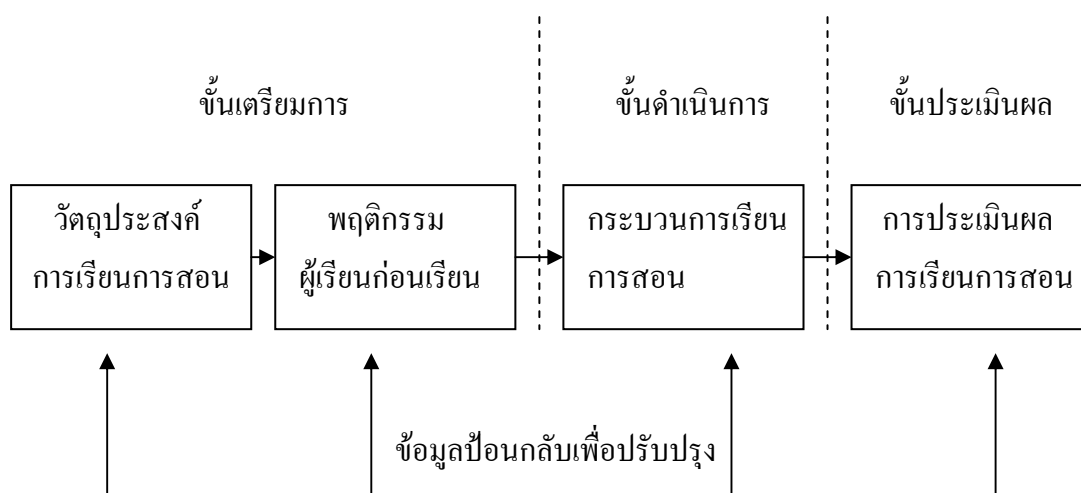
ตัวป้อน หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน ผู้สอน เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลักสูตร
แบบเรียน คู่มือครู อุปกรณ์ และทรัพยากรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กระบวนการ หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การปฏิบัติ
กิจกรรมของผู้เรียน บทบาทและกิจกรรมของผู้สอน กิจกรรมเหล่านี้เป็นผลมาจากการศึกษา การ
เตรียมการอย่างดี เพื่อให้กิจกรรมเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน เพื่อหาความรู้ และวัตถุประสงค์
ของบทเรียน

ผลลัพธ์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน อันเป็นผลมาจากกระบวนการสอน ซึ่งผู้สอนจะ
ประเมินผลลัพธ์ได้โดยการตรวจสอบพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนว่าเป็นไปตามเกณฑ์และ
เงื่อนไขของวัตถุประสงค์หรือไม่ และจากผลลัพธ์นี้จะเป็นข้อมูลป้อนกลับไปพิจารณาปรับปรุง
องค์ประกอบและขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้
จัดระบบก็คือครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี เพื่อให้
สามารถดำเนินการได้ด้วยดี

การจัดระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์ดำเนินการเรียนการ
สอนโดย คำนึงถึงผู้เรียน ลักษณะเนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์และทรัพยากรต่าง ๆ ซึ่งการจัดแบบนี้
จะช่วยแก้ปัญหา และปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการ
ขั้นดำเนินการ และขั้นประเมินผล ขั้นเตรียมการประกอบด้วยวัตถุประสงค์การเรียนการสอนและ
พฤติกรรมของผู้เรียนก่อนเรียน ขั้นดำเนินการ หมายถึง กระบวนการเรียนการสอน และขั้น
ประเมินผล หมายถึง การประเมินผลการเรียนการสอนของผู้เรียน และการสอนของผู้สอน
ซึ่งอาจแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ที่มา: วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531: 30)

จากขั้นตอนทั้ง 3 มีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ คือ

1.1 การสำรวจปัญหาและทรัพยากร เป็นการตรวจสอบว่าที่ผ่านมาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในเรื่องหรือหัวข้อที่จะทำการสอนนั้นประสบกับปัญหาใดบ้าง นอกจากนี้ต้องสำรวจสิ่งอำนวยความสะดวก ได้แก่ สภาพห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ จำนวนผู้เรียน เครื่องมือ และอุปกรณ์การสอน

1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน เป็นความคาดหวังของผู้สอนที่มีต่อผู้เรียนว่าเมื่อผ่านกระบวนการเรียนการสอนในบทเรียนหนึ่ง ๆ ผู้เรียนควรมีพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างไร ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดวิธีการสอน วัสดุอุปกรณ์ และกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 การวิเคราะห์ผู้เรียน เพื่อให้ทราบถึงความต้องการ ความสนใจ ความสามารถในการเรียนรู้ ความรู้และทักษะพื้นฐานที่มีอยู่นับว่าเป็นส่วนสำคัญของขั้นเตรียมการ ซึ่งจะเกี่ยวข้องอย่างมากเกี่ยวกับ

ก. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนที่เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถ
ของผู้เรียน

ข. การกำหนดเนื้อหาสาระที่สนองต่อความสนใจของผู้เรียน

ค. การกำหนดกระบวนการเรียนและกิจกรรมที่เหมาะสม

1.4 การวิเคราะห์และจัดลำดับเนื้อหาสาระ เป็นการพิจารณาเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ตลอดจนแบบเรียน คู่มือครู และเอกสารอ่านประกอบต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับขอบเขตของเนื้อหา คาบของการเรียน

1.5 การกำหนดวิธีสอนและกิจกรรม เพื่อเตรียมการในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนในอันที่จะนำผู้เรียนไปสู่วัตถุประสงค์ที่วางไว้ วิธีสอนและกิจกรรมมีด้วยกันหลายแบบแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าวิธีใดดีที่สุด ซึ่งในแต่ละวิธีจะมีข้อดี ข้อเสียต่างกันออกไป

1.6 การกำหนดชื่อเรื่อง ควรเลือกชื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอนเนื้อหา วิธีสอนและกิจกรรมการสอน

1.7 การกำหนดแนวทางการประเมินผล ต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่วางไว้ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการทำแบบทดสอบหรือการสังเกตครูก็ได้

1.8 การเขียนแผนการเรียนการสอน เพื่อให้เห็นแนวทางของการเรียนการสอนที่เด่นชัด จึงควรนำขั้นตอนต่าง ๆ ที่เตรียมไว้มาบันทึกลงไว้ ซึ่งเรียกว่าแผนการเรียนการสอน

2. ขั้นตอนการ ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการสอน และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามที่เตรียมการไว้ ซึ่งต้องมีปัจจัยที่เสริมให้การดำเนินการสอนมีประสิทธิภาพ ดังนี้คือ

- บรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน
- ผู้สอนมีเทคนิคการสอนที่ดี

- การนำจิตวิทยาการเรียนการสอนมาใช้

ในการดำเนินการสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบ จะประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างสถานการณ์ โดยการจัดสิ่งเร้ากิจกรรมหรือสิ่งแวดล้อมที่จะโน้มน้าวให้ผู้เรียนเกิดปัญหาอยากรู้ อยากเห็น และสนใจในบทเรียนนั้น ๆ วัตถุประสงค์ของการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นดังนี้

- เพื่อกระตุ้นหรือเร้าความสนใจผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียน
- เพื่อเชื่อมโยงบทเรียนที่ผ่านมากับบทเรียนที่จะเรียน
- เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับกติกากในการเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

ในการนำเข้าสู่บทเรียน อาจจะกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การสนทนา การซักถามปัญหา การสาธิตซึ่งจากวิธีการดังกล่าวไม่ควรใช้เวลามากเกินไป เพราะทำให้เสียเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่เตรียมไว้

2.2 ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นขั้นที่สำคัญที่สุดในขั้นดำเนินการ ซึ่งผู้เรียนจะใช้เวลาส่วนใหญ่กับขั้นดำเนินการนี้ ซึ่งมีข้อที่ควรคำนึงถึงการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนก็คือ การดำเนินกิจกรรมที่บรรลุผลสำเร็จนั้นผู้สอนจะต้องรู้จักยืดหยุ่นและปรับกิจกรรมที่กำหนดไว้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ พร้อมทั้งพยายามสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน ดำเนินกิจกรรมโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียนและแสดงบทบาทของตนในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

3. ขั้นประเมินผล การประเมินผลเป็นขั้นตอนที่สำคัญและจำเป็น เพราะเป็นขั้นตอนที่จะวัดและตัดสินใจว่าเกิดความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการเรียนการสอน

การประเมินผลการเรียนการสอน อาจทำได้เมื่อจบบทเรียนหรือระหว่างศึกษาบทเรียนอยู่โดยให้วิธีการและเครื่องมือที่ได้จัดเตรียมไว้ในขั้นเตรียมการสอน ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาวัตถุประสงค์ของการสอนเป็นหลักและถ้าได้วัตถุประสงค์เป็นแบบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะดีมาก เพราะจะทำให้การประเมินผลทำได้สะดวกและน่าเชื่อถือมากขึ้น

วิธีการประเมินผลมีหลายวิธี เช่น

- การให้ทำแบบทดสอบเมื่อจบบทเรียน
- การสังเกตระหว่างการเรียนการสอน
- การใช้คำถามระหว่างการเรียนและหลังจบบทเรียน
- การพิจารณาจากผลงานที่ผู้เรียนทำมาส่ง

การประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ มีสิ่งที่ควรคำนึงถึงดังนี้

- ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่ตั้งไว้
- ต้องมีการวางแผนการดำเนินงานอย่างมีขั้นตอน
- ต้องประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียนในด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะปฏิบัติการให้ครบถ้วน

- เครื่องมือวัดผลที่ใช้ว่ามีความเที่ยงตรง มีความเชื่อถือได้เพียงใดเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลย้อนกลับว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดของระบบการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

2. การวิเคราะห์สภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา และการปฏิรูปการเรียนรู้อาชีวศึกษาในประเทศไทย

ชินภัทร ภูมิรัตน (2543: 9-23) ได้นำเสนอการวิเคราะห์สภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา ในประเทศไทยไว้เป็นแต่ละด้านดังนี้คือ

1. ผู้เรียน พบว่าผู้เรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาให้ความสนใจใฝ่รู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนการสอนไม่น่าสนใจเท่าที่ควร และรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก ส่วนในระดับอุดมศึกษาพบว่าผู้เรียนมีปัญหาทางด้านเจตคติและค่านิยม ซึ่งนิสิต นักศึกษามีความสนใจเลือกเรียนสาขาต่าง ๆ ของคณะวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย โดยถือว่าคณะวิทยาศาสตร์เป็นตัวเลือกรองมาจากคณะแพทยศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์
2. หลักสูตร และวิธีจัดการเรียนการสอน พบว่าในภาพรวมหลักสูตรการเรียนการสอนค่อนข้างเน้นเนื้อหา หลักการและทฤษฎี และพบว่าขาดความเชื่อมโยงกันระหว่างระดับการศึกษาต่าง ๆ ตั้งแต่ประถม มัธยมต้น มัธยมปลาย และอุดมศึกษา ซึ่งในระดับอุดมศึกษาพบว่าในบางหลักสูตรและสาขาวิชาให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์น้อยเกินไป และเนื้อหาวิชาขาดความต่อเนื่องและเชื่อมโยงกับระดับมัธยมศึกษา อีกประการหนึ่งคือหลักสูตรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอาจใช้มาเป็นเวลานาน ไม่ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงเนื้อหาและตำราเรียนให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ที่เปลี่ยนไป ส่วนวิธีการจัดการเรียนการสอนนั้นพบว่าครูส่วนใหญ่ยังเน้นการอธิบายและการสาธิตเป็นหลัก
3. ครูผู้สอน พบว่าในภาพรวมยังขาดแคลนครูที่มีความสามารถเฉพาะในทุกระดับการศึกษา และครูส่วนใหญ่ไม่ค่อยแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้ที่มีความสามารถสูงด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาเข้าสู่อาชีพครูน้อย
4. การบริหารจัดการ ยังคงมีปัญหาในเรื่องของความร่วมมือในเชิงนโยบาย การจัดอัตราส่วนผู้เรียนต่อห้องมีมากเกินไป ทำให้การฝึกปฏิบัติไม่ทั่วถึง ตลอดจนครู อาจารย์ในระดับอุดมศึกษายังขาดโอกาสในการพัฒนาคุณภาพและให้สิ่งจูงใจ

5. การศึกษาตามอัธยาศัย ในที่นี้หมายถึงแหล่งการเรียนรู้และการเผยแพร่ข้อมูล โดยสื่อมวลชน พบว่าสื่อมวลชนยังมีการเสนอข่าวสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อยทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสื่อมวลชนมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ศึกษาไม่เพียงพอ

6. แหล่งวิทยาการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ พบว่าปัจจุบันประเทศไทยมีพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์อยู่ 19 แห่ง กระจายอยู่ตามภูมิภาคต่าง ๆ ซึ่งอาจยังมีไม่ครอบคลุมในทุกจังหวัด

ดังนั้นจากสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา ในประเทศไทย ข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ชินภัทร ภูมิรัตน์ (2543: 25-28) และ สถาบันทรัพยากรมนุษย์ (2544: 144-146) ได้เสนอวิธีการปฏิรูปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา ตามประเด็นต่อไปนี้

1. หลักสูตร ในภาพรวมควรมีการปรับหลักสูตรให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริงโดยคำนึงถึงความสนใจของผู้เรียนในแต่ละระดับ และหลักสูตรควรมีการเชื่อมโยงกันในทุกระดับการศึกษา ควรมีการสอดแทรกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ การสังเกต ขบคิด วิเคราะห์ การปฏิบัติทดลองในทุกวิชา เพราะปัจจัยสำคัญที่สุดประการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยโดยเฉพาะระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา คือการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหาและการท่องจำ ควรมีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรการเรียนการสอนให้เปลี่ยนมามุ่งเน้นที่ด้านการปฏิบัติทดลองด้วยการสอนเชิงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แทนการเน้นเนื้อหาทฤษฎีควบคู่กันไปด้วย นอกจากนี้ครูควรมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร และหลักสูตรควรมีการปรับปรุงอยู่เสมอ ในระดับอุดมศึกษาเสนอให้มีความเชื่อมโยงกันระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ เน้นให้มีการวิจัยและพัฒนา

2. การจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้นักเรียนมีโอกาสได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ให้มีการสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้และสนใจแสวงหาความรู้

3. การวัดและการประเมินผล ควรมีการประเมินความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการควบคู่กันไป

4. ครูผู้สอน ควรมีการอบรมสม่ำเสมอและต่อเนื่อง ควรส่งเสริมให้ครูสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ เช่น จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ครูมีความรู้และทักษะในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม การฝึกปฏิบัติจริง สนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม

5. นักศึกษาครู สนับสนุนให้สถาบันราชภัฏมทบพาทที่เข้มแข็งในการผลิตครู และจัดสรรทุนให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษขึ้นมาเป็นครู

6. สื่อ และ อุปกรณ์ สนับสนุนให้มีการพัฒนาสื่อเสมือนจริงที่เป็น virtual learning ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีในการช่วยสอน เช่นการมัลติมีเดีย มีการพัฒนาห้องสมุดโรงเรียนและแหล่งวิทยาการในชุมชน ส่งเสริมให้มีการสร้างโฮมเพจทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในลักษณะของโครงการ School Net และมีการขยายผลโดยการจัดการแสดงโครงการทางวิทยาศาสตร์

7. การบริหารจัดการ ผู้บริหารต้องให้ความสำคัญกับงานวิชาการ และสนับสนุนให้สถาบันการศึกษาเอกชนมีส่วนร่วมในการวิจัย และพัฒนาองค์ความรู้

8. สื่อมวลชน พัฒนาเจตคติของนักสื่อสารมวลชนให้เห็นความสำคัญต่อการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ต่อไป

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

การตรวจเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง (Self-Directed Learning) ในการศึกษาครั้งนี้จะครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ความหมายของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

Knowles (1975: 18) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองว่าเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการสร้างการเรียนรู้ ซึ่งอาจจะได้รับหรือไม่ได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลอื่นก็ได้ และกระบวนการดังกล่าวประกอบด้วย การวิเคราะห์ความต้องการในการเรียน, การตั้งวัตถุประสงค์ในการเรียน, การเลือกแหล่งทรัพยากรสำหรับการเรียนรู้, การเลือกและกำหนด

วิธีการเรียน ตลอดจนการประเมินผลการเรียน ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนี้ นอกจากจะเรียกว่าเป็น Self-Directed Learning แล้ว ยังมีคำอื่น ๆ ที่ใช้ในความหมายเดียวกันอีกคือ Self-Planned Learning, Inquiry Method, Independent Learning, Self-Education, Self-Instruction, Self-Teaching, Self-Study, Autonomous Learning.

Skager (1978: 13) ได้ให้ความหมายว่า เป็นการเรียนที่มุ่งให้ผู้เรียนมีประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อจะพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีทักษะและมีความสามารถในการวางแผนการเรียน, ดำเนินการเรียน, และการประเมินผลการเรียนทั้งที่เป็นการเรียนรายบุคคลหรือ การเรียนแบบร่วมมือกัน

สมคิด อิศระวัฒน์ (2541: 10) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยตนเองจะเน้นการดำเนินการที่ผู้เรียนช่วยเหลือตนเองในการเรียนรู้ ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มในความอยากรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วทำการวางแผนศึกษาค้นคว้าต่าง ๆ ด้วยตนเองไปจนจบกระบวนการเรียนรู้

จากความหมายที่กล่าวมาแล้วนั้น สามารถสรุปคำจำกัดความของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองคือ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนได้กำหนดวิธีการเรียน กำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียน แสวงหาแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง แต่ในบางครั้งอาจจะอาศัยความช่วยเหลือจากบุคคลอื่นด้วยก็ได้เช่นกัน ซึ่งกระบวนการทั้งหมดจะเป็นการเน้นให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือตนเองมากที่สุดตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการเรียนรู้

2. ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

Knowles (1975: 18) ได้กล่าวถึงแนวความคิดและความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ไว้ดังนี้คือ

1. ผู้เรียนที่มีการริเริ่มในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะเรียนได้ดีและสามารถรับรู้ได้ดีกว่าผู้เรียนที่คอยเป็นผู้รับความรู้จากครูเท่านั้น เพราะจะรู้ว่าอะไรคือจุดมุ่งหมายในการเรียน ดังนั้นผู้เรียนจึงสามารถเรียนรู้ได้ยาวนานกว่าเพราะมีแรงจูงใจในการเรียน

2. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเองจะมีแนวทางสอดคล้องกับกระบวนการทางธรรมชาติของมนุษย์และพัฒนาการทางจิตวิทยา กล่าวคือ เมื่ออยู่ในวัยเด็กจะต้องการความดูแล ช่วยเหลือ ตลอดจนการตัดสินใจในสิ่งต่าง ๆ จากพ่อแม่ แต่เมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่จะต้องการความเป็นอิสระ เป็นเจ้าของชีวิตตนเองโดยปราศจากการถูกควบคุมจากทั้งพ่อแม่ และครู ซึ่งพฤติกรรมเช่นนี้ คือ การพัฒนาไปสู่การเป็นตัวของตัวเอง

3. พัฒนาการใหม่ ๆ ทางการศึกษาได้เกิดขึ้น เช่น หลักสูตรใหม่, การศึกษารูปแบบใหม่, ห้องเรียนแบบเปิด, การเรียนจากแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้, มหาวิทยาลัยเปิด ซึ่งการเรียนจากสิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่จะต้องฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองมากขึ้น ซึ่งถ้าผู้เรียนไม่มีทักษะในการเรียนเพียงพอแล้วจะทำให้ประสบกับความล้มเหลวในการเรียน

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองนั้นจะเป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้มนุษย์สามารถใช้ความรู้ที่มีอยู่นี้ ดำรงอยู่ในโลกที่มีความเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีความสุข

3. ลักษณะของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

Skager (1978: 115-) ได้ชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จะมีลักษณะดังนี้

1. มีความยอมรับในตนเอง (Self-Acceptance) หมายถึง ผู้เรียนต้องมองตนเองในแง่บวก ชื่นชมตนเอง และมีความนับถือและศรัทธาในตนเอง เชื่อมั่นว่าตนเองมีความสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองให้เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ได้

2. สามารถวางแผนการเรียนด้วยตนเอง (Plan fullness) คือ ผู้เรียนสามารถวินิจฉัยความต้องการในการเรียนได้ เช่น มีวัตถุประสงค์ในการเรียน และต้องมีวิธีการเรียนอย่างไรจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์

3. มีแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจภายในจะไม่ให้สิ่งที่ควบคุมจากภายนอก เช่น รางวัล การกล่าวคำหิมนามิอิทธิพลต่อการเรียนของตน

4. ประเมินตนเอง (Internalized Evaluation) ผู้เรียนสามารถที่จะประเมินความสามารถของตนเองจากพฤติกรรมการเรียนที่แสดงออกมาได้โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมที่มี

5. การเปิดรับประสบการณ์ (Openness to Experience) คือ ผู้เรียนที่เปิดโอกาสให้ตนเองเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยความสนใจใฝ่รู้ เพื่อเพิ่มประสบการณ์ให้แก่ตนเอง

6. มีความยืดหยุ่นในการเรียน (Flexibility) ผู้เรียนจะมีความยืดหยุ่นในการเรียน เช่น เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้, พร้อมทั้งจะลองผิดลองถูก และหากพบว่าการเรียนไม่ประสบผลสำเร็จจะนำผลที่ได้มาปรับปรุงมากกว่าจะยอมแพ้ หรือยกเลิกการเรียน

7. ความเป็นตัวของตัวเอง (Autonomy) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการนำตนเองจะสามารถเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนเองได้

สมคิด อิศระวัฒน์ (2541: 11) ได้กล่าวว่า การที่บุคคลมีพฤติกรรมการเรียนแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองแล้วจะนำไปสู่การเป็นบุคคลที่ใฝ่รู้ตลอดชีวิต ผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ควรมีลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สัมผัสใจที่จะเรียนด้วยตนเอง (Voluntarily to learn) มิได้เกิดจากการบังคับ แต่มีเจตนาที่จะเรียนด้วยความอยากรู้

2. ตนเองเป็นแหล่งข้อมูลของตัวเอง (Self-resourceful) นั่นคือผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าสิ่งที่ตนจะเรียนรู้คืออะไร รู้ว่าทักษะและข้อมูลที่ต้องการหรือจำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง สามารถกำหนดเป้าหมาย วิธีการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ และวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องเป็นผู้จัดการการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Manager of change) ผู้เรียนต้องมีความตระหนักในความสามารถ สามารถตัดสินใจได้ มีความรับผิดชอบต่อน้ำที่และบทบาทในการเป็นผู้เรียนที่ดี

3. ผู้เรียนต้องรู้วิธีการที่จะเรียน (Know how to learn) นั่นคือ ผู้เรียนควรทราบขั้นตอนการเรียนรู้ของตนเอง รู้ว่าเขาจะไปสู่จุดที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการฟิสิกส์

การตรวจเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ (Physics Laboratory) ในการศึกษาครั้งนี้จะครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสำคัญของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์

นักการศึกษาหลายท่านได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ แตกต่างกันดังนี้คือ

Clifford, Raphael and Fritjof (1972: 1) กล่าวว่า วิชาฟิสิกส์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหาและส่วนที่เป็นกระบวนการของการตรวจสอบเนื้อหา โดยเนื้อหาจะเป็นส่วนที่เป็นพื้นฐานความรู้ที่เป็นจริง ส่วนกระบวนการของการตรวจสอบต้องอาศัยการปฏิบัติการโดยใช้เครื่องมือ เพราะยากที่จะให้ผู้เรียนได้รับความเข้าใจโดยแท้จริงในวิชาฟิสิกส์โดยปราศจากการฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของห้องปฏิบัติการ คือ ต้องการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง

Harry *et al.* (1987: 1-2) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ในปัจจุบัน ไม่ใช่เพียงแต่ต้องการพิสูจน์ความจริงของกฎและทฤษฎีต่าง ๆ หรืออธิบายในสิ่งที่ป็นสูตรสมการให้เข้าใจได้ง่ายและได้มาซึ่งคำตอบเท่านั้น แต่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ควรจะเป็นสิ่งที่เชื่อมต่อระหว่างช่องว่างของกฎและสมมติฐานต่าง ๆ ที่ยังเป็นที่ได้เถียงกันอยู่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสำหรับวิชาฟิสิกส์แล้วนั้น การได้ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการจะเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้เลย นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการยังมีวัตถุประสงค์ ดังนี้คือ

1. เพื่อที่จะแสดงให้ผู้เรียนเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง โดยผ่านจากประสบการณ์จริง

2. เพื่อนำทฤษฎีในหนังสือและสิ่งที่ผู้เรียนได้ท่องจำในชั้นเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อที่จะทำให้เข้าใจกฎและทฤษฎีฟิสิกส์แบบเก่าและแบบใหม่ได้

3. เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์
 4. เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสำคัญของเครื่องมือทุกชนิด
 5. เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความคุ้นเคยกับการใช้งานอุปกรณ์ และเครื่องมือทางฟิสิกส์
 6. เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักว่าเครื่องมือแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไร และนำไปใช้งานอย่างไร
 7. เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของผลการทดลองที่เป็นการทดลองพื้นฐาน เพราะผลที่ได้จะเป็นสิ่งที่ใช้เป็นฐานโดยตรงสำหรับการวิเคราะห์ และคำนวณ
 8. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง จากการรายงานผลการทดลอง
 9. เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการกับผู้สอนโดยตรง ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อผู้เรียนคือสามารถสอบถามในสิ่งที่ตนไม่เข้าใจในขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ได้
- Cicero and Chiold (1995: 1) กล่าวว่า ห้องปฏิบัติการ คือ สถานที่ที่ให้ผู้เรียนได้รับความรู้ และเป็นที่พักพิงนักทฤษฎี ที่ตั้งไว้ โดยผ่านทางการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการยังมีจุดมุ่งหมายนอกเหนือไปจากนี้อีก ได้แก่

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยทางการสังเกตและบันทึกข้อมูล
2. ได้เรียนรู้เทคนิคในห้องปฏิบัติการโดยการได้รับประสบการณ์จากการได้ฝึกกับเครื่องมือ และรู้วิธีการแก้ไขเครื่องมือ
3. ได้รับความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้นเมื่อได้ลงมือปฏิบัติ

4. ได้รับประสบการณ์ในการใช้ห้องปฏิบัติการ

5. ได้รับข้อมูลที่ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการหาคำตอบในการเรียนมากขึ้น

David (1998: 1) กล่าวว่า ในการศึกษาวิชาฟิสิกส์ ได้มีแหล่งวิทยาการต่าง ๆ มากมายที่ให้ความรู้แก่ผู้เรียน เช่น หนังสือ, การบรรยายจากครู, การคิดแก้ไขปัญหา, และการฝึกปฏิบัติการ ซึ่งการฝึกปฏิบัติการนี้จะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ โดยผ่านการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปจุดมุ่งหมายในการฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการนั้นนอกจากจะเป็นการพิสูจน์กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่ตั้งไว้แล้วยังต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิควิธีการทดลองด้วยความสนุกสนานในการเรียนอีกด้วย

2. การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 26-31) กล่าวว่า ห้องปฏิบัติการมีความสำคัญอย่างสูงต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การทำปฏิบัติการที่ให้ประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียนจะต้องมีการบริหารจัดการที่ดี มีการวางแผนการดำเนินงาน และคำนึงถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ด้านบุคลากร ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรรับผิดชอบงานบริหารจัดการ ดูแล ควบคุม และสร้างบรรยากาศการเรียนการสอน ให้ผลการเรียนรู้เป็นไปตามหลักสูตร การใช้ห้องปฏิบัติการร่วมกันหลายกลุ่มจะต้องมีการจัดการการใช้ห้อง และมีผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจนในภาระงานดังนี้

- การเบิกจ่ายวัสดุ อุปกรณ์
- การจัดทำทะเบียนวัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์และสารเคมี
- การจัดซื้อ การควบคุม และการใช้วัสดุสิ้นเปลือง สารเคมี
- การซ่อมแซม แก้ไข และจัดจำหน่ายตามความเหมาะสม

- การดูแล บำรุงรักษาห้องปฏิบัติการ ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์

2. ด้านงบประมาณ การกำหนดงบประมาณค่าใช้จ่ายประจำปีที่เกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่จำเป็นต้องใช้เพื่อการทำปฏิบัติการของสถานนั้น โครงการที่ขอใช้งบประมาณอาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนาอาคาร สถานที่ ครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และการซ่อมบำรุง จึงจำเป็นต้องระบุแหล่งที่มาของงบประมาณให้เหมาะสมและเป็นไปตามระเบียบของการใช้เงิน ขั้นตอนการดำเนินการเกี่ยวกับการขอใช้งบประมาณในส่วนของครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีดังนี้

- จัดทำข้อมูลสารสนเทศที่เป็นปัจจุบัน
- สำรวจความต้องการ และความจำเป็นในการจัดซื้อและจัดซ่อม
- สำรวจราคาในปัจจุบันของสิ่งที่ต้องการซื้อ
- ประเมินการขอซื้อวัสดุ และสารเคมี การซ่อมบำรุงครุภัณฑ์และวัสดุอาคารของห้องปฏิบัติการ
- จัดทำงบประมาณของโครงการ

3. การจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ ใช้ในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วัสดุอาคาร วัสดุสำนักงาน วัสดุสิ้นเปลือง สารเคมี ของสดเพื่อการทดลอง มีวิธีการจัดซื้อจัดการที่แตกต่างกัน โดยต้องคำนึงถึงข้อแนะนำต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- การจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ทั่วไป จะต้องดำเนินการตามระเบียบของทางราชการ ผู้จัดซื้อต้องศึกษา ทำความเข้าใจ และปฏิบัติตามระเบียบของการจัดซื้อ โดยคำนึงถึงความประหยัด และประโยชน์ที่จะได้รับ การจัดซื้อควรดำเนินการล่วงหน้าเพื่อให้ทันต่อการใช้งาน
- การจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองซึ่งไม่สามารถจัดซื้อไว้ล่วงหน้าได้ ควรขออนุมัติการเบิกค่าใช้จ่ายดำเนินการจัดซื้อสิ่งเหล่านี้ไว้ล่วงหน้าตามที่กำหนดไว้ในแผนปฏิบัติงานประจำปี

4. การจัดทำระเบียบและการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ การวางแผนการจัดเก็บและการจัดทำระเบียบอย่างเป็นระบบ จะช่วยให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและประหยัดเวลาในการค้นหา โดยมีวิธีการดังนี้

- การจัดทำระเบียบและการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการทุกห้องมีประโยชน์ต่อการควบคุมและตรวจสอบจำนวนที่เป็นปัจจุบัน การกำหนดรหัสของวัสดุอุปกรณ์โดยมีรายละเอียดของราคา ที่จัดเก็บ จะช่วยให้มีข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ครบถ้วน

- ข้อเสนอแนะการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี การจัดเก็บวัสดุจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและการใช้ประโยชน์ วัสดุพวกไวไฟอยู่เสมอหรือที่ใช้มานานๆ ครั้งก็ควรจัดเก็บแยกกันไว้ สำหรับวัสดุที่มีคู่มือการใช้และการดูแลรักษาจะต้องเก็บคู่มือให้เป็นระบบและเป็นหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการค้นหา การเก็บอุปกรณ์เกี่ยวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ควรแยกประเภทตามสาขาวิชาหรือหมวดหมู่ ส่วนสารเคมีต้องมีการจัดเก็บไว้ในที่ปลอดภัย ซึ่งปกติไม่ควรเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ และไม่ควรเก็บสารเคมีไว้ในปริมาณมากเกินไปจนความจำเป็น

3. ระเบียบห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง ข้อปฏิบัติสำหรับนักศึกษาในการเรียนปฏิบัติการ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2547: ก) ได้กำหนดระเบียบห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง ข้อปฏิบัติสำหรับนักศึกษาในการเรียนปฏิบัติการ ดังนี้

3.1 การเข้าเรียน

ก. ให้เซ็นต์ชื่อเข้าเรียนทุกครั้งเมื่อเข้าห้องปฏิบัติการ ถ้านักศึกษาไม่เซ็นต์ชื่อหรือลืมเซ็นต์ ในเวลาที่กำหนด ถือว่าขาดการปฏิบัติการ

ข. นักศึกษาต้องนำบัตรประจำตัวนักศึกษามาด้วยทุกครั้ง

ค. มาสายเกินกว่า 15 นาที จะถูกตัดคะแนนความประพฤติทั้งหมด

ง. มาสายเกินกว่า 30 นาที ถือว่าขาดปฏิบัติการจะไม่ได้รับพิจารณาคะแนนในปฏิบัติการนั้น

จ. นักศึกษาที่ขาดปฏิบัติการเกิน 3 ครั้ง โดยไม่มีเหตุผลอันสมควรให้ถือว่ามีความเรียนน้อยกว่า 70% ของเวลาทั้งหมดจะได้รับเกรด F

3.2 การแต่งกาย

ก. นักศึกษาต้องแต่งกายสุภาพ เรียบร้อย ตามระเบียบข้อบังคับของมหาวิทยาลัย

3.3 การลากิจ – ลาป่วย

ก. การลากิจ ให้ยื่นบันทึกเหตุผลขอลากิจ โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาเซ็นรับรองและยื่นล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ต่อเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ

ข. การลาป่วย เมื่อหายจากป่วยแล้ว ให้นักศึกษารับยื่นบันทึกพร้อมแนบใบรับรองแพทย์ต่อเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ

ค. การเรียนชดเชย นักศึกษาจะได้รับอนุญาตให้เข้าเรียนชดเชยร่วมกับกลุ่มอื่นตามตาราง วัน/เวลาเรียนปกติที่มีการสอนในสัปดาห์ถัดไป

3.4 การปฏิบัติระหว่างเรียน

ก. ห้ามนำอาหาร เครื่องดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการ

ข. เก็บรวบรวมกระดาษที่ใช้แล้วทิ้งลงในถังขยะ

ค. ห้ามย้ายกลุ่มโดยไม่ได้รับอนุญาต

ง. ระหว่างทำการทดลอง นักศึกษาออกนอกห้องโดยไม่ได้รับอนุญาต และออกไปเป็นเวลานานเกิน 15 นาที โดยไม่มีเหตุผลอันควรจะถูกตัดคะแนนทั้งหมดยกของปฏิบัติการครั้งดังกล่าว

จ. เมื่อเลิกการทดลอง ให้เก็บเครื่องมืออุปกรณ์ทดลองให้เรียบร้อย

ฉ. ส่งคืนอุปกรณ์ที่เบิกมาใช้ในการทดลองให้ครบถ้วนทุกชิ้น ก่อนหมดเวลา 20 นาที

3.5 การส่งรายงานผลการทดลอง

ก. นักศึกษาทุกคนต้องส่งรายงานภายในเวลาที่เรียนปฏิบัติการเท่านั้น ถ้าไม่ส่งภายในเวลาจะไม่ได้รับการพิจารณาผลการทดลองนั้น

เกณฑ์การประเมินผลวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2547: ง) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน ดังนี้

1. คะแนนความประพฤติ 10 คะแนน นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ประเมิน

1.1 เข้าเรียนตรงเวลา (เข้าเรียนสายเกินกว่า 15 นาที ตัด 10 คะแนน)

1.2 แต่งกายสุภาพเรียบร้อยใช้ชุดนักศึกษาตามระเบียบข้อบังคับของมหาวิทยาลัย (แต่งชุด Workshop หรือรองเท้าแตะ ตัด 10 คะแนนแล้วดักเตือน)

1.3 เก็บอุปกรณ์เครื่องมือเรียบร้อยอยู่ในสภาพเดิมเมื่อเสร็จการทดลอง

1.4 รวบรวมอุปกรณ์ที่เบิกมาใช้ทดลอง ส่งคืนห้องจ่ายอุปกรณ์ก่อนหมดเวลา 20 นาที

1.5 ห้ามใช้อุปกรณ์สื่อสารในห้องปฏิบัติการ (ฝ่าฝืนตัด 10 คะแนน แล้วตัดเตือน)

1.6 ห้ามรับประทานอาหาร เครื่องดื่มในห้องปฏิบัติการ (ฝ่าฝืนตัด 10 คะแนน แล้วตัดเตือน)

2. คะแนนพฤติกรรมระหว่างการเรียน 20 คะแนน อาจารย์เป็นผู้ประเมิน

2.1 มีความตั้งใจในการเรียน และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ

2.2 ไม่ทุจริต เช่น คัดลอกข้อมูลของผู้อื่น (หากพบตัดคะแนนปฏิบัติการนั้นทั้งหมด ทั้งผู้ลอกและคู่กรณี รับผิดชอบกลางและให้ทำใหม่)

2.3 ไม่ส่งเสียงดังรบกวน

2.4 อยู่ประจำโต๊ะปฏิบัติการของกลุ่ม ไม่ลุกเดินไปโต๊ะอื่น

2.5 ไม่ออกจากห้องก่อนได้รับอนุญาต (ออกจากห้องไปนานผิดปกติตัด 15 คะแนน หรืออาจถูกตัดคะแนนปฏิบัติการนั้นทั้งหมด)

3. คะแนนรายงานผลการทดลอง 30 คะแนน อาจารย์เป็นผู้ประเมิน

3.1 คุณภาพของผลการทดลอง ความครบถ้วนของรายงาน

3.2 การตอบคำถาม และการสรุปผลการทดลอง

3.3 ความสะอาดเรียบร้อย มีความชัดเจน เขียนด้วยลายมือไม่หวัด

3.4 ส่งช้ากว่ากำหนด จะไม่ได้รับการพิจารณา

4. สอบไล่ 40 คะแนน อาจารย์เป็นผู้ประเมิน

4.1 สอบรวบยอดทุกเรื่องปฏิบัติการ ใช้เวลา 2 – 3 ชั่วโมง

- หมายเหตุ - กรณีเข้าเรียนสายเกินกว่า 30 นาที จะไม่ได้รับคะแนนในส่วนที่ 1, 2 และ 3
- ถ้ามีเวลาเรียนน้อยกว่า 70% (ขาดเกิน 3 ครั้ง) จะได้รับเกรด F

ทฤษฎี แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของสื่อ

ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพื่อนำมาใช้งานนั้นมีขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญก่อนนำสื่อไปใช้จริงนั่นคือ สื่อที่พัฒนาขึ้นมาควรจะมีการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ เพื่อให้ทราบว่าสื่อมีคุณภาพเพียงใด มีส่วนใดที่ยังบกพร่องและต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ก่อนที่จะนำสื่อไปใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

การประเมินประสิทธิภาพของสื่อมีนักวิชาการหลายท่านได้นำเทคนิคทางด้านการวัดผลมาใช้หลายวิธีดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2546: 22-23) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การผลิตชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงบทเรียน (Conduct Developmental Testing and Revise E-Package) เพื่อเป็นการนำชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ไปตรวจสอบว่า จะทำให้นักศึกษาได้รับความรู้เพิ่มขึ้น เกิดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ และเป็นที่พึงพอใจของผู้สอน และผู้เรียน หรือไม่ โดยการทดสอบประสิทธิภาพมี 2 ขั้นตอน คือการทดลองใช้เบื้องต้น และทดลองใช้จริง คือ

1. การทดลองใช้เบื้องต้น (Try Out) เป็นการทดลองใช้กับผู้เรียน 3 ขั้นตอน คือ

1.1 ทดสอบแบบเดี่ยว (1:1) กับนักศึกษา 1-3 คน

1.2 ทดสอบแบบกลุ่ม (1:10) กับนักศึกษา 6-12 คน

1.3 ทดสอบแบบสนาม (1:100) กับนักศึกษาทั้งชั้น ตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป

2. การทดลองใช้จริง (Trial Run) นำไปใช้ในสถานการณ์จริงในระยะเวลาหนึ่ง เช่น 1 ภาคการศึกษา เพื่อหาข้อดีข้อด้อย แล้วนำมาปรับปรุงให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

เกณฑ์ (Criterion) หมายถึง ระดับต่ำสุดที่กำหนดเป็นตัวเลข ของการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรม การเรียนรู้ที่ครู/ผู้สอนพึงพอใจ มี 3 ประเภท

1. ความก้าวหน้าในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน - ผลต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนน ประเมินหลังเรียนและคะแนนก่อนเรียน

2. ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ผลลัพธ์ (E_1/E_2)

E_1 คือ ร้อยละของคะแนนที่ได้จากการประกอบกิจกรรม ระหว่างเรียนเช่น แบบฝึกหัด รายงาน ฯลฯ

E_2 คือ ร้อยละของคะแนนที่ได้จากการประเมินหลังจากเรียนเสร็จแล้ว เช่น ผลจากการทดสอบหลังเรียน และคะแนนงานสุดท้าย

3. ความพึงพอใจของผู้สอนและผู้เรียน โดยถามความคิดเห็นของผู้สอนและผู้เรียนที่มี ต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ (2528: 213-215) กล่าวว่า ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน นั้น จะทำได้จากการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่องซึ่งเป็นกระบวนการ กับพฤติกรรมขั้นสุดท้ายซึ่งเป็นผลลัพธ์ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อเป็น E_1/E_2 ซึ่งหมายความว่า จะต้องกำหนดเป็น เปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานหรือการประกอบกิจของผู้เรียนทั้งหมด (E_1) ต่อ เปอร์เซ็นต์ของผลการสอนหลังการเรียนของผู้เรียน (E_2) ในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อนิยมตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำ และ เนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติไม่ต่ำกว่า 80/80

การทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อ จะต้องนำสื่อไปทดลองใช้ (tryout) เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองสอนจริง (trial run) เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงดำเนินการผลิต หรือใช้สอนในชั้นเรียนปกติได้ การทดลองมีดังนี้คือ

1. ทดลองกับผู้เรียนแบบ 1:1 โดยทดลองใช้กับผู้เรียน 1 คน ซึ่งมีระดับความรู้ ความสามารถอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อ แล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
2. ทดลองกับผู้เรียนเป็นกลุ่ม (แบบ 1:10) ตั้งแต่ 6-10 คน ทั้งผู้เรียนที่เก่ง และอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
3. ทดลองภาคสนาม (แบบ 1:100) เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น 40-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่ผลิตได้นั้น กำหนดไว้ 3 ระดับคือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อเท่ากันหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ ถือว่า ยังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2533: 128-130) กล่าวว่า การประเมินสื่ออาจทำได้หลายวิธี ที่นิยมกันมี 5 วิธี คือ

1. การประเมินโดยผู้สอน
2. การประเมินโดยผู้ชำนาญ
3. การประเมินโดยคณะกรรมการเฉพาะกิจ
4. การประเมินโดยผู้เรียน
5. การประเมินประสิทธิภาพของสื่อ

การประเมินสื่อ อาจทำได้ด้วยการสังเกตพฤติกรรมการเรียน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การอภิปรายระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนก็เป็นแนวทางหนึ่งในการประเมินสื่อ ทั้งนี้ผู้ประเมินควรมีแบบประเมิน เพื่อช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล นำมาวิเคราะห์ผล การประเมินต่อไป

1. การประเมินโดยผู้สอน ผู้สอนที่ควรจะได้รับคัดเลือกให้เป็นผู้ประเมินสื่อ ควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอน เคยรับการฝึกอบรมจนเป็นผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญ เกี่ยวกับการผลิต การใช้ และมีประสบการณ์ในการใช้สื่อการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี

2. การประเมินโดยผู้ชำนาญ ผู้ชำนาญในที่นี้หมายถึง ผู้ชำนาญด้านสื่อการเรียนการสอน และมีประสบการณ์ด้านการประเมินด้วย ดังนั้นผู้ชำนาญอาจเป็นผู้สอน เป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัย ที่สอนในสาขาวิชาสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา รวมทั้งอาจารย์ด้านการวัดและประเมินผล ที่มี ความรู้ความสามารถด้านสื่อการเรียนการสอน

3. การประเมินโดยคณะกรรมการเฉพาะกิจ คณะกรรมการเฉพาะกิจเพื่อประเมินสื่อการเรียนการสอนเป็นกลุ่มบุคคลที่หน่วยงานแต่งตั้งขึ้นมาประเมินสื่อ ลักษณะของกรรมการชุดนี้ คล้ายคลึงกับกรรมการตรวจรับวัสดุ ครุภัณฑ์ ซึ่งจะมุ่งประเมินเฉพาะในด้านกายภาพที่กำหนด

ขึ้นมาก่อนการจัดซื้อ แต่กรรมการประเมินสื่อจะประเมินคุณลักษณะ ประสิทธิภาพการใช้และคุณลักษณะด้านอื่น ๆ ของสื่อการเรียนการสอนด้วย

4. การประเมินโดยผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้รับรู้และเรียนรู้จากสื่อ ดังนั้นการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสประเมินสื่อจึงช่วยให้ได้ข้อคิดในการปรับปรุงสื่ออย่างเหมาะสมกับผู้เรียน การประเมินสื่อโดยผู้เรียนควรจัดทำขึ้นทันทีเมื่อใช้สื่อแล้ว และให้ประเมินเฉพาะตัวสื่อ ไม่ให้เอาวิธีสอนของผู้สอนมาเกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามการประเมินสื่อโดยผู้เรียนอาจมีปัญหาอยู่บ้าง ในแง่ผู้เรียนอาจมีประสบการณ์น้อย ผู้สอนควรชี้แจงเกณฑ์หรือหัวข้อการประเมินให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนที่จะให้ประเมิน

5. การประเมินประสิทธิภาพของสื่อ การประเมินสื่ออีกวิธีหนึ่ง เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อ สื่อที่จะต้องได้รับการประเมินประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นสื่อที่ผลิตขึ้นมาตามหลักการสอนแบบโปรแกรม การประเมินสื่อโดยวิธีนี้จะคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ภายหลังจากที่ได้เรียนจากสื่อนั้นแล้ว

วิธีการประเมินประสิทธิภาพของสื่อ ทำได้ 2 วิธี คือ

5.1 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ เช่น การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม จะอาศัยเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 โดย 90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนรวมของผลทดสอบของผู้เรียนทั้งหมดที่ตอบถูก โดยนำมารวมกันเข้าแล้วคิดเป็นร้อยละ ได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 และ 90 ตัวหลัง หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อมีผู้เรียนทำถูกไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ถ้าข้อใดมีผู้เรียนทำได้ต่ำกว่าร้อยละ 90 ต้องปรับปรุงแก้ไขบทเรียนโปรแกรมนั้น แล้วทำการทดลองซ้ำอีก จนกว่าจะได้คะแนนถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

5.2 ประเมินโดยไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อด้วยการเปรียบเทียบผลทดสอบของผู้เรียนภายหลังจากที่เรียนจากสื่อนั้นแล้ว (Post-test) ว่าสูงกว่าผลสอบก่อนเรียน (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบพบว่า ผู้เรียนได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่อนั้นมีประสิทธิภาพ

การประเมินสื่อในลักษณะนี้ อาจทำได้โดยการวิจัยเปรียบเทียบกับการใช้สื่ออื่น ๆ ซึ่งการวิจัยประเมินสื่อในลักษณะนี้มีข้อจำกัดหลายประการ โดยเฉพาะข้อบกพร่องในด้านการกำหนดปัญหา หรือข้อคำถามในการวิจัยและการควบคุมตัวแปร เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

งานวิจัยในต่างประเทศ

Yen-Jen *et al.* (1997) กล่าวว่าสังคมยุคใหม่ได้กลายเป็นสังคมยุคข่าวสาร มีการสื่อสารผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะทางด้านการศึกษามีแนวโน้มในการจัดการเรียนการสอนโดยผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น โดยเฉพาะการเรียนการสอนบนเว็บเช่นเดียวกัน ประกอบกับได้มีผู้สอนหลายคนที่ University of Minnesota หันมาให้ความสนใจในเรื่องนี้ ซึ่งตามปกติการเรียนผ่านเว็บที่เป็นระบบเครือข่ายแบบเดิม ๆ จะทำให้นักศึกษาในภาควิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มีโอกาสได้รับความรู้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพราะไม่สามารถให้นักศึกษามีโอกาสฝึกทักษะในการปฏิบัติการได้ ดังนั้นทีมผู้วิจัยจึงได้สร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการเสมือนจริงขึ้น เพราะได้ตระหนักถึงความจำเป็นในการให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อจะได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ดังนี้

1. เครือข่ายของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะเป็นสื่อที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างทฤษฎีและปฏิบัติได้ โดยผ่านทางกรได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง
2. เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการดูแลและซ่อมแซมอุปกรณ์, ซื่ออุปกรณ์, ค่าจ้างผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ
3. เพื่อเป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพ ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ก่อนที่จะมีการผลิตออกมาจำหน่าย
4. เพื่อเป็นต้นแบบของการสอนแบบออนไลน์

5. เพื่อเป็นการเตรียมระบบเพื่อรองรับกับจำนวนผู้เรียนที่มาก ๆ ที่ต้องการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง

สำหรับโครงสร้าง เครือข่ายห้องปฏิบัติการเสมือนจริง นั้นจะมีขั้นตอนทั้งหมด 2 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. ขั้นเริ่มต้น

1.1 เป็นขั้นสร้างสภาพแวดล้อมที่นักศึกษาสามารถผ่านเข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อใช้อุปกรณ์ได้

1.2 พัฒนาส่วนประกอบของเครือข่ายห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ว่าต้องใช้อุปกรณ์ใดบ้าง และจะกำหนดให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับอุปกรณ์ที่เตรียมไว้อย่างไร หลังจากนั้นจึงเริ่มลำดับการจำลองสถานการณ์

1.3 เขียนเป็นโครงร่างเพื่อเตรียมเข้าสู่การพัฒนาในขั้นที่สอง

2. ขั้นการออกแบบ

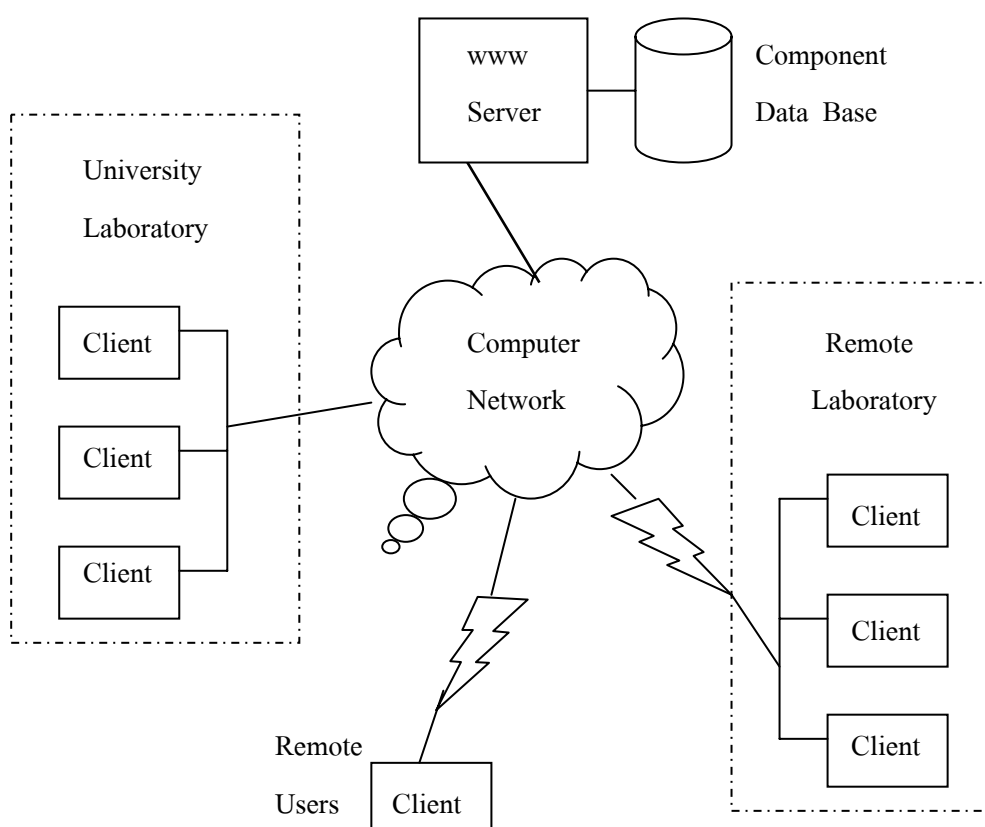
ในขั้นตอนนี้จะเป็นการใช้โปรแกรม JAVA ในการเขียนโปรแกรม โดยมี ส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ client runtime, server runtime, และอุปกรณ์เครือข่ายเชิงกายภาพ

Ferrero and Piuri (1999) ได้นำเสนอการออกแบบสภาพแวดล้อมจำลองที่จะช่วยสนับสนุนการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนเครือข่าย เวิลด์ ไวด์ เว็บ เนื่องจากในช่วงปีที่ผ่านมาซอฟต์แวร์หลายตัวได้ถูกพัฒนาออกมา โดยเฉพาะซอฟต์แวร์ที่สามารถสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เช่น สร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง แต่ทีมผู้วิจัยให้ความเห็นว่าการเลือกซอฟต์แวร์ใด ๆ มาใช้นั้น มีประเด็นที่ควรจะนำมาพิจารณา 2 ประเด็นคือ 1. จำนวนค่าใช้จ่ายในห้องปฏิบัติการจริง โดยให้พิจารณาว่ามหาวิทยาลัยมีค่าใช้จ่ายเท่าใดจึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้าง ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง และเมื่อสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะสามารถรองรับจำนวนนักศึกษาได้เป็น

จำนวนที่ละมาก ๆ หรือไม่ 2. วิธีการสอนที่จะนำไปใช้สอนในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงนั้น จะต้องมามีวิธีการสอนที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับการเลือกเอาสื่อชนิดนี้มาใช้

ซึ่งจากการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดการจัดสภาพแวดล้อมของผู้ใช้เครือข่ายไว้ดังนี้

1. แม่ข่าย และ ลูกข่าย ที่อยู่ภายในวิทยาเขตเดียวกันจะมีการติดต่อกันผ่านทาง Lan
2. การเชื่อมต่อจากที่อยู่นอกวิทยาเขตจะต้องมีการติดต่อกันระหว่าง แม่ข่ายกับ เครื่องควบคุมระยะไกลของห้องปฏิบัติการ ในกรณีนี้เครือข่ายจะต้องพิจารณาถึงการจำลองการเชื่อมต่อให้เหมือนกับการเข้าสู่ระบบแบบ Lan
3. ลูกข่ายควรดาวน์โหลด ส่วนประกอบของเครื่องมือจำลองจากเว็บแม่ข่าย



ภาพที่ 10 โครงสร้างสภาพแวดล้อมจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
ที่มา: Ferrero and Piuri (1999: 742)

Ferrero and Piuri ได้เสนอโครงสร้างของการเข้าสู่ระบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงดังนี้

1. เชื่อมต่อเข้าสู่หน้า โฮมเพจ ของเว็บแม่ข่าย
2. กำหนดชื่อผู้ใช้งาน และ รหัสผู้ใช้
3. เลือกเครื่องมือที่จะใช้จากแถบเมนู
4. จุดเชื่อมโยงจะนำผู้เรียนเข้าสู่สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการเสมือนจริงและจะให้ผู้เรียนดาวน์โหลดเครื่องมือที่เป็นเครื่องมือเสมือนจริง
5. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นโดยเข้าสู่การทดลองต่าง ๆ

การวิจัยในครั้งนี้ ได้ถูกทดสอบกับผู้เรียนจำนวน 200 คน และผลที่ได้จากการวิจัยจะพบว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเป็นการเพิ่มทางเลือกให้เกิดการเรียนรู้ที่ทันสมัยขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เพราะเทคโนโลยีของข้อความหลายมิติ (Hyper Text) จะสามารถสร้างทางเข้าไปสู่การหาข้อมูล (Navigation Paths) บนเว็บไซต์ได้ เช่น การอธิบาย ส่วนของหน้าให้ความช่วยเหลือ (Help Page) สามารถที่จะช่วยเหลือผู้เรียนจากการที่ไม่เข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ข้อความหลายมิติยังสามารถใช้เป็นตัวนำทางสำหรับการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง นอกเหนือจากการเรียนตามปกติได้อีกด้วย การใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดียจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเห็นภาพของความเป็นจริงได้เป็นอย่างดี เพราะฉะนั้น ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงสามารถใช้เป็นสื่อเสริมเพื่อนำมาสนับสนุนการเรียนให้กับผู้เรียนได้อย่างดีเยี่ยม และยังช่วยให้ผู้เรียนสร้างความคุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ทั้งในห้องเรียน และการเรียนโดยทางไกลได้อีกด้วย

แต่อย่างไรก็ตาม ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นมานี้ไม่ได้ถูกคาดหวังว่าจะนำมาใช้แทนห้องปฏิบัติการจริงทั้งหมด วิชาใดก็ตามหลักสูตรยังคงกำหนดให้ต้องมีการฝึกปฏิบัติกับเครื่องมือจริงก็ยังคงต้องมีอยู่ เช่น Electrical และ Electronic Measurement และห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่สร้างขึ้นควรมีการใช้แหล่งทรัพยากรความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยร่วมกันด้วย

ทั้งนี้ยังมีสิ่งที่เป็นข้อจำกัดของการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงซึ่งควรนำมาพิจารณาอยู่ด้วยคือ

1. การสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างนาน
2. โปรแกรมที่ใช้สร้างส่วนมากจะเป็นกราฟิก, การเขียนโปรแกรมที่รวมชุดคำสั่งเข้าไว้ด้วยกัน (Object – Oriented) ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ยังมีราคาแพง และมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของลิขสิทธิ์เวลาที่โปรแกรมใช้งาน (Run – Time License)

1. ยังมีข้อจำกัดของการเข้าถึงจากนอกมหาวิทยาลัย
2. การทำงานโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์จะใช้เวลาในการทำงานซ้ำมาก

Sepideh *et al.* (1999) ได้สร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นแบบที่เหมาะสมสำหรับการจัดการศึกษาทางไกลในประเทศเยอรมนี ซึ่ง ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นเกิดจากแนวคิดที่ต้องการหาเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดให้ความรู้ในวิชาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในสิ่งที่เป็นทฤษฎีให้กับผู้เรียนที่เรียนทางไกลเกิดความเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรมได้ โดยเครื่องมือที่จะนำมาใช้ต้องสามารถทำให้เกิดภาพและถ้าสามารถให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เป็น 3 มิติได้ก็จะช่วยทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้มากขึ้น ดังนั้นแนวคิดเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจึงถูกนำมาใช้ในการศึกษา เพราะนอกจากจะสามารถตอบสนองความต้องการข้างต้นได้แล้ว ยังสามารถช่วยลดความอันตรายหรือสิ่งที่ยุ่งยากทั้งหลายที่ประสบในการทำปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง ได้อีกด้วย

กลุ่มผู้วิจัยจึงสร้าง Delta's Virtual Laboratory ขึ้นเป็นโครงการนำร่องในวิชาฟิสิกส์และดาราศาสตร์ ซึ่งกระบวนการของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงโดยทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วยขั้นตอนที่คล้ายกัน ดังนี้คือ

1. Computer Simulation โดยอาจจะเขียนด้วยโปรแกรมภาษาใด ๆ ก็ได้ เช่นภาษาฟอร์แทรน, ภาษาซี, ภาษาซี พลัส พลัส, ภาษาจาวา เป็นต้น

2. Translations & Interface โดยส่วนใหญ่จะใช้ส่วนต่อประสานกราฟฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface) เป็นตัวสื่อสารกับชุดคำสั่งที่เขียนไว้ หรืออาจจะใช้เป็น EAI (External Authoring Interface)

3. Visualization อาจจะเขียนด้วยโปรแกรมจาวา, จาวา 3 D หรือ ภาษาความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality)

จากผลการนำ Delta's Virtual Laboratory ไปทดลองใช้กับครูและนักเรียนในประเทศเยอรมนี ปรากฏว่าผลการทดลองได้ออกมาเป็นบวก ทั้งครูและนักเรียนมีความพึงพอใจเป็นอย่างมาก โดยผู้เรียนได้ให้ความคิดเห็นว่าพวกเขาารู้สึกว่าการเรียนบนเว็บทำให้พวกเขาสะดวกสบาย และสามารถทดลองใช้อุปกรณ์ได้หลายครั้งโดยไม่ต้องกลัวอุปกรณ์จะแตกหัก เสียหาย ส่วนครูรู้สึกว่าการปฏิบัติการณ์เสมือนจริง เป็นสิ่งใหม่ที่ไม่เพียงแต่เป็นสื่อการสอนเท่านั้น แต่ยังเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นความสนใจในการเรียนให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎีในวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว โดยผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนลดลง ถึงแม้ว่าโครงการนำร่องนี้จะถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในวิชาฟิสิกส์และดาราศาสตร์ แต่ก็สามารถนำไปใช้กับวิชาในสาขาอื่น ๆ ได้โดยอยู่ภายใต้แนวคิดเดียวกัน

Huan-Wen and Chin-Ming (2000) ได้ทำศึกษาเรื่องการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงสำหรับการสอนทางด้าน Electric Machinery ซึ่งผู้วิจัยมีแนวความคิดว่าการสอนทางด้านนี้ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง แต่ด้วยข้อจำกัดที่พบในการฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการจริงนั้นจะมีอันตรายและค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นผู้เรียนจึงไม่มีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติหลายครั้ง ฉะนั้นการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ต้องมีความเสมือนจริงมากที่สุด โดยใช้เทคโนโลยีของความเป็นจริงเสมือนสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

2. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่สร้างขึ้นต้องกระตุ้นให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์ให้มากที่สุด โดยผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติได้หลายครั้งตามที่ต้องการ และผู้สอนสามารถควบคุมการเรียนและซักถามผู้เรียนผ่านทางห้องปฏิบัติการเสมือนจริงได้ด้วย

3. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะต้องมีความยืดหยุ่น คือไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่เรียน

การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงสำหรับการสอนทางด้าน Electric Machinery มีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ

1. สภาพแวดล้อมการสอน จะเป็นการจัดสภาพแวดล้อมให้มีการเรียนการสอนผ่านทางเว็บเพจ ซึ่งจะสอนในเรื่องเกี่ยวกับทฤษฎีและการปฏิบัติของ Electric Machinery โดยในส่วนที่มีการปฏิบัติจะถูกจัดเตรียมไว้ให้เรียนรายเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้ซึ่งจะให้มีการติดต่อผ่านทาง สวิตช์ และเครื่องมือที่ติดตั้งไว้แล้ว

2. ในส่วนของเครือข่าย จะเตรียมหน้าที่การใช้งานในส่วนที่มีการปฏิสัมพันธ์กับทั้งลูกข่ายและแม่ข่าย

3. ด้านกายภาพ สามารถจัดให้มีการเรียนการสอนผ่านได้ทั้งระบบอินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ต

ขั้นตอนในการเรียน จะมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน

1. ลงบันทึกเข้ามาสู่ ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ผู้เรียนจะต้องเลือกหุ่นจำลองที่ใช้เป็นสิ่งสมมติว่าเป็นตัวแทนของผู้เรียนจากรูปแบบหุ่นที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นข้อมูลของผู้เรียนจะถูกระบบบันทึกข้อมูลเอาไว้ เช่น บันทึกข้อมูลว่าชื่ออะไร, เข้าสู่ระบบครั้งแรกเมื่อใด, และมีการบันทึกการเรียนของผู้เรียน

2. หุ่นจำลองที่ผู้เรียนเลือกนั้นสามารถเลือกเข้าสู่การทดลองใด ๆ ก็ได้ใน ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งจะมีการทั้งหมด 4 การทดลองให้ผู้เรียนเลือก

3. การมีปฏิสัมพันธ์ในระบบจะกำหนดให้ผู้เรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์ไว้ทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ การติดต่อกันระหว่างครูและผู้เรียน, การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมที่จัดไว้, และมีการสาธิตของครูของครูในการใช้อุปกรณ์ให้ผู้เรียนดู

4. ระบบจะทำการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนว่าผ่านหรือไม่

5. หลังจากผู้เรียนออกจาก ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ไปแล้วระบบจะมีการบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนคนนั้นเอาไว้

ซึ่งจากผลการทดลองใช้แล้วพบว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมที่จะใช้ให้นักศึกษาวิศวกรรมเรียนเพื่อเพิ่มศักยภาพของระบบการเรียนทางไกล โดยเฉพาะในส่วนที่ต้องฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือ ซึ่งห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นนี้จะเน้นในเรื่อง มีความเสมือนจริงสูง, มีความยืดหยุ่น, และมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งเหมาะที่จะเรียนเป็นรายบุคคล หรือเรียนเป็นทีม

Roy (2001) ได้ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของคอมพิวเตอร์กราฟิก ในการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา ในบริบทของประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งงานวิจัยจะแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถได้รับประโยชน์จากการมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์กราฟิกได้อย่างไร โดยนำเสนอเป็นการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงในสภาพแวดล้อมที่เป็น 3 มิติ ซึ่งสร้างเป็น The Intelligent Tiles (ITiles) Framework แล้วให้นักเรียนสร้างสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวกับนิเวศวิทยาขึ้นมา ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า การที่จะใช้ประโยชน์จากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ได้ดีนั้น จะต้องมีการออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface: GUI) ที่ดี และควรนำหลักการทางด้านการมีปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์เข้ามาใช้ด้วย

ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่าสำหรับในบริบทของประเทศที่กำลังพัฒนา การนำเอาเทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ามาใช้ในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงควรที่จะใช้แบบที่เป็นมาตรฐาน ราคาไม่แพง แม้ว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ราคาแพงจะเป็นที่แพร่หลายและได้รับความนิยมเพราะสามารถสร้างจำลองสถานการณ์ได้หลายรูปแบบ แต่ประเด็นหลักที่ควรพิจารณาถึงนั่นคือ ควรมีการกระตุ้นให้เด็กได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือทุกชนิดที่เตรียมไว้ให้ได้ครบทุกอย่างหรือซึ่งเป็นสิ่งสำคัญกว่าการสร้างเครื่องมือไว้หลายชนิดแต่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เตรียมไว้เลย

Nedic, Machotka, and Nafalski (2003) งานวิจัยครั้งนี้มีแนวความคิดเกิดจากการขยายตัวของอินเทอร์เน็ต ได้ส่งผลกระทบต่อด้านการศึกษาเป็นอย่างมาก และอินเทอร์เน็ตนี้ได้ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนจึงทำให้การสื่อสารระหว่างครูและผู้เรียนทำได้ง่ายขึ้น แต่อย่างไรก็

ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดของหลักสูตรการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ คือ การได้ลงมือปฏิบัติ ดังนั้นจึงมีซอฟต์แวร์หลายตัวได้ถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับสร้างสถานการณ์จำลองของการทดลองจริง ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาการเรียนแบบ Online Remote Lab (Net Lab) ที่ต้องการให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนได้ใช้ร่วมกัน โดยผู้สอนจะใช้สำหรับการสอนและสาธิตระหว่างบรรยาย สำหรับผู้เรียน สามารถใช้ฝึกปฏิบัติได้ตามที่ผู้สอนสั่งงาน ซึ่ง Net Lab จะให้ผู้เรียนสั่งงานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ทางอินเทอร์เน็ต แล้วให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือเสมือนจริงจากระบบที่เตรียมไว้ นอกจากนี้ระบบยังสามารถประมวลผลการใช้ห้องปฏิบัติการโดยเก็บเป็นข้อมูลของผู้เรียนได้อีกด้วย

สำหรับการสร้าง Online Remote Lab (Net Lab) นั้น มีหลักการที่ได้กำหนดไว้ว่าในสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการนั้นควรที่จะให้นักศึกษาได้มีโอกาส ดังนี้

1. ทำการทดสอบความรู้ที่เป็นแนวความคิด
2. ได้ทำงานร่วมกันกับผู้อื่น
3. ได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือ
4. ได้มีโอกาสฝึกทดลองผิดลองถูก
5. ได้ทราบผลการทดลอง

ทีมผู้วิจัยได้เห็นว่า การได้ลงมือปฏิบัติในห้องปฏิบัติการจริงนั้นจะมีข้อกำหนดในเรื่องของระยะเวลาและขนาดของห้องปฏิบัติการ ซึ่งการที่จะใช้ห้องปฏิบัติการนั้นการใช้ต้องเป็นไปตามตารางเวลาที่กำหนดไว้ และต้องมีเงินลงทุนจำนวนมากในเรื่องการซื้ออุปกรณ์ การใช้ห้องปฏิบัติการจริงนั้น มีข้อดีข้อเสียพิจารณาได้ดังนี้

ข้อดี

ให้ข้อมูลที่เป็นจริง
 ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือจริง
 ผู้เรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้
 ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน

ข้อเสีย

มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่
 ต้องมีตารางเวลาการใช้ห้องที่แน่นอน
 ต้องมีการลงทุนสูง
 ต้องมีผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ

ดังนั้นทีมผู้วิจัยจึงต้องการสร้างซอฟต์แวร์ขึ้นเพื่อที่จะสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งซอฟต์แวร์นี้จะให้ประโยชน์คือ

1. สามารถใช้อธิบายสิ่งที่เป็นแนวความคิดได้
2. สามารถใช้แสดงการทดลองที่เป็นขั้นตอนได้
3. มีความยืดหยุ่นสูง และง่ายต่อการใช้
4. ต้นทุนต่ำ
5. ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา และสถานที่

แต่อย่างไรก็ตามทีมผู้วิจัยได้ให้ความคิดเห็นว่าการที่ผู้เรียนได้ทำการปฏิบัติการกับห้องปฏิบัติการจริง ๆ ก็ยังคงเป็นสิ่งที่ควรมีอยู่ ซึ่งเปรียบเสมือนกับการที่ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ไม่สามารถมาทดแทนได้ ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนกับ Net Lab เพียงบางส่วนเท่านั้น นั่นคือผู้เรียนจะทำการทดลองกับอุปกรณ์จริง แล้วจะทำการทดลองใน Net Lab เพื่อที่จะทบทวนการทดลองที่ได้ทำไปแล้วในห้องปฏิบัติการจริงเท่านั้น เพื่อเป็นการตรวจสอบผลการปฏิบัติว่ามีขั้นตอนใดที่ได้ทำผิดพลาดไปบ้างจากที่ทำการปฏิบัติการจริง นอกจากนี้ Net Lab ยังสามารถให้ผู้เรียนได้เข้าไปศึกษาเนื้อหาก่อนที่จะเข้าไปทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงได้อีกด้วย เพื่อให้ผู้เรียนได้คุ้นเคยกับอุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยในเรื่องประหยัดเวลาในห้องปฏิบัติการจริง

จากผลการทดลองใช้ Net Lab นั้นพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ชอบที่จะทำการทดลองซ้ำด้วยตนเองโดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ เพราะช่วยให้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในกระบวนการของเครื่องมือชนิดอื่น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนยังชอบที่ Net Lab จัดให้มีหน้าต่างสำหรับการสนทนาเพื่อใช้ประโยชน์ในการติดต่อสื่อสารกับผู้สอน หรือผู้เรียนคนอื่น ๆ ได้อีกด้วย

Kawabata, Yamada, and Sanekata (2004) ได้สร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง สำหรับวิชาฟิสิกส์ขึ้น เนื่องจากนักศึกษาที่ Tokyo Polytechnic University ชั้นปีที่ 1 ต้องเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 20 ของนักศึกษาไม่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์มาก่อนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์นั้นจะเกี่ยวข้องกับวิธีการทดลองต่าง ๆ โดยจะศึกษาหาความรู้ภายใต้ปรากฏการณ์ของฟิสิกส์ ซึ่งโดยปกติวิธีการเรียนการสอนในการปฏิบัติการในวิชาฟิสิกส์นักศึกษาจะต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลอง และจะต้องเตรียมอุปกรณ์ด้วยตนเอง ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะทำให้ให้นักศึกษาที่ไม่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์มาก่อนเกิดความเข้าใจที่จะเห็นภาพรวมทั้งหมดของการฝึกปฏิบัติการ ดังนั้นทีมผู้วิจัยจึงได้พัฒนาห้องปฏิบัติการแบบใหม่ขึ้นมา โดยมีการนำเอามัลติมีเดียและเทคโนโลยีสารสนเทศ เข้ามาช่วยและกำหนดให้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นนั้นมีหน้าที่ 3 ประการคือ

1. นักศึกษาได้รับทักษะพื้นฐานที่สำคัญ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในห้องปฏิบัติการจริงได้
2. นักศึกษาสามารถเรียนรู้ถึงหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ของวิชาฟิสิกส์ได้
3. นักศึกษาได้เห็นปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์จริง ๆ ซึ่งจะช่วยให้พวกเขาเข้าใจกฎธรรมชาติ และเป็นการช่วยกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจในวิชาฟิสิกส์เพิ่มมากขึ้น

ระบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่พัฒนาขึ้นนั้นจะเป็นห้องปฏิบัติการแบบใหม่ที่สร้างขึ้นบน Web จะมีความเป็น Multimedia เพิ่มขึ้น โดยประกอบด้วยตัวอักษร, ภาพประกอบคำบรรยาย, Video Clips เช่น Real Player และ Quick Time บนอินเทอร์เน็ต ซึ่งตัวอักษรจะอธิบายถึงสูตรคณิตศาสตร์และการได้มาของสมการและทฤษฎี ส่วนแนวความคิดเบื้องต้นของการทดลองจะถูกแสดงโดยภาพประกอบการบรรยาย ส่วนการสาธิตปรากฏการณ์ของการทดลองจะถูกอธิบายโดย

Video Clips ซึ่งการสาธิตจาก Video Clips และการจำลองสถานการณ์ในคอมพิวเตอร์นั้นจะทำให้ นักศึกษาเข้าใจปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ได้ง่ายขึ้น

จากผลการทดลองใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงนั้นพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจมาก เพราะนักศึกษาสามารถเรียนที่ไหนก็ได้ตามที่ต้องการ โดยสามารถศึกษาบทเรียนได้ก่อนเรียนจริง และสามารถเลือกที่ทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้วก็ครั้งก็ได้ตามที่ต้องการ อีกทั้งผู้วิจัยพบว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะมีความแตกต่างจากห้องปฏิบัติการจริงเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในเรื่องของการให้แนวความคิดในการเรียนวิชาฟิสิกส์สำหรับผู้เริ่มต้น ห้องปฏิบัติการปกติจะเหมาะกับ ผู้เรียนที่เคยมีพื้นฐานทางด้านฟิสิกส์มาก่อนแล้ว แต่ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะมี เครื่องช่วยที่เป็นอุปกรณ์หลายอย่างที่ช่วยทำให้ผู้เรียนใหม่เกิดความรู้ได้

งานวิจัยในประเทศ

ประเสริฐ เคนพันก่อ (2546) ได้สร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่มีการควบคุมระยะไกล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการแสดงให้เห็นถึงวิธีการ ทดลองใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ โดยผ่านการควบคุมระยะไกลบนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่ง ห้องปฏิบัติการที่สร้างขึ้นนี้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ส่วนที่เป็นเว็บเพจ
2. เว็บแม่ข่าย
3. ส่วนที่เป็น Server ข้อมูล

การเข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะเริ่มจากนักศึกษาเข้าสู่เว็บเพจ แล้วลงทะเบียนชื่อเข้าเรียนในเว็บแม่ข่าย หลังจากนั้นในส่วน Server ข้อมูลของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะติดต่อไปยังอุปกรณ์ที่เป็นตัวควบคุมระยะไกลเพื่อเชื่อมต่อสัญญาณให้อุปกรณ์จริงทำงาน แล้วส่งข้อมูลย้อนกลับมายังเว็บแม่ข่ายอีกครั้ง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจมาก เพราะสามารถเข้าใช้งานในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงในเวลาเดียวกันได้ครั้งละหลายคน โดยใช้ระยะเวลาสั้นเท่าใดก็ได้ซึ่งจะปราศจากข้อจำกัดด้านเวลา ตลอดจนผู้เรียนสามารถทำการฝึกปฏิบัติการ

ได้ในสภาพแวดล้อมที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น เพราะสามารถฝึกปฏิบัติการเวลาใด และสถานที่ใดก็ได้ตามความต้องการของตนเอง

กล่าวโดยสรุป จากงานวิจัยของนักวิชาการและนักการศึกษาทั้งในประเทศ และต่างประเทศที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวความคิดเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงได้ว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงนับว่าเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์รูปแบบใหม่ ที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะจำลองสถานการณ์และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ภายในห้องปฏิบัติการจริงมาไว้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้เรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งฝึกปฏิบัติการทำการทดลองต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์ภายในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงได้โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านระยะเวลา และสถานที่ นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์เข้าห้องทดลอง หรือค่าใช้จ่ายในส่วนที่ต้องซ่อมแซมอุปกรณ์ที่มีอยู่ตลอดจนห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไม่จำเป็นต้องมีผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการเหมือนห้องปฏิบัติการจริง อีกทั้งยังมีความสามารถรองรับนักเรียนได้ครั้งละจำนวนมาก อีกทั้งยังสามารถจะมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมได้ด้วยการฝึกทำการทดลองกับอุปกรณ์เสมือนจริงปฏิบัติเข้าไปมาที่รอบก็ได้ด้วยตนเองจนกว่าเข้าใจ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการจริง และห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้ดังนี้

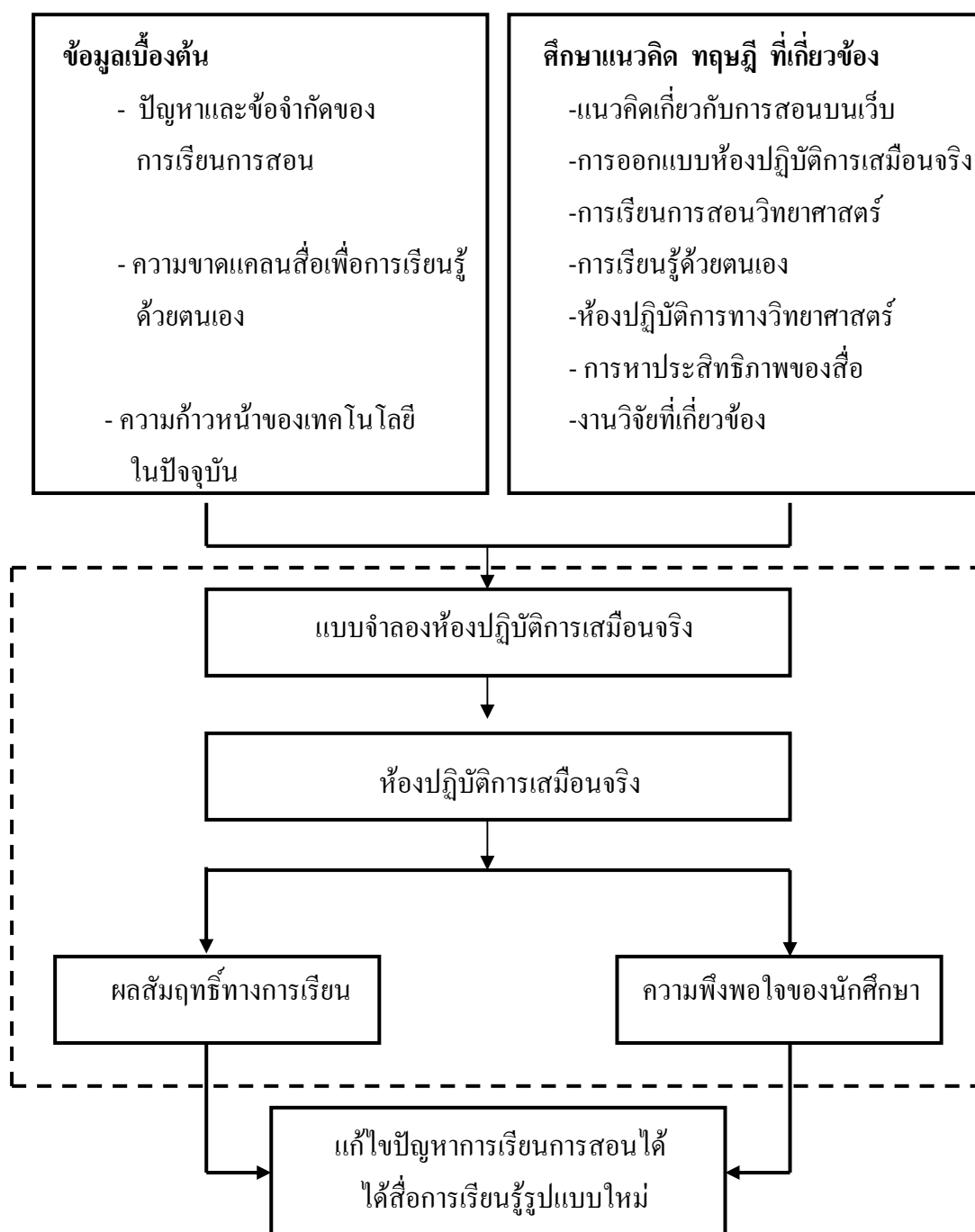
ตารางที่ 1 แสดงความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการจริง และห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ประเด็น	ห้องปฏิบัติการจริง	ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
การฝึกปฏิบัติทำการทดลอง	- ให้ข้อมูลที่เป็นจริง - ได้ฝึกปฏิบัติการทดลองโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์จริง	- สามารถให้ข้อมูลที่เป็นจริงได้ - โดยฝึกปฏิบัติการทดลองจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีความเสมือนจริง (Virtual Reality)
สถานที่เรียน และตารางเวลาการใช้ห้องปฏิบัติการ	- มีตารางเวลา และสถานที่เรียนที่ได้กำหนดไว้อย่างแน่นอน - ไม่สามารถยืดหยุ่นได้	- ผู้เรียนสามารถเข้าเรียนได้โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ - สามารถฝึกปฏิบัติเข้าไปมาได้จนกว่าจะเกิดความเข้าใจโดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง
การลงทุน	- มีการลงทุนสูงในการก่อสร้างอาคารสถานที่ มีค่าใช้จ่ายในด้านการบำรุงรักษา - ต้องมีผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ	- มีการลงทุนต่ำ เพราะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟฟิกในการสร้างห้องปฏิบัติการ - ไม่จำเป็นต้องมีผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาขั้นตอนทำการทดลองได้จาก Video Clips
การติดต่อสื่อสาร	- ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอนและเพื่อนภายในห้องปฏิบัติการจริง	- ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอนและเพื่อนได้จากเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น E-mail, Web board, Chat เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตาม การนำเอาห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมาใช้ในการเรียนการสอนสามารถเลือกใช้เป็นสื่อหลัก เพื่อใช้แทนห้องปฏิบัติการจริงทั้งหมด หรือเป็นการนำมาใช้ในลักษณะของสื่อเสริมที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่เข้าเรียนสายหรือขาดเรียนในคาบเรียนนั้น สามารถที่จะฝึกปฏิบัติ ทบทวนทำการทดลองเพิ่มเติมได้อยู่ตลอดเวลา ผู้นำไปใช้ควรพิจารณาจากจุดมุ่งหมายของการเรียน การสอน สภาพความพร้อมทั้งด้านผู้เรียน ผู้สอน และโครงสร้างพื้นฐานของในแต่ละสถาบัน การศึกษาในการจัดการเรียนการสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

กรอบแนวคิดและวิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะมีการศึกษาในกรอบแนวคิดต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนี้คือ



ภาพที่ 11 กรอบแนวคิดและวิธีการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในระดับมาก

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้ คือ

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การออกแบบและพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนจริงในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีวิธีการในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ในครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2550 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 662 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (วท. 181)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาฟิสิกส์ และ ฟิสิกส์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 60 คน เพื่อนำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างให้เรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยในการเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้สามารถควบคุมกลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการวิจัยดังนี้คือ

1. แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. แบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5. แบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6. แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การสร้างเครื่องมือวิจัย

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีรายละเอียดในการสร้างดังนี้คือ

1. แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

1.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1.1.1 ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งรูปแบบ และองค์ประกอบในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จากเอกสาร หนังสือ ตำรา ผลงานวิจัยต่าง ๆ และข้อมูลจากการสืบค้นในฐานข้อมูล รวมทั้งตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่มีการเผยแพร่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ คือ

- แนวคิดเกี่ยวกับการสอนบนเว็บ (Web – based Instruction) ได้แก่ แนวคิด, ความหมาย, คุณลักษณะสำคัญของเว็บซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน, เครื่องมือที่ใช้ในการสอนบนเว็บ, การนำการสอนบนเว็บมาใช้ในการเรียนการสอน, ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบการสอนบนเว็บ, ข้อดีของการสอนบนเว็บ, ปัญหาการพัฒนาการสอนบนเว็บ

- ข้อมูลเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง, รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง, ข้อควรคำนึงถึงและข้อจำกัดของการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง, งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- ทฤษฎีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์, การวิเคราะห์สภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการปฏิรูปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

- แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้แก่ ความหมายของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง, ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง, ลักษณะของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

- แนวคิดเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสำคัญของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์, การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ, ระเบียบห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน, เกณฑ์การประเมินผลวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน

- แนวคิดเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของสื่อ ได้แก่ ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงบทเรียนของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์, การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน, การประเมิน

1.1.2 นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้คือ

ก. วิเคราะห์องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจากเอกสาร และตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ได้มีผู้ทำการศึกษาและวิจัยไว้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 16 เรื่อง ดังนี้

1. Dong Yabo and Zhu Miaoliang. **“Infrastructure of Web-based VR-form Virtual Laboratory.”** (2001).
2. Christ Bouras, Dimitrios Psaltoulis, Christos Psaroudis and Thrasyvoulos Tsiatsos. **“An Educational Community Using Collaborative Virtual Environments.”** (2002).
3. Jiannong Cao, Alvin Chan, Weidong Cao and Cassidy Yeung. **“Virtual Programming Lab for Online Distance Learning.”** (2002).
4. Pramod K. Nayar. **“Virtual Worlds Culture and Politics in The Age of Cyber Technology.”** (2004).
5. Huan – Wen, Tzeng and Chin – Ming, Tien. **“Design of a virtual laboratory for teaching electric machinery.”** (2002).
6. F. Leung, T. Chau, T. Tang, and S. Liao **“A Virtual Laboratory for an Online Web-Based Course Rapid e-Business Systems Development.”** (2003).
7. Kawabata, S., Yamada, Y. and Sanekata, M. **“Virtual laboratory work of Physics.”** (2004).
8. Yu Lung Wu, Te Yi Chan, Bin Shyan Jong, Tsong Wu Lin and Yao Hui Liang. **“A Web-Based Dual Mode Virtual Laboratory Supporting Cooperative Learning.”** (2004).
9. Ferrero, A. and Piuri, V. **“A simulation tool for virtual laboratory experiments in a WWW environment.”** (1999).
10. Bernardo Wagner. **“From Computer – Based Teaching to Virtual Laboratories in Automatic Control.”** (1999).

11. Carl Steidly and Rafic Bachnak. **“Software and Hardware development for a virtual laboratory.”** (2005).
12. Matt Bower and Debbie Richards. **“The Impact of Virtual Classroom Laboratories in CSE.”** (2005).
13. Lee J Leitner and John W. Cane. **“A Virtual Laboratory Environment for Online IT Education.”** (2005).
14. Ronnie C.T. Cheung. **“Innovative Teaching through the Cyber University.”** (2002).
15. M. Couture. **“Realism in the design process and credibility of a simulation – based virtual Laboratory.”** (2004).
16. Dongil Shin, En Sup Yoon, Jin Park, and Euy Soo Lee. **“Web-based interactive virtual laboratory system for unit operations and process systems engineering education.”** (2000).

หลังจากนั้นเมื่อทำการวิเคราะห์แล้วจึงพบว่าองค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้คือ ส่วนนำเสนอเนื้อหา, ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้, และส่วนที่เป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (ภาคผนวก ก)

ข. วิเคราะห์การออกแบบลักษณะห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยทำการศึกษา และวิเคราะห์การออกแบบลักษณะห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจากตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ได้มีผู้สร้างไว้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจำนวน 10 เรื่อง ดังนี้

1. Blanc-Benon, Philippe. Goh, Ian. Herman, Cila. Leve, Marie-Helene. Karweit, Michael. Karweit, W. Alex. Warner, James W, 2005

2. Greg Bothun, 2005
3. Fu-Kwun Hwang, 2005
4. Walter Fendt, 2005
5. สำนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2549
6. Marc-Alain Steinemann. 2006
7. Jim Henry. 2006
8. Alain Drotz. 2006
9. Erik Neumann. 2006
10. Klaus Schilling. 2006

หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่าการออกแบบลักษณะห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ควรจะพิจารณาในเรื่อง การกำหนดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ในการทดลอง, การกำหนดการมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง, และการกำหนดผลป้อนกลับ (Feed Back) ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (ภาคผนวก ข)

1.1.3 สรุปและสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ, การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.1.4 นำแบบประเมิน แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ร่างไว้ไปให้ประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.1.5 นำแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว (ภาคผนวก ก) ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 5 ท่าน ทำการประเมิน

1.1.6 หลังจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 5 ท่าน ประเมินเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณด้วยวิธีการทางสถิติโดยการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ซึ่งเป็นการใช้ค่ากลางเพียงค่าเดียวบรรยายข้อมูลทั้งหมด (สุวิมล ติรภานันท์, 2546: 51) แต่เนื่องจากการใช้วิธีวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางมีวิธีการหลายวิธี ซึ่งการจะเลือกใช้วิธีการคำนวณแบบใดนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับการแจกแจงของข้อมูลและวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ที่สำคัญเพื่อให้ผลที่ออกมามีความเชื่อมั่นน่าเชื่อถือได้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540: 76) ซึ่ง พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ (2540: 121), สุรินทร์ นิยมางกูร (2548: 58) และบุญธรรม กิจปรีดาภิสุทธิ์ (2543: 51) กล่าวว่า การใช้วิธีวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางให้เหมาะสมกับข้อมูลมีข้อควรพิจารณาสำคัญ ดังนี้ คือ

ก. ระดับการวัดตัวแปร ถ้าข้อมูลเป็นข้อมูลแบบจัดอันดับ (Ordinal Scale) วิธีการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางที่เหมาะสม คือ มัธยฐาน (Median) หรือ ฐานนิยม (Mode)

ข. ลักษณะการแจกแจงข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่สมมาตร โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีเพียง 2-3 ค่า ที่มีค่าผิดปกติหรือแตกต่างไปจากค่าอื่นมาก ๆ ดังนั้นควรใช้มัธยฐาน (Median) ในการบรรยายตัวแทนของข้อมูล

ดังนั้น จากหลักการในการเลือกใช้วิธีการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางดังกล่าวเบื้องต้น ผู้วิจัยจึงใช้ค่ามัธยฐาน (Median) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์กลางค่าระดับไว้ที่ระดับ 4 โดยจะพิจารณาว่าข้อคำถามใดในแบบสอบถามมีค่ามัธยฐานตั้งแต่ระดับ 4 ขึ้นไป จึงจะนำมาพิจารณาเป็นส่วนประกอบและการออกแบบในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งผลสรุปการประเมินแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญสามารถสรุปเป็นประเด็น คือ

การวิเคราะห์องค์ประกอบในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่าควรมีองค์ประกอบ ดังนี้

ส่วนนำเสนอเนื้อหา

User's guide ประกอบด้วย คำชี้แจงวิธีการใช้บทเรียน, ขั้นตอนการเรียนรู้

Course Overview ประกอบด้วย ชื่อรายวิชาที่ต้องการเรียน, วัตถุประสงค์การเรียนรู้, เกณฑ์การให้คะแนน, กิจกรรมการเรียนรู้, และการประเมินผล

Contents ประกอบด้วย คำแนะนำการเรียนรู้, แสดงรายชื่อเนื้อหาการทดลอง, แจกแจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้, อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง, มีเสียงประกอบคำบรรยาย, เนื้อหาสามารถพิมพ์ออกมาใช้งานได้

Learner Profile ประกอบด้วย ชื่อ – นามสกุล, รหัสนักศึกษา, เบอร์โทรศัพท์, E-Mail, คะแนนสอบย่อย, ข้อมูลป้อนกลับจากผู้สอน, สถิติการเข้ามาใช้งาน

Instructor Profile ประกอบด้วย ชื่อ – นามสกุล, ตารางเวลาที่สามารถพบอาจารย์ผู้สอน, เบอร์โทรศัพท์, E-Mail

ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้

Communication ประกอบด้วย E-Mail, Web Board

Bulletin Board ประกอบด้วย ปฏิทินการเรียนรู้, ประกาศข่าวสำหรับนักศึกษา

Resources ประกอบด้วย เว็บไซต์ภาควิชาฟิสิกส์ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ, เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

Video Clips ประกอบด้วย คำชี้แจง, แนะนำการใช้อุปกรณ์, การดำเนินการทดลอง, บรรยายเนื้อหา, ผลการทดลอง

Experimental ประกอบด้วย คำชี้แจง, อุปกรณ์, วิธีดำเนินการทดลอง, มี Link ให้กลับไปศึกษาเนื้อหา

Experimental Report ประกอบด้วย คำชี้แจง, แบบบันทึกผลการทดลองของผู้เรียน, Link ส่งคำตอบไปยัง E-Mail ของผู้สอน

Exercise ประกอบด้วย คำชี้แจงแบบฝึกหัด, แบบฝึกหัดย่อย, แจกแจงคะแนนและคำตอบที่ถูกต้องทันที

Evaluation ประกอบด้วย คำชี้แจง, แบบทดสอบหลังเรียน, รายงานผลการเรียน

การวิเคราะห์การออกแบบในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่าควรมีการออกแบบ ดังนี้

การกำหนดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ในการทดลอง ควรมีลักษณะ มีการกำหนดค่าของตัวแปรในการทดลองโดยใช้วิธีป้อนค่าตัวเลขในช่องว่าง, มีปุ่ม Reset เพื่อกำหนดค่าตัวแปรใหม่, มีปุ่ม Start เพื่อเริ่มต้นการทดลอง, มีปุ่ม Stop เพื่อหยุดการทดลอง, มีปุ่ม Pause เพื่อหยุดภาพการทดลองชั่วคราว

การกำหนดการมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ควรมีลักษณะ เมื่อนำเมาส์ไปชี้ในตำแหน่งใด ๆ ที่สามารถแสดงความเชื่อมโยงไปตำแหน่งอื่นได้ เมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปมือ, เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่อุปกรณ์จะมีข้อความบอกชื่ออุปกรณ์ปรากฏขึ้น, เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่แถบเมนูจะมีข้อความบอกชื่อปุ่มต่าง ๆ, มีนาฬิกาจับเวลาขณะที่เข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง, เมื่อมีการป้อนค่าตัวแปรจะแสดงผลการเปลี่ยนแปลงภาพในการทดลองทันที

การกำหนด Feed back ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ควรมีลักษณะมีการขอข้อความแสดงขั้นตอนที่ถูกต้องปรากฏขึ้นเมื่อทำการทดลองผิดขั้นตอน, มีการแสดงข้อความชมเชยปรากฏขึ้นเมื่อทำการทดลองถูกขั้นตอน, มีหน้าต่างย่อยเมื่อต้องการดูเนื้อหาเพิ่มเติม และมีปุ่มปิดเมื่อดูเนื้อหาเสร็จ

1.2 ขั้นตอนการออกแบบ แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1.2.1 ออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และวางแผนการนำเสนอในรูปแบบของแผนภูมิสายงาน (Flow Chart) เพื่อแสดงการเชื่อมโยงบทเรียนในแต่ละส่วนที่แสดงถึงความสัมพันธ์และการดำเนินเรื่องการเรียนการสอน

1.2.2 เตรียมเนื้อหาวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (SC.181) ที่ได้ผ่านการประเมินหาค่าความสอดคล้องของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเรียบร้อยแล้ว (ภาคผนวก จ) มาใช้ในการเขียนสคริปต์ (Script) โดยเนื้อหาที่นำมาใช้ในการสร้างบทเรียนประกอบด้วยเนื้อหา จำนวน 5 เรื่อง ได้แก่

- บทที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- บทที่ 2 เรื่อง พลังงานและโมเมนตัม
- บทที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบขิมเปิลฮาร์โมนิก
- บทที่ 4 เรื่อง การสั่นพ้อง
- บทที่ 5 เรื่อง กฎของบอยล์

1.2.3 เขียนสคริปต์ (Script) ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อกำหนดรายละเอียดของเนื้อหา รูปภาพ กราฟิก และภาพเคลื่อนไหว ในการจัดสร้างบทเรียนในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.3 ขั้นตอนการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1.3.1 นำบทสคริปต์ที่ได้มาให้โปรแกรมเมอร์ทำการเขียนโปรแกรมสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (ภาคผนวก จ) โดยโปรแกรมที่ใช้จะประกอบด้วยสองส่วนคือ

- ส่วนแรกเป็นระบบบริหารการเรียนการสอน (Learning Management System :LMS) จะใช้ LMS ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยระบบบริหารการเรียนการสอนจะเป็นส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลในส่วน Login, Password, User's guide, Course Overview, Learner Profile, Instructor Profile, Bulletin Board, Resources, Data Based

- ส่วนที่สองจะเป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) จะใช้โปรแกรม 3D, Macromedia Flash, และ Java เป็นส่วนที่แสดงสถานการณ์จำลองภายในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งมีการแสดงเป็นภาพแบบสามมิติ โดยในส่วนที่เป็นแบบฝึกหัด โปรแกรมจะแสดงแบบฟอร์มสำหรับให้ผู้เรียนกรอกคำตอบ และแสดงคำตอบที่ถูกต้องให้ทราบ

1.4 ขั้นตอนการประเมินผลห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1.4.1 นำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตที่สร้างเสร็จแล้วไปจัดเก็บไว้ในเครื่องบริการแม่ข่าย (Server) และให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ง) ประเมินความเหมาะสม (ภาคผนวก จ)

1.4.2 ผู้วิจัยได้นำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปทำการทดสอบหาประสิทธิภาพ โดย

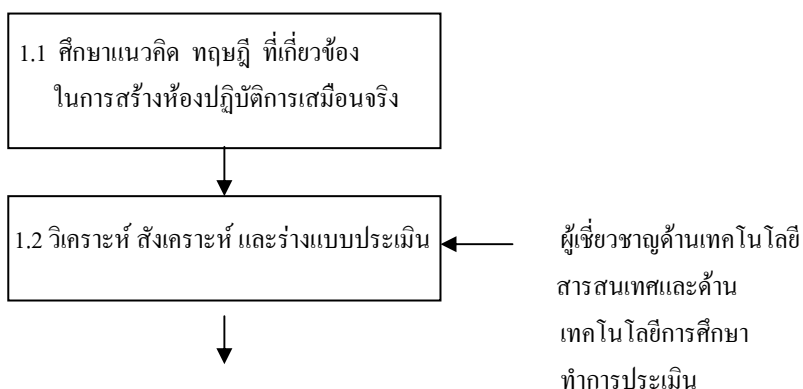
ก. ทำการทดสอบครั้งที่ 1 กับนักศึกษาจำนวน 3 คน จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยการทดสอบครั้งที่ 1 มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่สร้างขึ้นโดยประเมินผลจากการสังเกต และสัมภาษณ์ความคิดเห็นนักศึกษาในเรื่องปัญหา หรือข้อสงสัยในขณะทำการฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เช่น ความชัดเจนของตัวอักษร รูปภาพ Video Clips ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ตลอดจนความเข้าใจในเรื่องของภาษาที่ใช้ในบทเรียน แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ ถูกต้อง เหมาะสมมากยิ่งขึ้นเพื่อสำหรับใช้ทดลองในขั้นต่อไป

ข. ทำการทดสอบครั้งที่ 2 กับนักศึกษากลุ่มเล็ก โดยเป็นการทดสอบกับนักศึกษาที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน จากคณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยการทดสอบครั้งที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงตามที่ได้แก้ไขข้อบกพร่องจากการทดสอบหาประสิทธิภาพ ขั้นหนึ่งต่อหนึ่งแล้ว โดยให้นักศึกษา ทำการศึกษาจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงในแต่ละเนื้อหาแล้วให้ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเพื่อนำผลมาหาประสิทธิภาพ (E_1) และเมื่อนักศึกษาได้ศึกษาครบในทุกรายแล้วจะให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อนำผลมาหาประสิทธิภาพ (E_2) โดยได้ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพขั้นกลุ่มเล็ก E_1/E_2 คือ 77.86/76.76 (ภาคผนวก ข) แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

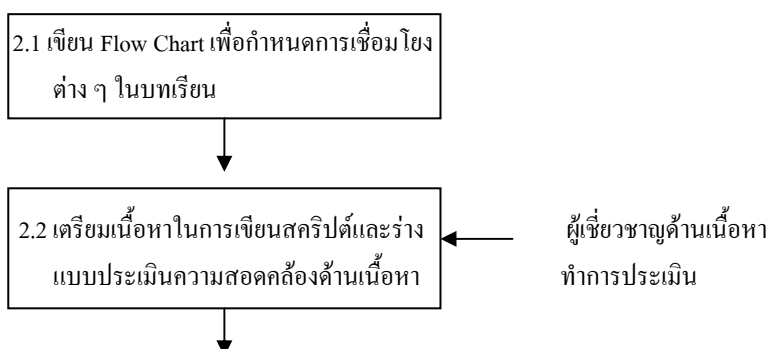
ค. ทำการทดสอบครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้นำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหา

ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นโดยให้นักศึกษาจะได้ศึกษากับบทเรียนซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 5 เรื่อง (ภาคผนวก จ) และหลังจากที่นักศึกษาทำการศึกษาจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงในแต่ละเนื้อหาแล้วจะได้ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเพื่อนำผลมาหาประสิทธิภาพ (E_1) หลังจากนั้นนักศึกษาได้ศึกษาครบในทุกเนื้อหาแล้วจะให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อนำผลมาหาประสิทธิภาพ (E_2) โดยได้ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง E_1/E_2 คือ 79.66 / 77.85 (ภาคผนวก ข) ซึ่งอยู่สูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัย กำหนดไว้ คือ 70/70

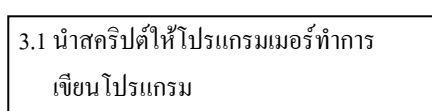
1. ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง



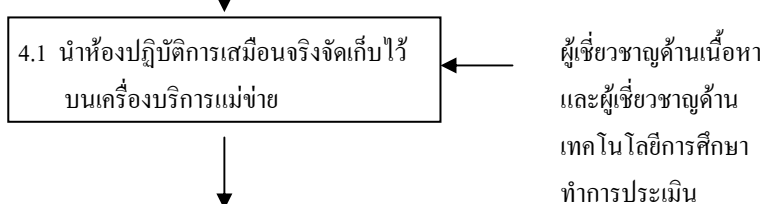
2. ขั้นตอนการออกแบบ แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง



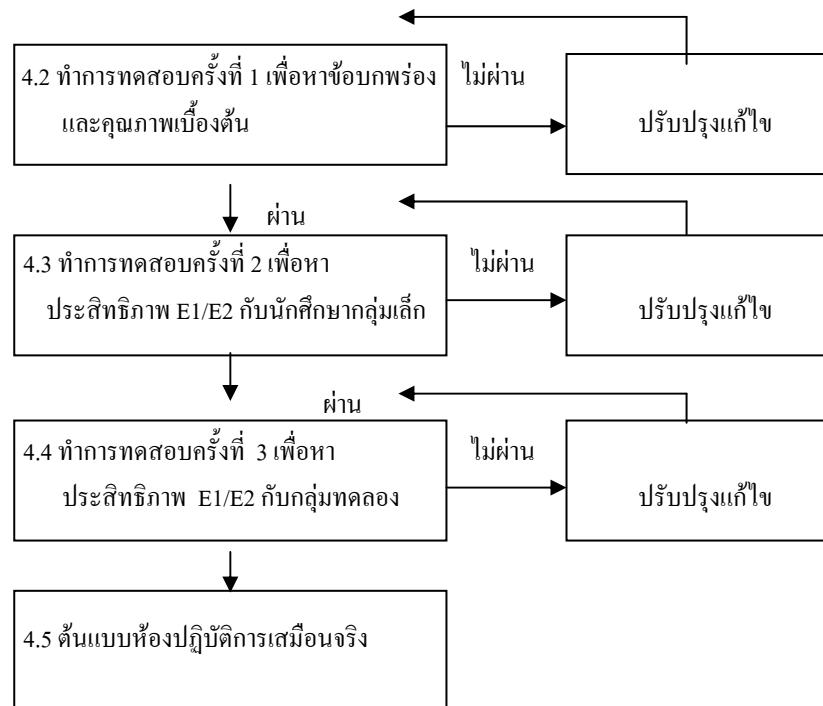
3. ขั้นตอนการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง



4. ขั้นตอนการประเมินผล



ภาพที่ 12 แสดงขั้นตอนการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 12 (ต่อ)

2. แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นแบบประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ที่มีต่อแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ขึ้นมา โดยมีวิธีการสร้างดังนี้

2.1 ขั้นตอนการสร้าง แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.1.1 ศึกษาประเด็นหัวข้อคำถามที่จะนำมาสร้างเป็นแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากผลการสรุปและการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ, การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และจากผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบและการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยประเด็นที่นำมาสร้างเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่

- ส่วนนำเสนอเนื้อหา
- ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้
- ส่วนที่เป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

ส่วนประเด็นที่นำมาสร้างเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์การออกแบบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่

- การกำหนดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ในการทดลอง
- การกำหนดการมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
- การกำหนด Feed back ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

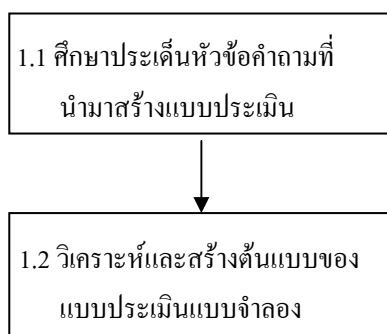
1.1.2 หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์มาสร้างเป็นต้นแบบของแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.2 ขั้นตอนการประเมินผล แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

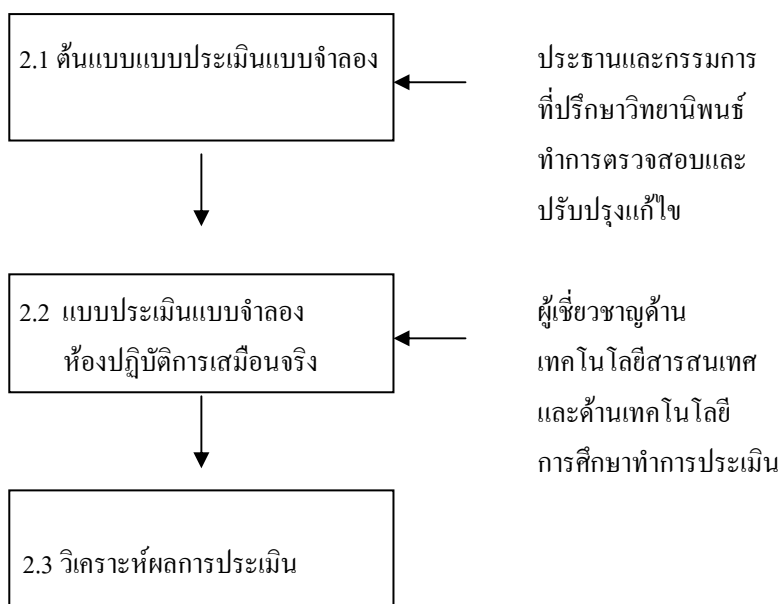
2.2.1 นำต้นแบบของแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ร่างไว้ ไปให้ประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทำการตรวจสอบและทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.2.2 ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว (ภาคผนวก ค) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา (ภาคผนวก ง) ทำการประเมินเพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่อไป

1. ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินแบบจำลอง



2. ขั้นตอนการประเมินผลแบบประเมินแบบจำลอง



ภาพที่ 13 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมิน แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

3. แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นแบบประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งวัดคุณภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา ทำการประเมินก่อนที่จะนำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไปทดสอบหาประสิทธิภาพ ซึ่งมีวิธีการสร้างดังนี้

3.1 ขั้นตอนการสร้าง แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.1.1 ศึกษาประเด็นหัวข้อคำถามที่จะนำมาสร้างเป็นแบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเลือกประเด็นข้อคำถามมาจากแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมี 8 ประเด็น ดังนี้คือ

1. ด้านการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน
2. ด้านความเหมาะสมของตัวอักษร
3. ด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหา
4. ด้านความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว (Video Clips)
5. ด้านความเหมาะสมในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในบทเรียน
6. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน
7. ด้านแบบฝึกหัด
8. ด้านความเสมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการ

3.2 ขั้นตอนการประเมินผล แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

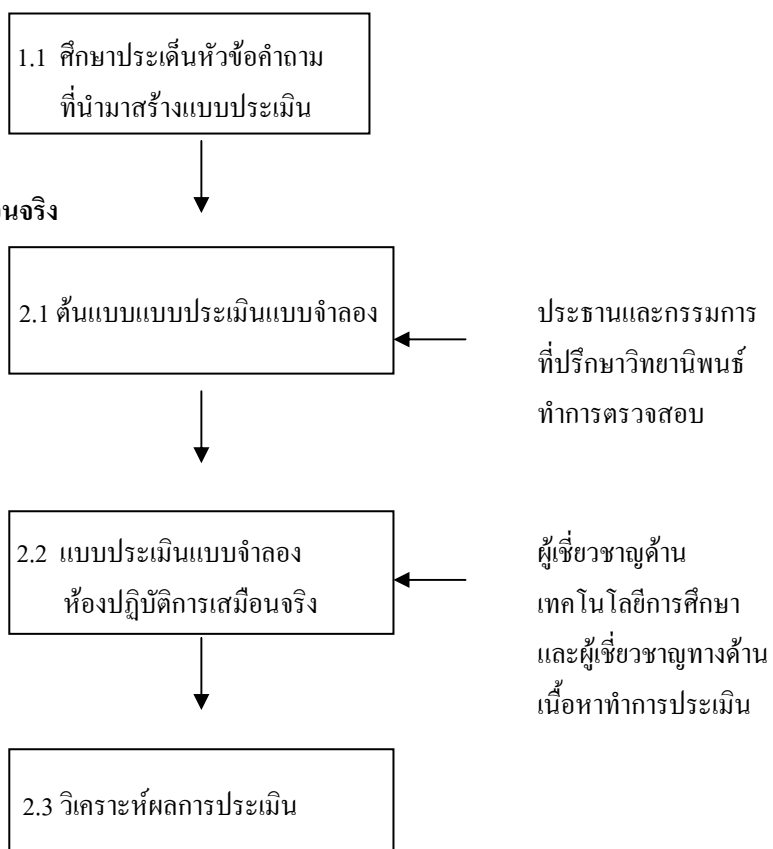
3.2.1 นำต้นแบบของแบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ร่างไว้ ไปให้ประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทำการตรวจสอบและทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.2.2 ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว (ภาคผนวก ฉ) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา (ภาคผนวก ง) จำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินเพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงห้องปฏิบัติการเสมือนจริงต่อไป ซึ่งผลการประเมินพบว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก และในภาพรวมผลการประเมินอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.83 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 (ภาคผนวก จ)

1. ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

2. ขั้นตอนการประเมินผล

แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริง



ภาพที่ 14 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน
ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

4. แบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้น เป็นแบบประเมินที่ต้องการทราบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา เพื่อทำการประเมินว่าเนื้อหาและภาพประกอบที่นำมาใช้ บทเรียน มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยมีวิธีการสร้างแบบประเมินดังนี้

4.1 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหา

4.1.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 จากตำรา และเอกสารการสอน โดยเนื้อหาทั้งหมดมีจำนวน 10 เรื่อง แต่ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาที่นำมาใช้ในการทดลองครั้ง โดยพิจารณาเลือกจากเนื้อหาที่มีจำนวนนักศึกษาสอบไม่ผ่าน เกณฑ์มากที่สุดจำนวน 5 เรื่อง ได้แก่

- บทที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- บทที่ 2 เรื่อง พลังงานและโมเมนตัม
- บทที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก
- บทที่ 4 เรื่อง การสั่นพ้อง
- บทที่ 5 เรื่อง กฎของบอยล์

4.1.2 ทำการสังเคราะห์เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองทั้ง 5 เรื่อง จากตำรา และเอกสารการสอนหลังจากนั้นจึงจัดทำเป็นร่างแบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วนำไปให้ประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องในด้านการสร้างแบบประเมิน

แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยแบบประเมินที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณานั้นจะเป็นการพิจารณาในประเด็นที่เกี่ยวกับเนื้อหา และภาพประกอบที่ใช้ในบทเรียนว่าตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

4.2 ขั้นตอนการประเมินผลแบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหา

4.2.1 นำแบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หรือเอก และมีประสบการณ์เป็นผู้สอน หรือผู้วิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ง.) พิจารณาว่าเนื้อหาในแต่ละเรื่องสามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยใช้วิธีของ โรวินELLI (Rovinelli) และ แฮมเบิลตัน (R.K. Hambleton) โดยมีการให้คะแนนข้อคำถามในแต่ละข้อดังนี้คือ

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้จริง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

หลังจากนั้นจึงนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC)

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

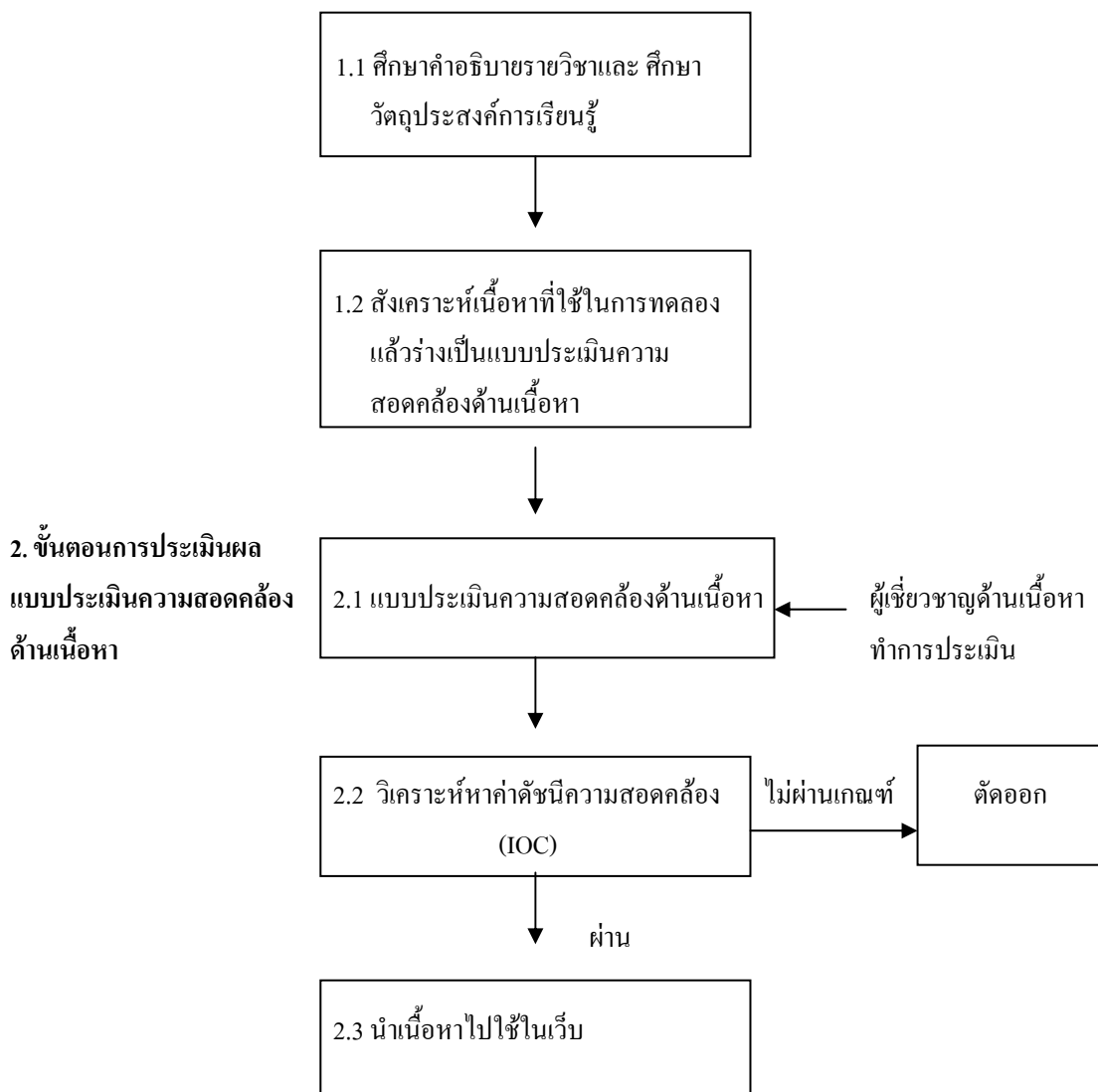
เมื่อ	IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้อง มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
	$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ หรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามข้อนั้นมีความเที่ยง สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์

หากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามข้อนั้นต้องตัดทิ้ง เพราะไม่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์

ซึ่งผลจากการพิจารณาความสอดคล้องทางด้านเนื้อหาวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 ของผู้เชี่ยวชาญพบว่า ผลการประเมินในทุกข้อคำถามมีความเหมาะสม (ภาคผนวก ญ)

1. ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหา



ภาพที่ 15 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับนักศึกษา
ด้านวิทยาศาสตร์

5. แบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อมั่งวัดความรู้ของผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจบเรียบร้อยแล้วโดยมีวิธีการสร้างดังนี้

5.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบหลังเรียน

5.1.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 จากตำรา และเอกสารการสอน โดยเนื้อหาทั้งหมดมีจำนวน 10 เรื่อง แต่ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งโดยพิจารณาเลือกจากเนื้อหาที่มีจำนวนนักศึกษาสอบไม่ผ่านเกณฑ์มากที่สุดจำนวน 5 เรื่อง ได้แก่

- บทที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- บทที่ 2 เรื่อง พลังงานและโมเมนตัม
- บทที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก
- บทที่ 4 เรื่อง การสั่นพ้อง
- บทที่ 5 เรื่อง กฎของบอยล์

5.1.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์กับเนื้อหาวิชาของรายวิชานั้น ๆ โดยตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะวิเคราะห์ว่าแบบทดสอบหลังเรียนที่สร้างขึ้นสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา (content validity) มีความเที่ยงตรงตามหลักสูตร (curricular validity) และเที่ยงตรงตามความมุ่งหมาย (validity by definition) ซึ่งประเด็นเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการสร้างแบบทดสอบ (ไพศาล

หวังพานิช, 2523; กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์, 2536; ล้วน และ อังคณา สายยศ, 2539; ภัทรา นิคมานนท์, 2540) ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หลักสูตรโดยวัดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom) 6 ระดับ ได้แก่ ระดับความรู้ ความจำ (Knowledge) จำนวน 26 ข้อ, ระดับความเข้าใจ (Comprehension) จำนวน 16 ข้อ, ระดับการนำไปใช้ (Application) จำนวน 14 ข้อ, ระดับการวิเคราะห์ (Analysis) จำนวน 14 ข้อ, โดยไม่มีจำนวนข้อสอบที่วัดในระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) , และระดับประเมินค่า (Evaluation) (ภาคผนวก ก)

5.1.3 สร้างแบบทดสอบหลังเรียน โดยเป็นแบบทดสอบชนิดปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก ข้อสอบแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยสร้างให้ครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์ และเนื้อหาการเรียนรู้ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการข้อสอบจำนวน 35 ข้อ แต่ในเบื้องต้นได้สร้างข้อสอบมากกว่าที่ต้องการจริง 100% คิดเป็นจำนวน 70 ข้อ ซึ่ง บุญชม ศรีสะอาด (2535) ได้เสนอแนะว่าการออกข้อสอบควรมีมากกว่าที่ต้องการจริงไม่ต่ำกว่า 25% เนื่องจากเมื่อนำข้อสอบไปทดลองใช้และวิเคราะห์คุณภาพรายข้อแล้ว จะมีข้อสอบที่ไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ ที่ต้องตัดทิ้งไปส่วนหนึ่ง

5.2 ขั้นตอนการประเมินผลแบบทดสอบหลังเรียน

5.2.1 นำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 70 ข้อ ให้ประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบในด้านการสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5.2.2 นำแบบทดสอบหลังเรียน ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หรือเอก และมีประสบการณ์เป็นผู้สอน หรือผู้วิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ง.) พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยใช้วิธีของ โรวินेलลี (Rovinelli) และ แฮมเบิลตัน (R.K. Hambleton) โดยมีการให้คะแนนข้อสอบในแต่ละข้อดังนี้คือ

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้จริง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

หลังจากนั้นจึงนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC)

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

เมื่อ	IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้อง มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
	$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากค่า IOC มีค่าเท่ากับ หรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความเที่ยง สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์

หากค่า IOC มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นต้องตัดทิ้ง เพราะไม่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์หาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 5 เรื่อง จำนวนเรื่องละ 14 ข้อ รวมทั้งสิ้น จำนวน 70 ข้อ สรุปได้ดังนี้ (ภาคผนวก ก)

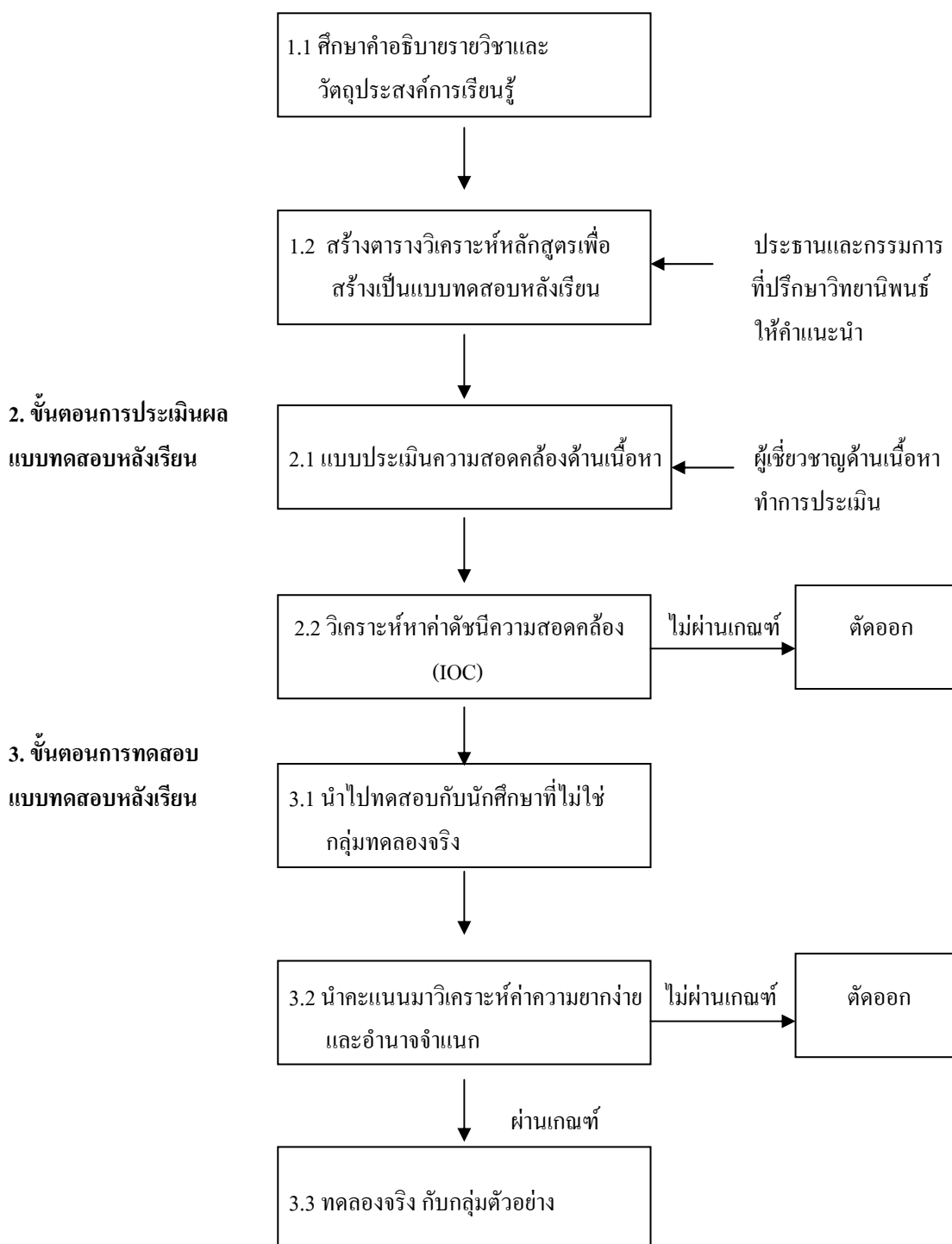
- เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อสอบมีความเหมาะสม 11 ข้อ ไม่เหมาะสม 3 ข้อ
- เรื่อง พลังงานและโมเมนตัม ข้อสอบมีความเหมาะสม 10 ข้อ ไม่เหมาะสม 4 ข้อ
- เรื่อง การเคลื่อนที่แบบซึมเปิลฮาร์มอนิก ข้อสอบมีความเหมาะสม 10 ข้อ ไม่เหมาะสม 4 ข้อ
- เรื่อง การสั่นพ้อง ข้อสอบมีความเหมาะสม 13 ข้อ ไม่เหมาะสม 1 ข้อ

- เรื่อง กฎของบอยล์ ข้อสอบมีความเหมาะสม 14 ข้อ ไม่มีข้อที่ไม่เหมาะสม

5.3 ขั้นตอนการทดสอบ แบบทดสอบหลังเรียน

5.3.1 นำแบบทดสอบหลังเรียน ที่ได้หาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหาเรียบร้อยแล้วไปทดสอบหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) กับนักศึกษาที่เคยศึกษาเนื้อหาในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 ทั้ง 5 เนื้อหามาแล้ว ซึ่งกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบได้แก่นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยแบบทดสอบหลังเรียนที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป

1. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ 16 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6. แบบสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นแบบสำรวจที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งวัดความพึงพอใจของนักศึกษา หลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจบเรียบร้อยแล้ว โดยมีวิธีการสร้างดังนี้

6.1 ขั้นตอนการสร้างแบบสำรวจความพึงพอใจ

6.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา ที่เกี่ยวข้องกับการวัดระดับความพึงพอใจของนักศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสำรวจความพึงพอใจ

6.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตลอดจนการกำหนดประเด็นหัวข้อคำถามที่จะสร้างแบบสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ โดยประเด็นข้อคำถามในการศึกษาความพึงพอใจ มี 5 หัวข้อดังนี้

1. ด้านรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน
2. ด้านความเหมาะสมของตัวอักษร
3. ด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหาและภาพเคลื่อนไหว
4. ด้านการเชื่อมโยง และมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลภายในบทเรียน
5. ด้านความเสมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการ

6.1.3 สร้างแบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะการตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต โดยข้อคำถามแต่ละข้อจะมีเกณฑ์การให้คะแนนคำถาม ดังนี้คือ

ระดับความพึงพอใจมากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	5
ระดับความพึงพอใจมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	4
ระดับความพึงพอใจปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	3
ระดับความพึงพอใจน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	2
ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	1

6.2 ขั้นตอนการประเมินผลแบบสำรวจความพึงพอใจ

6.2.1 นำต้นแบบของแบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ร่างไว้ ไปให้ประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ (ภาคผนวก ฐ)

6.2.2 นำแบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปทำการทดสอบกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินหาคุณภาพและความเหมาะสมของการใช้ภาษา และข้อคำถามในแบบสำรวจความพึงพอใจ

6.3 ขั้นตอนการทดสอบแบบสำรวจความพึงพอใจ

6.3.1 นำแบบสำรวจความพึงพอใจ ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยรายข้อ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 2.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

จากการทดลอง พบว่าในภาพรวมนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อ
ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์
ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78

1. ขั้นตอนการสร้างแบบสำรวจความพึงพอใจ

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง
กับการวัดระดับความพึงพอใจ



1.2 กำหนดประเด็นหัวข้อคำถาม



2. ขั้นตอนการประเมินผลแบบสำรวจความพึงพอใจ

2.1 สร้างแบบสำรวจความพึงพอใจ

ประธานและกรรมการ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ทำการตรวจสอบ



2.2 ปรับปรุงแก้ไข



2.3 แบบสำรวจความพึงพอใจ



3. ขั้นตอนการทดสอบแบบสำรวจความพึงพอใจ

3.1 ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



3.2 วิเคราะห์ผลการประเมิน

ภาพที่ 17 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสำรวจความพึงพอใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยได้มีวิธีการในการดำเนินการดังนี้คือ

1. แนะนำและชี้แจงวิธีการเรียนจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวันที่ 20 สิงหาคม 2550 เพื่อให้กลุ่มทดลองได้ทราบถึงวิธีการเรียนและการทำงานในเมนูต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ให้ในบทเรียน
2. ทำการทดลองการเรียนการสอน โดยให้นักศึกษาเรียนจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ระหว่างวันที่ 20 สิงหาคม 2550 ถึงวันที่ 17 กันยายน 2550 โดยวิชาที่ทำการสอน คือวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (วท. 181) จำนวน 5 เรื่อง จากเนื้อหาทั้งหมด จำนวน 10 เรื่อง โดยผู้วิจัยพิจารณาเลือกจากเนื้อหาที่มีจำนวนนักศึกษาสอบไม่ผ่านเกณฑ์มากที่สุดจำนวน 5 เรื่อง ได้แก่
 - บทที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
 - บทที่ 2 เรื่อง พลังงานและโมเมนตัม
 - บทที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก
 - บทที่ 4 เรื่อง การสั่นพ้อง
 - บทที่ 5 เรื่อง กฎของบอยล์

เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาจบในแต่ละเนื้อหาแล้วได้ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเพื่อนำผลมาหาประสิทธิภาพ (E_1) และหลังจากได้ศึกษาครบในทุกเนื้อหาแล้วได้ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อนำผลมาหาประสิทธิภาพ (E_2) โดยได้ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง E_1/E_2 คือ 79.66 / 77.85 ซึ่งอยู่สูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ คือ 70/70

3. เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาจนครบทุกบทเรียนแล้ว นักศึกษาจะได้ทำแบบสำรวจความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจากการทดลอง พบว่าในภาพรวมนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้มีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้คือ

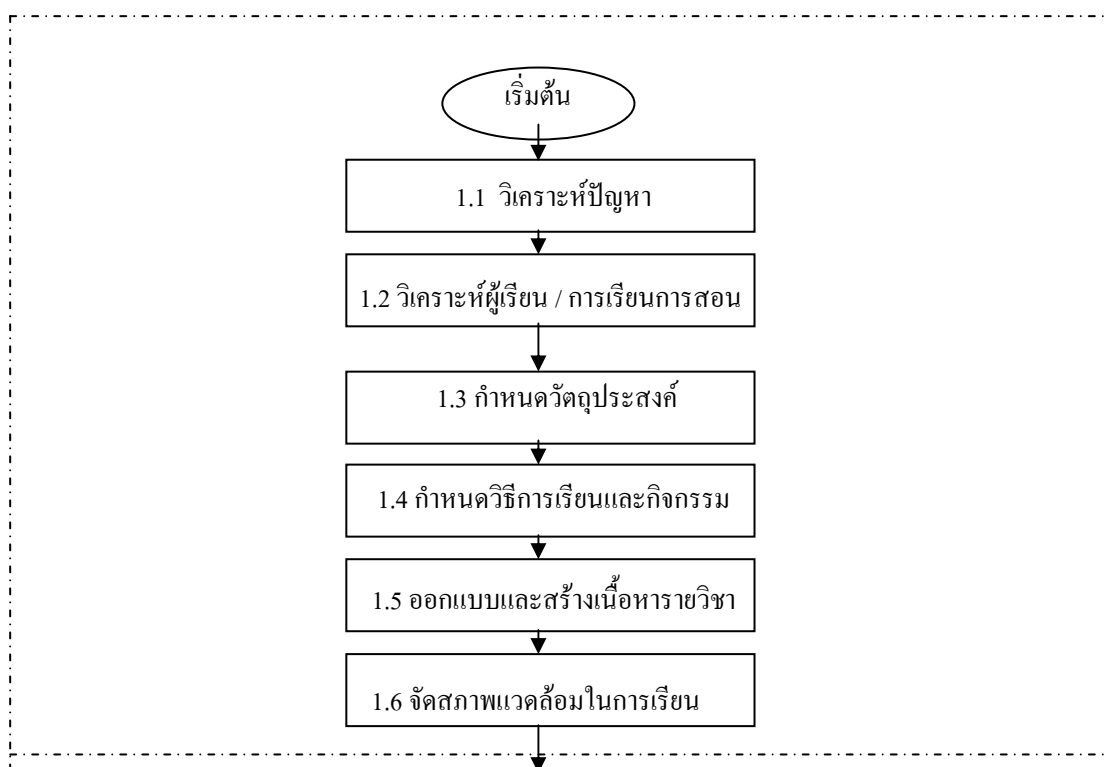
ขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งรูปแบบ และองค์ประกอบในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จากเอกสาร หนังสือ ตำรา ผลงานวิจัยต่าง ๆ และข้อมูลจากการสืบค้นในฐานข้อมูล รวมทั้งตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่มีการเผยแพร่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่ามีองค์ประกอบใดบ้างที่เหมือนกัน แล้วจึงสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ, การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วนำผลที่ได้มาประเมินว่าส่วนใดบ้างที่จะใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งได้ผลของแบบจำลองในรูปแบบของแผนภูมิสายงาน (Flow Chart) ดังนี้

แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วน INPUT, PROCESS, และ OUTPUT โดยแต่ละส่วนจะมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน ดังนี้

**แบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์**

1. ส่วน INPUT



ภาพที่ 18 แสดงขั้นตอนในส่วน INPUT ของแบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ส่วน INPUT

การสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เริ่มดำเนินการในขั้น INPUT ดังนี้คือ

1.1 วิเคราะห์ปัญหา

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ปัญหาจากสถาบันการศึกษาที่ได้สังกัดอยู่ พบว่ามีนักศึกษาจำนวนมากที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนยังไม่สามารถบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน / การเรียนการสอน

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาแล้วพบว่าจะพิจารณาได้ในแต่ละด้านดังนี้

- ปัญหาทางด้านผู้เรียน

การเรียนในระดับอุดมศึกษามีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงทำให้นักศึกษาบางคนไม่สามารถที่จะปรับตัวเพื่อรับกับระบบ และวิธีการเรียนในระดับอุดมศึกษาที่จะต้องมีการศึกษา ค้นคว้า ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น และหากนักศึกษามีความรู้พื้นฐานวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์มาอย่างไม่เพียงพอแล้ว ก็จะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ผลการเรียนตกต่ำได้ เพราะเนื้อหาวิชาทางด้านฟิสิกส์จะเป็นวิชาที่ซับซ้อน และการสอนในวิชานี้จะพบปัญหาค่อนข้างมากคือ ไม่สามารถที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในวิชาฟิสิกส์ได้ ประกอบกับทางคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไม่ได้มีการผลิตสื่อเพื่อใช้ในการเสริมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเกิดความคิดรวบยอด และความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้

- ปัญหาทางด้านการเรียนการสอน

การเรียนในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ การฝึกปฏิบัตินั้นจะมีการจัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านสถานที่ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งการเรียนในแต่ละครั้งจะต้องมีผู้ควบคุมการฝึกปฏิบัติการทั้งหมด 10 คน โดยนักศึกษาที่ขาดเรียน และนักศึกษาที่เข้าเรียนแต่ไม่เข้าใจเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติการในคาบเรียนนั้น จะไม่มีโอกาสในการฝึกทบทวนในเนื้อหานั้น ๆ ได้อีก หากจะมีการสร้างห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้นจะต้องมีการใช้งบประมาณในการลงทุนมาก เพราะราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะมีราคาสูง

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์

หลังจากทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาแล้วผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อต้องการที่จะบูรณาการกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมดของห้องปฏิบัติการจริงมาสร้างเป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อให้เป็นจุดเริ่มต้นและเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกของรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ของการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความเปลี่ยนไปจากรูปแบบเดิม โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
3. ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.4 กำหนดวิธีการเรียนและกิจกรรม

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการเรียนและกิจกรรมต่าง ๆ โดยทำการศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจากเอกสาร และตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ได้มีผู้ทำการศึกษาและวิจัยไว้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.5 ออกแบบและสร้างเนื้อหาวิชา

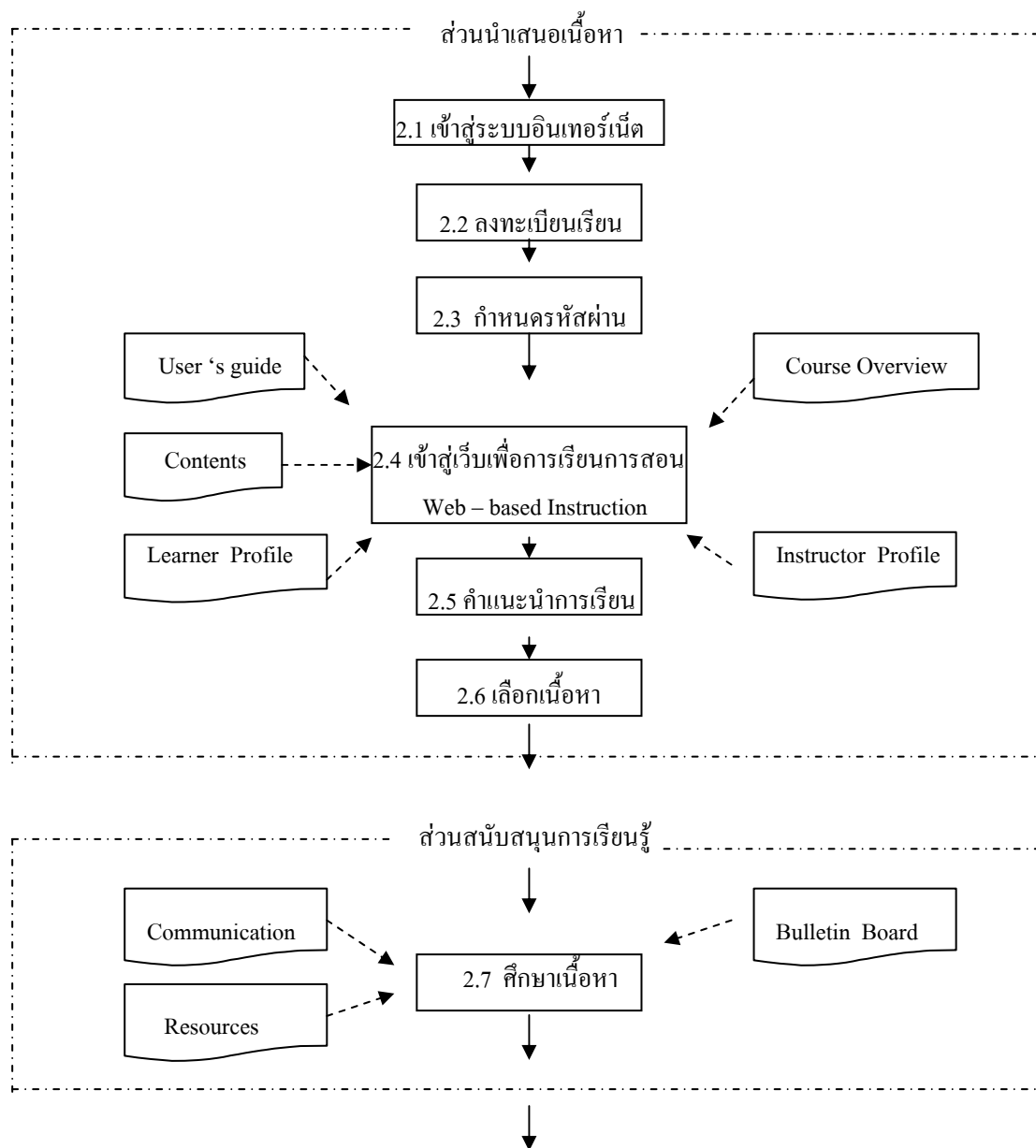
หลังจากนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ว่ามีองค์ประกอบใดบ้างที่เหมือนกันแล้วจึงทำการสังเคราะห์สร้างเป็นแบบประเมินเพื่อสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างเป็นแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตโดยเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลองจะเป็นเนื้อหาวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ จำนวน 5 เรื่อง คือ

- กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- พลังงานและโมเมนตัม
- การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก
- กฎของบอยล์
- การสั่นพ้อง

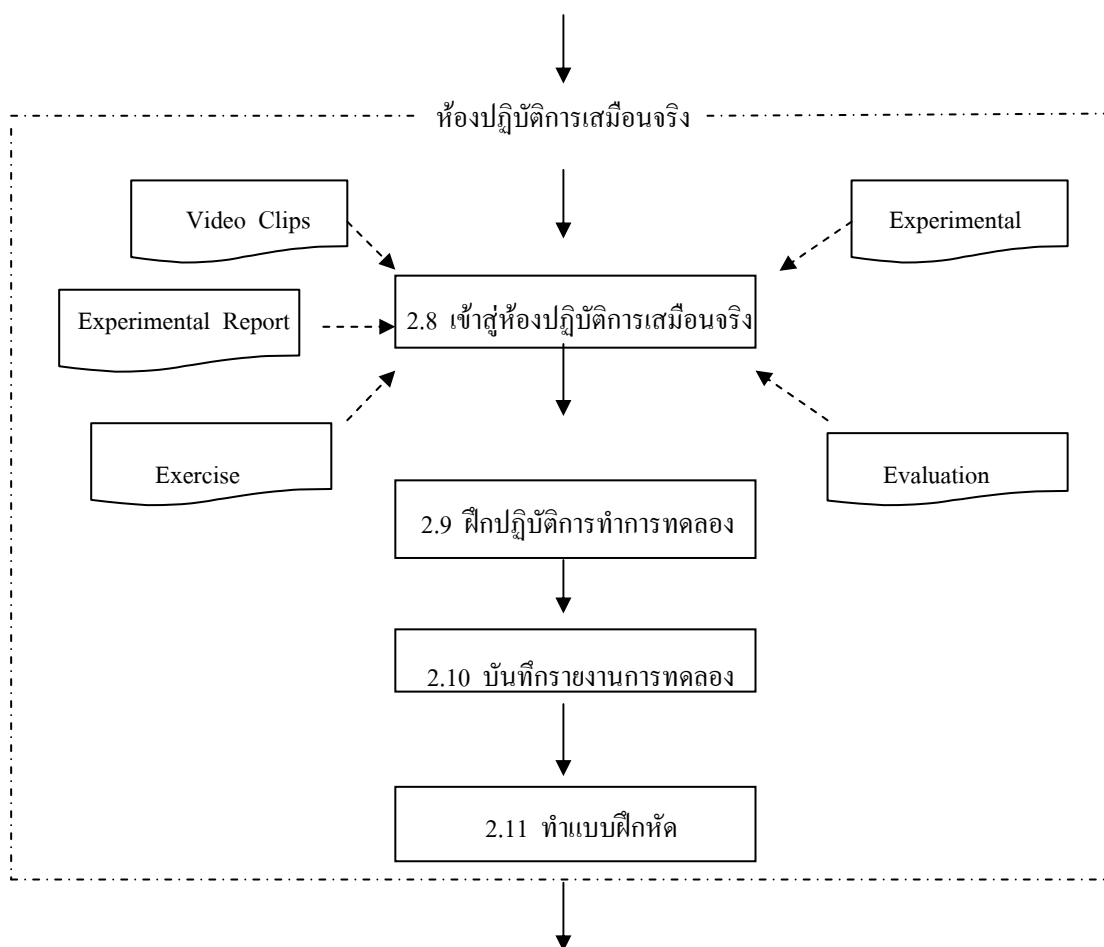
1.6 จัดสภาพแวดล้อมในการเรียน

การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ทั้งในด้านการประกอบ และการออกแบบลักษณะห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ได้จัดตามผลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2. ส่วน PROCESS



ภาพที่ 19 แสดงขั้นตอนในส่วน PROCESS ของแบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 19 (ต่อ)

ส่วน PROCESS

การสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เริ่มดำเนินการในขั้น PROCESS ดังนี้คือ

2.1 เข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต

ผู้เรียนเข้าสู่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.2 ลงทะเบียนเรียน

หลังจากที่ผู้เรียนเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต ระบบจะกำหนดให้ลงทะเบียนเรียน โดยกรอกข้อมูลเกี่ยวกับประวัติส่วนตัวของผู้เรียน

2.3 กำหนดรหัสผ่าน

หลังจากนั้นผู้เรียนจะกำหนดชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน เพื่อใช้ในการเข้าสู่การเรียนจากเว็บเพื่อการเรียนการสอน (Web – based Instruction) ทุกครั้ง

2.4 เข้าสู่เว็บเพื่อการเรียนการสอน (Web – based Instruction)

เมื่อผู้เรียนเข้าสู่ เว็บเพื่อการเรียนการสอน (Web – based Instruction) จะพบองค์ประกอบในส่วนที่เป็นคำแนะนำผู้เรียนในการเรียน (User's guide), ภาพรวมโครงสร้างของรายวิชา (Course Overview), เนื้อหาการเรียน (Contents), ประวัติผู้เรียน (Learner Profile), ข้อมูลส่วนตัวของผู้สอน (Instructor Profile)

2.5 คำแนะนำการเรียน

ผู้เรียนต้องศึกษาคำแนะนำการเรียนเป็นลำดับแรกของการเรียน ซึ่งจะมีการชี้แจงถึงวิธีการใช้บทเรียน ขั้นตอนการเรียน และคำอธิบายลักษณะปุ่มการใช้งานต่าง ๆ

2.6 เลือกเนื้อหา

เมื่อผู้เรียนได้ทำการศึกษาคำแนะนำการเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นจึงเลือกศึกษาเนื้อหาที่ต้องการเป็นลำดับต่อไป

2.7 ศึกษาเนื้อหา

ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนในเนื้อหาที่จะศึกษา จะได้พบกับส่วนสนับสนุนการเรียนรู้ที่บทเรียนได้จัดเตรียมไว้ให้คือ ผู้เรียนสามารถติดต่อกับผู้เรียนคนอื่นหรือผู้สอนผ่านทาง Communication นอกจากนี้ผู้เรียนและผู้สอนยังสามารถประกาศข่าวสารต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนผ่านทาง Bulletin Board ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาอื่น ๆ เพิ่มเติมจาก Resources ที่กำหนดไว้

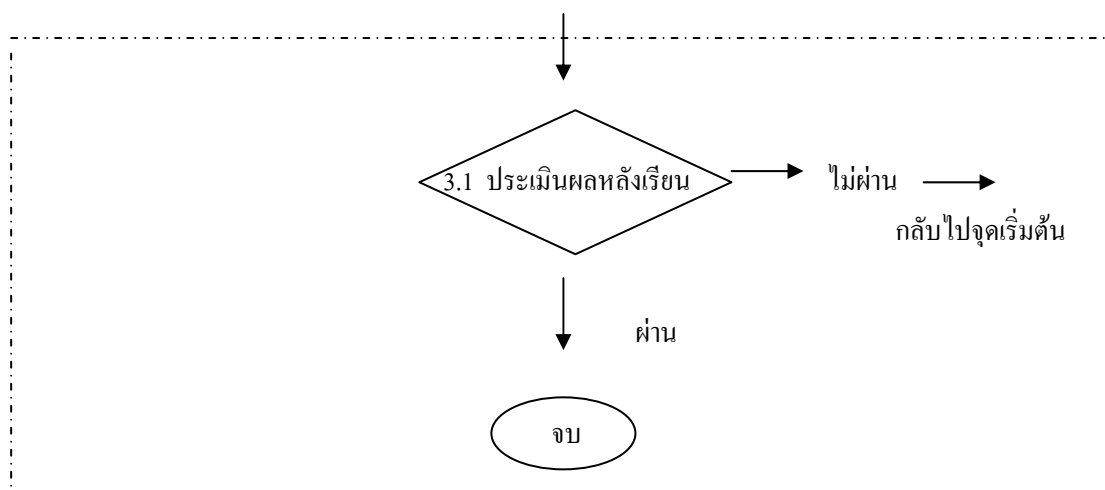
2.8 เข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

หลังจากศึกษาเนื้อหาจนจบแล้ว ผู้เรียนจะฝึกปฏิบัติการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งจะพบองค์ประกอบในส่วนที่เป็น Video Clips, Experimental , Experimental Report, Exercise, และ Evaluation โดยในขั้นตอนแรก ผู้เรียนสามารถศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ได้จาก Video Clips ที่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงได้จัดเตรียมไว้ให้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติการจริง

2.9 ฝึกปฏิบัติทำการทดลอง

หลังจากที่ได้ศึกษาขั้นตอนทำการทดลองต่าง ๆ จาก Video Clips แล้วผู้เรียนจะได้ฝึกปฏิบัติทำการทดลองในส่วนที่เป็น Experimental เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วผู้เรียนต้องทำการบันทึกรายงานผลการทดลองในส่วน Experimental Report เพื่อส่งผลไปให้ผู้สอนได้ตรวจสอบระดับความรู้ของผู้เรียน หลังจากนั้นจะได้ฝึกทำแบบฝึกหัดในส่วน Exercise ก่อนที่จะเข้าสู่ส่วน Evaluation เพื่อประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

3. ส่วน OUT PUT



ภาพที่ 20 แสดงขั้นตอนในส่วน OUTPUT ของแบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อ
การเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษา
ด้านวิทยาศาสตร์

ส่วน OUTPUT

เมื่อผู้เรียนได้เรียนตามขั้นตอนในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเสร็จสิ้นแล้ว จะมีการประเมินผลหลังเรียนว่าผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ หากผู้เรียนไม่สามารถบรรลุตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ได้ ผู้วิจัยจะต้องเริ่มไปศึกษาว่าในขั้นตอนใดของการพัฒนาแบบจำลองเกิดความบกพร่อง

เมื่อผู้เรียนได้เรียนตามขั้นตอนในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเสร็จสิ้นแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนแต่ละบทเรียน และเมื่อเรียนจนครบเนื้อหา ทั้ง 5 เรื่องแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินผลว่าผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง คือ E_1/E_2 มากกว่า 70/70 โดยมีรายละเอียดดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนแต่ละบท โดยคิดเป็นร้อยละ 70

70 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อผู้เรียนเรียนครบทุกเนื้อหาแล้ว โดยคิดเป็นร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 สรุปผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง

(n= 60)

	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมที่ได้	ร้อยละของคะแนนรวมที่ได้
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1)	25	1,195	79.66
แบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	35	1,635	77.85

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นความสามารถของนักศึกษาในการทำคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน โดยภายในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 5 บทเรียน เมื่อนักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติทำการทดลองภายในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงแล้ว ในแต่ละบทเรียนจะกำหนดให้ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนจำนวนบทเรียนละ 5 ข้อ รวมจำนวนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทั้งสิ้นเป็นจำนวน 25 ข้อ และเมื่อนักศึกษาได้ศึกษาบทเรียนครบทั้ง 5 บทเรียนเรียบร้อยแล้ว นักศึกษาจะได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 35 ข้อ โดยคะแนนของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนทั้งหมดจะถูกส่งไปยังอาจารย์ผู้สอนผ่านทางระบบบริหารการเรียนการสอน (Learning Management System :LMS) ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ นักศึกษาสามารถทำคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 79.66/77.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ คือ 70/70 (ภาคผนวก ข)

ตอนที่ 3 ผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำแบบสำรวจความพึงพอใจห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ที่ได้สร้างขึ้นให้นักศึกษาทำการประเมินหลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงครบทุกเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ โดยนำเสนอในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

(n= 60)			
รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. ด้านรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน			
1.1 ความยาวในแต่ละหน้าจอที่นำเสนอในบทเรียนมีความเหมาะสม	3.75	0.75	มาก
1.2 การจัดวางเมนูสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	3.73	0.84	มาก
1.3 ภายในบทเรียนมีข้อมูลครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการ	3.72	0.74	มาก
1.4 การออกแบบบทเรียนมีความน่าสนใจ	3.68	0.81	มาก
1.5 การนำเข้าสู่บทเรียนสร้างความสนใจ	3.62	0.74	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.70	0.77	มาก
2. ด้านความเหมาะสมของตัวอักษร			
2.1 ความชัดเจนในการมองเห็นของตัวอักษร	4.07	0.71	มาก
2.2 รูปแบบของตัวอักษรในการนำเสนอ	3.93	0.76	มาก
2.3 ขนาดของตัวอักษรในการนำเสนอ	3.90	0.73	มาก
2.4 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นหลัง	3.83	0.69	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.93	0.72	มาก

ตารางที่ 3 (ต่อ)

(n= 60)			
รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
3. ด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหาและภาพเคลื่อนไหว (Video Clips)			
3.1 ภาพประกอบมีความชัดเจน และเหมาะสม	4.08	0.81	มาก
3.2 การใช้ภาพสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในบทเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย	4.00	0.76	มาก
3.3 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังที่ใช้กับรูปภาพ	3.85	0.73	มาก
3.4 ความเร็วในการเรียกดูภาพเคลื่อนไหวในบทเรียน	3.79	0.86	มาก
3.5 ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบ	3.73	0.76	มาก
3.6 ความเหมาะสมของคนตรีประกอบ	3.57	0.89	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.84	0.82	มาก
4. ด้านการเชื่อมโยง และมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลภายในบทเรียน			
4.1 แบบฝึกหัดที่มีในบทเรียนสามารถทบทวน และประเมินผลได้ตรงตามเนื้อหา	3.83	0.78	มาก
4.2 คำชี้แจงในบทเรียนมีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย	3.75	0.79	มาก
4.3 Feedback ในแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม	3.52	0.98	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.70	0.86	มาก
5. ด้านความเสมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการ			
5.1 คำอธิบายวิธีการทดลองมีความชัดเจน	3.93	0.76	มาก
5.2 ความเสมือนจริงของอุปกรณ์การทดลอง	3.87	0.85	มาก
5.3 ความเสมือนจริงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง เช่นเดียวกับการเรียนในห้องปฏิบัติการจริง	3.73	0.80	มาก
5.4 ความเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการ ก่อให้เกิดแรงจูงในการติดตามบทเรียนจนจบ	3.77	0.79	มาก
5.5 ความเร็วในการเรียกดูเนื้อหา	3.62	0.94	มาก

ตารางที่ 3 (ต่อ)

(n= 60)			
รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
5.6 ความเหมือนจริงของสภาพแวดล้อมในการเรียน	3.40	0.83	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.72	0.84	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.78	0.81	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่าในภาพรวมนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ย 3.78 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81 และเมื่อพิจารณาในรายด้าน ปรากฏผลดังนี้

ด้านรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน

ในภาพรวมนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ ในด้านรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.70 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.77 โดยเรื่องความยาวในแต่ละหน้าจอที่นำเสนอในบทเรียนมีความเหมาะสม, การจัดวางเมนูสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน, ภายในบทเรียนมีข้อมูลครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการ, การออกแบบบทเรียนมีความน่าสนใจ, การนำเข้าสู่บทเรียนสร้างความสนใจ ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.75 3.73 3.72 3.68 3.62 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 0.84 0.74 0.74 และ 0.81 ตามลำดับ

ด้านความเหมาะสมของตัวอักษร

ในภาพรวมนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ ในด้านความเหมาะสมของตัวอักษรในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.93 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.72 โดยเรื่อง ความชัดเจนในการมองเห็นของตัวอักษร, รูปแบบของตัวอักษรในการนำเสนอ, ขนาดของตัวอักษรในการนำเสนอ, ความ

เหมาะสมของสื่อตัวอักษรกับพื้นหลัง ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.07 3.93 3.90 3.83 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 0.76 0.73 และ 0.69 ตามลำดับ

ด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหาและภาพเคลื่อนไหว (Video Clips)

ในภาพรวมนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ ในด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหาและภาพเคลื่อนไหว (Video Clips) ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.84 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.82 โดยเรื่อง ภาพประกอบมีความชัดเจน และเหมาะสม, การใช้ภาพสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในบทเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย, ความเหมาะสมของสีพื้นหลังที่ใช้กับรูปภาพ, ความเร็วในการเรียกดูภาพเคลื่อนไหวในบทเรียน, ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบ, ความเหมาะสมของดนตรีประกอบ ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.08 4.00 3.85 3.79 3.73 3.57 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81 0.76 0.73 0.86 0.76 และ 0.89 ตามลำดับ

ด้านการเชื่อมโยง และมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลภายในบทเรียน

ในภาพรวมนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ ในด้านการเชื่อมโยง และมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลภายในบทเรียน ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.70 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.86 โดยเรื่อง แบบฝึกหัดที่มีในบทเรียนสามารถทบทวน และประเมินผลได้ตรงตามเนื้อหา, คำชี้แจงในบทเรียนมีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย, Feedback ในแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.83 3.75 3.52 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.78 0.79 และ 0.98 ตามลำดับ

ด้านความเสมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการ

ในภาพรวมนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ ในด้านความเสมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการ ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.77 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.79 โดยเรื่อง คำอธิบายวิธีการทดลองมีความชัดเจน, ความเสมือนจริงของอุปกรณ์การทดลอง, ความเสมือนจริงใน

ห้องปฏิบัติการ ก่อให้เกิดแรงจูงในการติดตามบทเรียนจนจบ, ความเสมือนจริงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง เช่นเดียวกับการเรียนในห้องปฏิบัติการจริง, ความเร็วในการเรียกดูเนื้อหา, ความเสมือนจริงของสภาพแวดล้อมในการเรียน ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.93 3.87 3.77 3.73 3.62 3.40 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.76 0.85 0.79 0.80 0.94 และ 0.83 ตามลำดับ

ข้อวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีประเด็นที่นำมาเป็นข้อวิจารณ์ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

จากการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และวิเคราะห์องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจากเอกสาร และตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ได้มีผู้ทำการศึกษาและวิจัยไว้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยแบ่งเป็น 2 ประเด็นดังนี้

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์จากแนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งรูปแบบ และองค์ประกอบในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจากการสืบค้นในฐานข้อมูล รวมทั้งตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่มีการเผยแพร่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะประกอบด้วยส่วนใหญ่ว่า ดังนี้คือ ส่วนนำเสนอเนื้อหา, ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้, และส่วนที่เป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งในแต่ละส่วนจะประกอบด้วยกิจกรรมย่อย ๆ หลายกิจกรรม โดยผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์มาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์

สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแนะนำประเด็นที่ควรนำมาพิจารณาในการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงดังนี้

1.1 ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความคิดเห็นว่าองค์ประกอบในกิจกรรมบางอย่างอาจไม่จำเป็นต้องมีครบตามผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แต่ควรพิจารณาจากความสอดคล้องและเหมาะสมของเนื้อหา/ กิจกรรมการเรียนรู้ และวิธีการเฉพาะของผู้สอนที่เคยทำการสอนมากกว่า เพราะองค์ประกอบบางอย่างอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนและไม่มีสมาธิในการเรียน เช่น การมีนาฬิกาจับเวลาปรากฏขึ้นตลอดระยะเวลาในขณะที่เรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยนาฬิกาจะเป็นสิ่งที่บอกให้ผู้เรียนใช้ระยะเวลาในการเรียนแต่ละบทเรียนนานเท่าใดซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นกังวลถ้าต้องใช้เวลาในการเรียนนาน โดยเฉพาะผู้เรียนที่เรียนช้า ดังนั้นการออกแบบการเรียนควรจะเป็นไปในลักษณะที่เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินการเรียนจนเสร็จสิ้นทุกกิจกรรมแล้ว โปรแกรมจึงจะสรุปแจ้งให้ทราบว่าผู้เรียนใช้ระยะเวลาในการเรียนเท่าใด

1.2 ควรให้ความสำคัญในเรื่องของการให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา หรือข้อสงสัยในขณะที่ฝึกปฏิบัติทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพราะในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้จากห้องปฏิบัติการจริงเมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจหรือสงสัยขั้นตอนทำการทดลอง ผู้เรียนจะสามารถสอบถามได้จากผู้สอน หรือผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการโดยตรงได้ทันที ซึ่งตรงนี้ก็ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นในการออกแบบการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีเครื่องมือโดยสร้างเป็นแถบเมนู และ กลุ่มไอคอนต่าง ๆ เพื่อที่จะใช้เป็นตัวนำทางผู้เรียนในการเข้าทำปฏิบัติการทดลองภายในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง รวมทั้งมีส่วนที่เป็นการแนะนำการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการแนะนำหน้าที่การใช้งานของเครื่องมือแต่ละชนิดว่ามีการใช้งานอย่างไร มีคำแนะนำ (User's Guide) ซึ่งจะเป็นส่วนที่ให้คำแนะนำการเรียนให้แก่ผู้เรียน นอกจากนี้ยังเป็นคู่มือเพื่อใช้สำหรับทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง และมีระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์ (Online Help) ในการปฏิบัติทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพราะผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะผู้เรียนใหม่ บางครั้งอาจจะยังสับสนในขั้นตอนต่าง ๆ และยังต้องการความช่วยเหลือในทันทีที่ต้องการ ดังนั้นระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์ คือ E-mail และ Web board จะเป็นส่วนที่จัดไว้ในรูปแบบที่พร้อมให้ความช่วยเหลือทันที รวมทั้งในระหว่างฝึกทำการทดลองหากผู้เรียนปฏิบัติไม่ถูกขั้นตอน ในระบบจะปรากฏเป็นกล่องข้อความให้คำแนะนำวิธีการทดลองที่ถูกต้องให้ผู้เรียนได้ทราบทันที ซึ่งสภาพแวดล้อมเช่นนี้จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้เป็นอย่างดี

2. วิเคราะห์การออกแบบลักษณะห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งพบว่า มีการออกแบบในเรื่องการกำหนดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ในการทดลอง ,การกำหนดการมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ,และการกำหนด Feed Back ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยการกำหนดให้มีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยนำแนวทางของ Huan-Wen and Chin-Ming (2000: 972-973) ที่ได้เสนอไว้ว่าการมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ควรจะกำหนดให้ผู้เรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์ไว้ทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ การติดต่อกันระหว่างครูและผู้เรียน ,การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมที่จัดไว้ ,มีการสาธิตของครูในการใช้อุปกรณ์ให้ผู้เรียนดู และ Nedic, Machotka, and Nafalski (2003) มีแนวคิดว่าหากผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับอุปกรณ์บ่อย ๆ จะทำให้มีโอกาสได้ฝึกลองถูกลองผิดมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งจะเป็นสิ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในกระบวนการของการฝึกทำปฏิบัติการได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ Roy (2001) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรที่จะมีวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับอุปกรณ์ทุกชนิดที่ได้เตรียมไว้ให้ครบทุกอย่าง ซึ่งมันสำคัญกว่าการสร้างอุปกรณ์ไว้หลายชนิดแต่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่ได้เตรียมไว้เลย

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพโดยรวมเป็น 79.66/77.85 ซึ่งอยู่สูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้คือ 70/70 ทั้งนี้เนื่องจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้มีการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งรูปแบบและองค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จากเอกสาร ตำรา และผลงานวิจัยต่าง ๆ แล้วจึงได้ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาสร้างเป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อใช้เป็นทางเลือกให้เกิดเครื่องมือทางการศึกษารูปแบบใหม่ที่น่าจะมีประสิทธิภาพและประโยชน์ต่อการศึกษาโดยอาศัยเทคโนโลยีของความเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Kawabata ,Yamada, and Sanekata (2004) ที่ได้สร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง สำหรับวิชาฟิสิกส์ขึ้น และพบว่าห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่สร้างขึ้นสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ 3 ประการที่ตั้งไว้คือ

1. นักศึกษาได้รับทักษะพื้นฐานที่สำคัญ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในห้องปฏิบัติการจริงได้
2. นักศึกษาสามารถเรียนรู้ถึงหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ของวิชาฟิสิกส์ได้
3. นักศึกษาได้เห็นปรากฏการณ์ที่เป็นจริงทางฟิสิกส์ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจกฎธรรมชาติ รวมทั้งเป็นการช่วยกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจในวิชาฟิสิกส์เพิ่มมากขึ้นโดยสามารถทำให้ผู้เรียนใหม่เกิดความรักในการเรียนรู้ได้

นอกจากนี้ ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ได้มีการสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จึงได้มีการออกแบบ และจัดสภาพแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รับความรู้เช่นเดียวกันกับการเรียนจากห้องปฏิบัติการจริง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ferrero and Piuri (1999: 742), Huan-Wen and Chin-Ming (2000: 971), Roy (2001: 27), Nedic, Machotka, and Nafalski (2003: 1-2) ที่ให้แนวคิดว่าการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ควรคำนึงถึงความเสมือนจริงมากที่สุด โดยใช้เทคโนโลยีของความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) สร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง และห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่สร้างขึ้นสามารถถ่ายทอดสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ โดยยังสามารถใช้เป็นสื่อที่นำมาสนับสนุนการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาได้อย่างดีเยี่ยมและยังช่วยให้นักศึกษาสร้างความคุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ทั้งในห้องเรียน และการเรียนแบบทางไกลได้อีกด้วย อีกทั้งมีบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ทันสมัย และเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้สัมผัสกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ และมีช่องทางให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเองอย่างอิสระ เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาสามารถทบทวนเรียนใหม่ได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง สำหรับการฝึกทำการทดลองในส่วนของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเมื่อผู้เรียนทำการทดลองผิดพลาด โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะปรากฏข้อความซึ่งเป็นคำแนะนำวิธีการที่ถูกต้องให้แก่ผู้เรียน หรือหากทำการทดลองได้ถูกต้องก็จะได้รับคำชมเชยจากบทเรียนตลอดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอยากจะเรียนต่อไปเรื่อย ๆ เพราะมีแรงจูงใจในการเรียน และมีความรู้สึกว่าได้เรียนกับบรรยากาศที่เป็นสภาพห้องปฏิบัติการจริง ที่มีผู้สอนและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอยดูแล และให้คำแนะนำ ซึ่งสอดคล้องกับ ประคอง สุทธิสาร (2526: 195) ที่กล่าวว่า การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ผู้สอนต้องรู้จักวิธีที่จะกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน และพยายามหาวิธีการช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนให้มากที่สุด โดย Cox (1996) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่าหากมีการจัดสภาพแวดล้อม

ทางการเรียนดีแล้ว จะทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ และผู้เรียนจะติดตามบทเรียนจบจน เพราะผู้เรียนจะมีแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Garrison and Anderson (2003: 20-21) ยังได้กล่าวว่า สิ่งที่ทำทลายสำหรับการเรียนรูปแบบนี้คือ ผู้ออกแบบการสอนจะต้องรู้ว่าจะจัดรูปแบบการเรียนการสอนและจะจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อย่างไรที่จะเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดและวิเคราะห์เพิ่มขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จในการเรียนมากที่สุด

ตอนที่ 3 ผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของนักศึกษา จำนวน 60 คน ที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกข้อคำถามของรายการประเมิน และมีค่าเฉลี่ยรวม 3.78 ซึ่งผลของการวิจัยพบว่าในด้านรูปแบบของการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจ โดยบทเรียนได้มีการออกแบบตัวอักษรไว้อย่างเหมาะสม ทั้งในด้านของขนาดรูปแบบ สี และความชัดเจนในการมองเห็น สามารถสร้างความสนใจในการเรียนจึงทำให้ผู้เรียนรู้สึกอยากติดตามบทเรียนจนจบ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุมาลี ชัยเจริญ (2547: 19) ที่พบว่ารูปแบบบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีความเหมาะสม หากมีภาพประกอบเนื้อหาจะทำให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น รูปแบบตัวอักษร รวมทั้งขนาดก็มีผลต่อการเรียนรู้เพราะถ้าจัดให้มีความเหมาะสม อ่านสบายตา ผู้อ่านก็รู้สึกอยากจะศึกษาบทเรียน อีกทั้งยังได้มีการนำเสนอภาพประกอบรวมทั้งภาพเคลื่อนไหวในบทเรียน

นอกจากนี้ จากการสัมภาษณ์และสังเกตนักศึกษาในขณะที่ผู้วิจัยได้ทำการชี้แจงและแนะนำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงให้ทราบนั้น พบว่านักศึกษามีความตื่นตัว และให้ความสนใจ รวมทั้งมีความกระตือรือร้นในการเรียนเป็นอย่างมาก โดยนักศึกษาให้ความคิดเห็นว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไม่ได้เป็นเพียงสื่อการสอนที่สามารถนำเสนอเนื้อหาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เท่านั้น แต่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเป็นสื่อการสอนแบบใหม่ที่มีความเป็นสื่อประสม (Multimedia) อย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งประกอบด้วยภาพอุปกรณ์ประกอบเสียงคำบรรยาย ตัวอักษรที่อธิบายเนื้อหา สูตร การได้มาของสมการและทฤษฎี รวมทั้งสามารถดูการสาธิตปรากฏการณ์ของการทดลองได้จาก Video Clips ตลอดจนผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติทำการทดลองได้อย่างไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลา สถานที่ และจำนวนครั้งในการฝึกปฏิบัติการ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Bothun and Kevan (1996:

138) ที่พบว่าการเรียนในลักษณะนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น และทำให้ผู้เรียนมีผลให้คะแนนสอบหลังการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ ประเสริฐ เคนพันก่อ (2546) และ เสกสรร สายสีต (2545) พบว่าการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหา ล่วงหน้า ประหยัดเวลาในการเดินทางมาเรียน และสร้างการเรียนรู้ให้เป็นอิสระ ไม่มีข้อจำกัดทั้ง ทางด้านเวลาและสถานที่ ทั้งนี้ความเหมือนจริงในห้องปฏิบัติการเหมือนจริงทั้งในด้านของอุปกรณ์ สภาพแวดล้อม ได้สอดคล้องกับ Yabo and Miaoliang (2001: 81-83) ที่เสนอว่าการจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเหมือนจริงนั้น สภาพแวดล้อมต้องสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ได้จริงเช่นเดียวกับการเรียนจากห้องปฏิบัติการจริง

ทั้งนี้ การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเหมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความ ต้องการที่จะทราบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่าสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการ สร้างรูปแบบการเรียนรู้รูปแบบใหม่ของการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ โดย ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าการให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการกับห้องปฏิบัติการเหมือนจริงจะทำให้ นักศึกษาได้มีโอกาสศึกษาเนื้อหาก่อนที่จะเข้าไปทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง ซึ่งจะช่วยให้ นักศึกษามีความเข้าใจในขั้นตอนการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงได้อย่างรวดเร็ว และช่วยให้ใช้ เวลาในการเรียนลดลง นอกจากนี้ นักศึกษายังสามารถทำการทดลองซ้ำจากที่ได้ทำไปแล้วใน ห้องปฏิบัติการจริง เพื่อเป็นการทบทวนได้อีกด้วย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ในครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2550 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 662 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (วท. 181)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิชา ฟิสิกส์ และ ฟิสิกส์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 60 คน เพื่อนำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างให้เรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยในการเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้สามารถควบคุมกลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการวิจัยดังนี้คือ

1. แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4. แบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5. แบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6. แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยมีวิธีการ 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. พัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

- ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งรูปแบบ และองค์ประกอบในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง หนังสือ ตำรา ผลงานวิจัยต่าง ๆ และข้อมูลจากการสืบค้นในฐานข้อมูล รวมทั้งตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่มีการเผยแพร่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินเพื่อสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ซึ่งประกอบด้วยส่วน INPUT PROCESS และ OUTPUT ดังนี้

1. ส่วน INPUT

การสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เริ่มดำเนินการในชั้น INPUT ดังนี้คือ

1.1 วิเคราะห์ปัญหา

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ปัญหาจากสถาบันการศึกษาที่ได้สังกัดอยู่ พบว่ามีนักศึกษาจำนวนมากที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนยังไม่สามารถบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน / การเรียนการสอน

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาแล้วพบว่าอาจจะพิจารณาได้ในแต่ละด้านดังนี้

- ปัญหาทางด้านผู้เรียน

การเรียนในระดับอุดมศึกษามีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงทำให้นักศึกษาบางคนไม่สามารถที่จะปรับตัวเพื่อรับกับระบบวิธีการเรียนในระดับอุดมศึกษาที่จะต้องมีการศึกษา ค้นคว้า ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น และหากนักศึกษามีความรู้พื้นฐานวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์มาอย่างไม่เพียงพอแล้ว ก็จะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ผลการเรียนตกต่ำได้ เพราะเนื้อหาวิชาทางด้านฟิสิกส์จะเป็นวิชาที่ซับซ้อน และการสอนในวิชานี้จะพบปัญหาค่อนข้างมากคือ ไม่สามารถที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในวิชาฟิสิกส์ได้ ประกอบกับทางคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไม่ได้มีการผลิตสื่อเพื่อใช้ในการเสริมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเกิดความคิดรวบยอด และความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้

- ปัญหาทางการเรียนการสอน

การเรียนในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ การฝึกปฏิบัตินั้นจะมีการจัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านสถานที่ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งการเรียนในแต่ละครั้งจะต้องมีผู้ควบคุมการฝึกปฏิบัติการทั้งหมด 10 คน โดยนักศึกษาที่ขาดเรียน และนักศึกษาที่เข้าเรียนแต่ไม่เข้าใจเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติการในคาบเรียนนั้น จะไม่มีโอกาสในการฝึกทบทวนในเนื้อหานั้น ๆ ได้อีก หากจะมีการสร้างห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้นจะต้องมีการใช้งบประมาณในการลงทุนมาก เพราะราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะมีราคาสูง

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์

หลังจากทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาแล้วผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อต้องการที่จะบูรณาการกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมดของห้องปฏิบัติการจริงมาสร้างเป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อให้เป็นจุดเริ่มต้นและเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกของรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ของการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความเปลี่ยนไปจากรูปแบบเดิม โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์
3. ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.4 กำหนดวิธีการเรียนและกิจกรรม

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการเรียนและกิจกรรมต่าง ๆ โดยทำการศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจากเอกสาร และตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ได้มีผู้ทำการศึกษาและวิจัยไว้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.5 ออกแบบและสร้างเนื้อหาวิชา

หลังจากนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ว่ามีองค์ประกอบใดบ้างที่เหมือนกันแล้วจึงทำการสังเคราะห์สร้างเป็นแบบประเมินเพื่อสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างเป็นแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลองจะเป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ จำนวน 5 เรื่อง คือ

- กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- พลังงานและโมเมนตัม
- การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก
- กฎของบอยล์
- การสั่นพ้อง

1.6 จัดสภาพแวดล้อมในการเรียน

การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ทั้งในด้านองค์ประกอบ และการออกแบบลักษณะห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ได้จัดตามผลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2. ส่วน PROCESS

ในส่วน Process จะมีขั้นตอนในการเรียนดังนี้คือ

2.1 เข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต

ผู้เรียนเข้าสู่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.2 ลงทะเบียนเรียน

หลังจากที่ผู้เรียนเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต ระบบจะกำหนดให้ลงทะเบียนเรียน โดยกรอกข้อมูลเกี่ยวกับประวัติส่วนตัวของผู้เรียน

2.3 กำหนดรหัสผ่าน

หลังจากนั้นผู้เรียนจะกำหนดชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน เพื่อใช้ในการเข้าสู่การเรียนจากเว็บเพื่อการเรียนการสอน (Web – based Instruction) ทุกครั้ง

2.4 เข้าสู่เว็บเพื่อการเรียนการสอน (Web – based Instruction)

เมื่อผู้เรียนเข้าสู่เว็บเพื่อการเรียนการสอน (Web – based Instruction) จะพบองค์ประกอบในส่วนที่เป็นคำแนะนำผู้เรียนในการเรียน (User's guide), ภาพรวมโครงสร้างของรายวิชา (Course Overview), เนื้อหาการเรียน (Contents), ประวัติผู้เรียน (Learner Profile), ข้อมูลส่วนตัวของผู้สอน (Instructor Profile)

2.5 คำแนะนำการเรียน

ผู้เรียนต้องศึกษาคำแนะนำการเรียนเป็นลำดับแรกของการเรียน ซึ่งจะมีการชี้แจงถึงวิธีการใช้บทเรียน ขั้นตอนการเรียน และคำอธิบายลักษณะปุ่มการใช้งานต่าง ๆ

2.6 เลือกเนื้อหา

เมื่อผู้เรียนได้ทำการศึกษาคำแนะนำการเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นจึงเลือกศึกษาเนื้อหาที่ต้องการเป็นลำดับต่อไป

2.7 ศึกษาเนื้อหา

ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนในเนื้อหาที่จะศึกษา จะได้พบกับส่วนสนับสนุนการเรียนรู้ที่บทเรียนได้จัดเตรียมไว้ให้คือผู้เรียนสามารถติดต่อกับผู้เรียนคนอื่นหรือผู้สอนผ่านทาง Communication นอกจากนี้ผู้เรียนและผู้สอนยังสามารถประกาศข่าวสารต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนผ่านทาง Bulletin Board ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาอื่น ๆ เพิ่มเติมจาก Resources ที่กำหนดไว้

2.8 เข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

หลังจากศึกษาเนื้อหาจนจบแล้ว ผู้เรียนจะฝึกปฏิบัติการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งจะพบองค์ประกอบในส่วนที่เป็น Video Clips, Experimental, Experimental Report, Exercise, และ Evaluation โดยในขั้นตอนแรก ผู้เรียนสามารถศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ได้จาก Video Clips ที่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงได้จัดเตรียมไว้ให้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติการจริง

2.9 ฝึกปฏิบัติทำการทดลอง

หลังจากที่ได้ศึกษาขั้นตอนทำการทดลองต่าง ๆ จาก Video Clips แล้วผู้เรียนจะได้ฝึกปฏิบัติทำการทดลองในส่วนที่เป็น Experimental เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วผู้เรียนต้องทำกรบันทึกรายงานผลการทดลองในส่วน Experimental Report เพื่อส่งผลไปให้ผู้สอนได้ตรวจดูระดับความรู้ของผู้เรียน หลังจากนั้นจะได้ฝึกทำแบบฝึกหัดในส่วน Exercise ก่อนที่จะเข้าสู่ส่วน Evaluation เพื่อประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

3. ส่วน OUTPUT

เมื่อผู้เรียนได้เรียนตามขั้นตอนในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเสร็จสิ้นแล้ว จะมีการประเมินผลหลังเรียนว่าผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ หากผู้เรียนไม่สามารถบรรลุตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ได้ ผู้วิจัยจะต้องเริ่มไปศึกษาว่าในขั้นตอนใดของการพัฒนาแบบจำลองเกิดความบกพร่อง

เมื่อผู้เรียนได้เรียนตามขั้นตอนในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเสร็จสิ้นแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนแต่ละบทเรียน และเมื่อเรียนจนครบเนื้อหา ทั้ง 5 เรื่องแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินผลว่าผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง คือ E_1/E_2 มากกว่า 70/70 โดยมีรายละเอียดดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนแต่ละบท โดยคิดเป็นร้อยละ 70

70 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อผู้เรียนเรียนครบทุกเนื้อหาแล้ว โดยคิดเป็นร้อยละ 70

2. หาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

2.1 ผู้วิจัยได้นำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ได้ผ่านการประเมินความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน และได้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้วมาทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยได้ดำเนินการทดสอบ ตามลำดับขั้นดังนี้

1. การทดสอบหาประสิทธิภาพ ขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง เป็นการทดสอบรายบุคคล ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกับนักศึกษาที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่สร้างขึ้น โดยจะประเมินผลจากการสังเกต และสัมภาษณ์ความคิดเห็นนักศึกษาในเรื่องปัญหา หรือข้อสงสัยในขณะทำการฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ ถูกต้อง เหมาะสมมากยิ่งขึ้นเพื่อสำหรับใช้ทดลองในขั้นต่อไป

2. การทดสอบหาประสิทธิภาพขั้นกลุ่มเล็ก เป็นการทดสอบกับนักศึกษากลุ่มเล็กที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงตามที่ได้แก้ไขข้อบกพร่องจากการทดสอบหาประสิทธิภาพ ขั้นหนึ่งต่อหนึ่งแล้ว โดยได้ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพขั้นกลุ่มเล็ก E_1/E_2 คือ 77.86/76.76 แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3. การทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้นำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ได้ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง และการทดสอบหาประสิทธิภาพขั้นกลุ่มเล็ก โดยได้รับการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเรียบร้อยแล้ว ไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้น โดยได้ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง E_1/E_2 เท่ากับ 79.66/77.85 ซึ่งอยู่สูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ คือ 70/70

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้นำแบบสำรวจความพึงพอใจห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ที่ได้สร้างขึ้นให้นักศึกษาทำการประเมินหลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงครบทุกเนื้อหาแล้ว

ซึ่งผลความพึงพอใจพบว่าในภาพรวมนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.78 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81

ข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ข้อเสนอแนะ 2 ประการ คือ ข้อเสนอแนะทั่วไปเกี่ยวกับการนำผลการวิจัยของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไปใช้เกี่ยวกับการเรียนการสอน และ ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไปใช้

ผลจากการวิจัยดังกล่าวข้างต้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ได้หลายวิธี โดยผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

1. การนำแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปใช้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่าควรมีการวิเคราะห์แบบจำลองอย่างเป็นระบบทั้งในส่วน INPUT PROCESS และ OUTPUT ดังนี้

INPUT ควรวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาทั้งในเรื่องการเรียนการสอน และปัญหาของผู้เรียนเพื่อที่จะได้ทราบถึงวิธีการจัดการเรียนการสอน และการเลือกใช้สื่อการสอนที่สามารถแก้ปัญหาที่พบได้อย่างแท้จริง ตลอดจนการออกแบบและสร้างเนื้อหารายวิชาควรทำการศึกษาและวิเคราะห์ในเนื้อหาของรายวิชานั้น ๆ ว่าในเนื้อหาส่วนใดที่มีผู้เรียนประสบปัญหามากที่สุด หลังจากนั้นจึงเลือกเนื้อหาในส่วนนั้นมาใช้เป็นเนื้อหาทำการทดลอง

PROCESS การกำหนดขั้นตอนในการเรียน, องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบในเว็บไซต์เพื่อการเรียนการสอน รวมทั้งภายในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ขึ้นมาใช้เป็นแบบจำลองเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับวิชาเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นหากผู้ที่สนใจจะนำไปใช้ในสาขาวิชาอื่น ๆ ควรทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ในด้านแนวคิด ทฤษฎี และตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่มีการเผยแพร่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเฉพาะในสาขานั้น ๆ เพิ่มเติม เนื่องจากอาจจะมีส่วนประกอบอื่น ๆ ที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของเนื้อหาวิชา

OUTPUT การกำหนดเกณฑ์สำหรับการประเมินผลในส่วนของ OUTPUT สามารถที่จะกำหนดเกณฑ์การประเมิน E_1/E_2 ได้ในหลายระดับซึ่งจะพิจารณาจากเนื้อหา โดยปกติสำหรับเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำจะนิยามกำหนดไว้ 90/90 และเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติจะกำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 ซึ่งสำหรับผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การประเมิน E_1/E_2 ไว้ที่ 70/70 เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ทำการทดลองนั้นเป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นวิชาที่ยาก และต้องมีทักษะพื้นฐานทางการคิดคำนวณ

2. จากผลการวิจัยดังกล่าวทำให้พบว่า การเข้าใช้งานในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงของนักศึกษาพร้อมกันครั้งละหลาย ๆ คนในเวลาเดียวกัน ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการเรียกใช้งานโปรแกรม โดยเฉพาะหากนักศึกษาใช้อินเทอร์เน็ตแบบความเร็วต่ำ จะทำให้โปรแกรมในส่วนที่เป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริง Run ค่อนข้างช้าเพราะโปรแกรมที่ใช้สร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะเป็นโปรแกรมประเภทกราฟิก เช่น Macromedia Flash และ 3D ซึ่งเป็นโปรแกรมลักษณะ Multimedia โดยอาจส่งผลให้นักศึกษาเกิดความรู้สึกเบื่อในการโหลดข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้ใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตแบบความเร็วสูงซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. สำหรับสถาบันอุดมศึกษาที่ต้องการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ ควรพิจารณาถึงระบบโครงสร้างพื้นฐาน ของระบบบริหารจัดการในการเรียนรู้ผ่านอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพ และสามารถบริการและรองรับนักศึกษาที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจากที่บ้านได้อย่างทั่วถึง

4. ประเด็นที่ควรพิจารณาในเรื่องการออกแบบบทเรียนคือ การสร้างบทเรียนให้มีลักษณะเป็น multimedia และใช้เทคโนโลยีความเสมือนจริงถือว่าเป็นบทเรียนรูปแบบใหม่ และแม้ว่าจะทำให้บทเรียนดูน่าตื่นเต้นและน่าติดตาม แต่สิ่งที่สำคัญยิ่งกว่าคือผู้สอนควรที่จะใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ติดต่อกับผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ ไม่ให้ผู้เรียนรู้สึกถูกละทิ้ง โดยการให้ข้อมูลป้อนกลับในผลงานของผู้เรียน เช่น การบ้าน หรือโครงการ ผ่านทาง E-mail ทันที เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกว่าได้รับการดูแลจากการเรียนการสอนบนเว็บ เช่นเดียวกับการเรียนในห้องเรียนปกติ

5. Video Clips นับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพราะจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจภาพรวมของเนื้อหาและขั้นตอนการทดลองได้ง่ายขึ้น

6. การเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ และมีวินัยในการเรียน รวมทั้งสามารถควบคุมและจัดสรรเวลาการเรียนด้วยตนเองได้เป็นอย่างดี ดังนั้นส่วนสนับสนุนการเรียนรู้ ที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เช่น E-mail หรือ Web Board นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้สอนติดต่อกับผู้เรียนให้เข้าเรียนในบทเรียนอย่างสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ผลจากการวิจัยดังกล่าว โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไปดังนี้

1. เนื่องจากในอนาคตเทคโนโลยีเครือข่ายและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะถูกพัฒนาให้มีศักยภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้ออกแบบควรที่จะเลือกใช้เทคโนโลยีหรือซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้สร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยสามารถลดข้อจำกัดด้านขนาดของไฟล์บทเรียนที่มีภาพเคลื่อนไหว หรือวีดิทัศน์ ที่จะทำ

ให้บทเรียนมีไฟล์ขนาดใหญ่และการนำเสนอได้ช้า ให้บทเรียนสามารถ Run ได้เร็วขึ้น และผู้เรียนไม่เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน

2. การสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะใช้ระยะเวลาในการสร้างนาน และโปรแกรมที่ใช้สร้างส่วนมากจะเป็นโปรแกรมประเภทกราฟิก อีกทั้งการเขียนโปรแกรมเพื่อที่จะรวมชุดคำสั่งของโปรแกรมต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกันยังมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าสำหรับการลงทุนในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ควรเลือกเนื้อหาวิชาที่มีผู้เรียนจำนวนมาก เช่น กลุ่มวิชาพื้นฐาน และควรมีการใช้ทรัพยากรทางการเรียนรู้ร่วมกันกับสถาบันอุดมศึกษาอื่น ๆ

3. การนำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมาใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป ควรนำมาใช้ในลักษณะที่เป็นสื่อหลักอย่างเต็มรูปแบบ และควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนจากห้องปฏิบัติการจริง และห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

4. ควรมีการศึกษาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทางด้านวิทยาศาสตร์ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

5. ควรมีระบบในการติดตามผู้เรียน (Tracking) เนื่องจากการจัดเตรียมแหล่งทรัพยากรทางการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ใช้เป็นแหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม เช่น เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง หรือ Search Engine จะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ไปศึกษาหาความรู้นอกบทเรียนเพิ่มเติม ซึ่งผู้เรียนบางคนจะละทิ้งการเรียนโดยยังไม่ได้ศึกษาบทเรียนจนจบ

6. ควรมีการประเมินผลการเรียนด้วยวิธีการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น ในด้านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ โดยพิจารณาการให้คะแนนจากประเด็นการตั้งคำถาม หรือ การตอบคำถามผู้เรียน เพื่อเป็นการฝึกทักษะทางการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน

7. ปัจจุบันการเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้รับความนิยมและมีการนำไปใช้จัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายในทุกระดับการศึกษา และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นควรมีการปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการใช้เทคโนโลยีในทางที่เหมาะสมควบคู่ไปกับการแสวงหาความรู้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการ. 2544. **ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร:

กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

กั้ววล เทียนกัณฑ์เทศน์. 2536. **การวัด การวิเคราะห์ การประเมิน ทางการศึกษาเบื้องต้น**.

กิดานันท์ มลิทอง. 2540. **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม**. กรุงเทพมหานคร:

โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2547. **ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1**. (อัดสำเนา)

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ. 2528. **การเลือกและการใช้สื่อการสอน**. กรุงเทพมหานคร:

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2546. **การผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์

เอ็มพันธ์ จำกัด.

ชินภัทร ภูมิรัตน. 2543. **รายงานการเสวนาทางวิชาการเรื่อง ความสามารถของนักเรียนไทย**

บนเวทีระดับโลก: ผลจากการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ ปี 2538 – 2542. กรุงเทพมหานคร:

บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. **เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร:

สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2547. **การสอนบนเว็บ (Web – Based Instruction) นวัตกรรมเพื่อ**

คุณภาพการเรียนการสอน (Online). www.Thaicai.com/articals/wbi2.html,

12 มีนาคม 2548.

นิรนาม. 2548. **WBI** กับการสื่อสาร (Online). www.Thaiwbi.com/topic/com_ed,
20 เมษายน 2548.

บุญชม ศรีสะอาด. 2545. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร:
สุวีริยาสาส์นจัดพิมพ์

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2543. **สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์.

ประคอง สุทธิสาร. 2526. **การสอนซ่อมเสริมในหลักและแนวปฏิบัติในโรงเรียนประถมศึกษา**.
กรุงเทพมหานคร: อัดสำเนา.

ประเสริฐ เคนพันก่อ. 2546. “Virtual Laboratory Remotely Controlled via the Internet.”
วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 3 (1) : 40 – 43.

พรพิไล เลิศวิชา. 2544. **มัลติมีเดียเทคโนโลยีกับโรงเรียนในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ. 2540. **สถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางการบริหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 3.
กรุงเทพมหานคร: เสมาธรรมการพิมพ์.

พิชัย ทองดีเลิศ. 2546. “การเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์: ความสอดคล้องของ
เทคโนโลยีและวิธีการสำหรับการศึกษายุคใหม่.” **วารสารวิทยาสารกำแพงแสน**.
1 (2): 106-113.

พิรศักดิ์ วรรณทโรสถ. 2547. **เบื้องต้นพัฒนาการรู้ดหน้า วิฤตติแฝงนุคณุมิปัญญาไทย**.
CIO FORUM. (มกราคม 2547): 50 – 53.

ไพศาล หวังพานิช. 2523. **การวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช
จำกัด.

ภัทรา นิคมานนท์. 2540. การประเมินผลการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:
ทิพย์วิสุทธิการพิมพ์.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2544. ประมวลสาระชุดวิชา การวิจัยเทคโนโลยีและสื่อสาร
การศึกษา หน่วยที่ 1-4 . พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

ล้วน และ อังคณา สายยศ. 2539. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร:
สุวีริยาสาส์น.

_____. 2540. สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร:
สุวีริยาสาส์น.

วิทยากร เชียงกุล. 2548. “รายงานสภาวะการศึกษาไทย พ.ศ.2547/2548 รากเหง้าของปัญหาและ
แนวทางแก้ไข.” วารสารการศึกษาไทย. 2 (4): 34-40.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531. การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์เทคโนโลยีและอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ. 2545. รอบรู้ไอที เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์คุรุสภา.

สถาบันทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2544. การเสริมสร้างการเรียนรู้การสอน
วิทยาศาสตร์ เพื่อความเป็นเลิศในระบบการศึกษาของไทย: ยุทธศาสตร์ในการสร้าง
บุคลากรทางวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาประเทศในยุคโลกาภิวัตน์. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2546. คู่มือการจัด
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: รุ่งศิลป์การพิมพ์.

สมคิด อิศระวัฒน์. 2541. รายงานการวิจัย เรื่อง ลักษณะการอบรมและเลี้ยงดูของคนไทยใน
ชนบทซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพมหานคร: คณะสังคมศาสตร์และ
มนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2548. โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนสุตาฯ สยามบรมราชกุมารี (Online).
www.princess-it.org/index.html, 14 กรกฎาคม 2549.

สุมาลี ชัยเจริญ. 2547. “ผลการใช้สื่อบนเครือข่ายร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ วิชา 212 501
เทคโนโลยีการสอน ของนักศึกษาประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.” วารสารนวัตกรรมการเรียนการสอน.
(กันยายน - ธันวาคม 2547): 13-21.

สุรินทร์ นิยมางกูร. 2548. สถิติวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิมล ติรกันันท์. 2546. การใช้สถิติในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ.
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสกสรร สายสีเสด. 2545. การพัฒนารูปแบบระบบการเรียนการสอนโดยใช้อินเทอร์เน็ต สำหรับ
สถาบันราชภัฏ. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Alain Drotz. 2006. **Compressive Fluid Mechanics** (Online).
www.linpc3.epfl.ch/e-lin/portailLIN/index.html, July 19, 2006.

Alan Jolliffe, Jonathan Ritter and David Stevens. 2001. **The online learning handbook:
Developing and using Web-based learning.** London: Kogan Page Limited.

- Andrea Bagnasco, Marco Chirico, Giancarlo Parodi, Andrea Sappia, Anna Marina Scapolla. 2000. **International Perspectives on Tele-Education and Virtual Learning Environments**. Hampshire: Ashgate Publishing Limited.
- Badrul H. Khan. 1998. **Web – Based Instruction**. New Jersey: Educational Technology Publication.
- Balmelli, L., Ayer, S., Cheneval, Y and Vetterli, M. 1998. “A framework for interactive courses and virtual laboratories.” **Multimedia Signal Processing 1998**. : 501 – 506.
- Bernado Wagner. 1999. “From computer-based teaching to virtual laboratories in automatic control.” **The 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**. : 13d6-6-13d6-11.
- Blanc-Benon, Philippe. Goh, Ian. Herman, Cila. Leve, Marie-Helene. Karweit, Michael. Karweit, W. Alex. Warner, James W. 2005. **Virtual Laboratories - Experiments** (Online). www.jhu.edu/~virtlab/virtual-laboratory, April 24, 2005.
- Bothun G. D and S. D. Kevan. 1996. “Networked Physics in undergraduate instruction.” **Computer in Physics**. 10 (4): 318.
- Bruce Kneale, Ain Y. De Horta, Ilona Box. 2004. “VELNET (Virtual Environment for Learning Networking).” **The 6th Australasian Computing Education Conference (ACE 2004)**. 30: 161-168.
- Carl Steidley and Rafic Bachnak. 2005. “Software and Hardware development for a virtual laboratory.” **Journal of Computing Sciences in Colleges**. 20 (4): 200 – 206.
- Chakaveh, S., Zlender, U., Skaley, D., Fostiropoulos, K. and Breitschwerdt, D. 1999. “DELTA' s Virtual Physics Laboratory: a comprehensive learning platform on physics and astronomy.” **Proceedings of Visualization '99**. : 421 – 423.

Christ Bouras, Dimitrios Psaltoulis, Christos Psaroudis and Thrasyvoulos Tsiatsos. 2002.

“An educational community using collaborative virtual environments.” **The first International Conference, ICWL 2002.** Hong Kong: Springer.

Cicero H. Bernard, Chirold D. Epp. 1995. **Laboratory Experiments in College Physics.**

7th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Clifford N. Wall, Raphael B. Levine and Fritjof E. Christensen. 1972. **Physics Laboratory**

Manual. 3rd ed. New Jersey: Prentic-Hall, Inc.

Cox B. 1996. “Evolving a distributed leaning community.” **The online K-12 classroom.**

Cresskill: Hampton Press.

D.R. Garrison and Terry Anderson. 2003. **E-Learning in the 21st Century : A Framework for**

Research and Practice. London: RoutledgeFalmer.

David H. Loyd. 1998. **Physics Laboratory Manual.** 2nd ed. New York:

Saunders College Publishing.

Don Allison and Larry F. Hodges. 2000. “Virtual reality for education?” **Proceedings of the**

ACM symposium on Virtual reality software and technology. : 160-165.

Dong Yabo and Zhu Miaoliang. 2001. “Infrastructure of Web-based VR-form virtual

laboratory.” **Proceedings of Info-tech and Info-net, 2001.** :78 – 83.

Dongil Shin, En Sup Yoon, Kyung Yong Lee, Euy Soo Lee. 2000. “Web-based interactive

virtual laboratory system for unit operations and process systems engineering education.”

Computer and Chemical Engineering. 24 (2002):1381-1385.

Erik Neumann. 2006. **My Physics Lab – Physics Simulation with Java** (Online).

www.myphysicslab.com/index.html, July 15, 2006.

F. Leung, T. Chau, T. Tang, and S. Liao. 2003. “A Virtual Laboratory for an Online Web-Based Course Rapid e-Business Systems Development.” **Advances in Web-Based Learning – ICWL 2003**. 2783(2003): 93-103.

Ferrero, A. and Piuri, V. 1999. “A simulation tool for virtual laboratory experiments in a WWW environment.” **Instrumentation and Measurement**. 48 (3) June 1999: 741 – 746.

Fu-Kwun Hwang. 2005. **NTNU Virtual Physics Laboratory** (Online).

www.phy.ntnu.edu.tw/java/indexPopup.html, July 29, 2005.

Greg Kearsley. 2000. **Online Education: Learning and Teaching in Cyberspace**. Canada. Wadsworth.

Greg Bothun. 2005. **Global View project** (Online). www.jersey.uoregon.edu, July 18, 2005.

Harry F. Meiners, Walter Eppenstein, Ralph A. Oliva, Thomas Shannon. 1987. **Laboratory Physics**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.

Huan-Wen, Tzeng. and Chin-Ming, Tien. 2000. “Design of a virtual laboratory for teaching electric machinery.” **Systems, Man, and Cybernetics, 2000**. : 971 – 976.

Jiannong Cao, Alvin Chan, Weidong Cao and Cassidy Yeung. 2002. “Virtual Programming Lab for Online Distance Learning.” **The first International Conference, ICWL 2002**. Hong Kong: Springer.

- Jim Henry. 2006. **Lab Chemistry** (Online). www.chem.engr.utc.edu, July 18, 2006.
- Kawabata, S., Yamada, Y. and Sanekata, M. 2004. "Virtual laboratory work of physics." **Proceedings of the Fifth International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, 2004. ITHET 2004.** : 477 – 480.
- Klaus Schilling. 2006. **Robotics and Telematics** (Online). www.merlin.informatik.uni-wuerzburg.de/, July 20, 2006.
- Kocijancic, S. and O'Sullivan, C. 2002. "Integrating virtual and true laboratory in science and technology education." **Frontiers in Education, 2002.** :T2E-7 - T2E-11.
- Knowles, M.S. 1975. **Self-Directed Learning : A Guide for Learners and Teachers.** New York: Cambridge Adult Education.
- Lee J Leitner and John W. Cane. 2005. "A virtual laboratory environment for online IT education." **Proceedings of the 36th SIGCSE technical symposium on Computer science education.** : 283-289.
- M. Couture. 2004. "Realism in the design process and credibility of a simulation-based virtual laboratory." **Journal of Computer Assisted Learning.** 20 : 40-49.
- Marc-Alain Steinemann. 2006. **Vitels** (Online). www.webct.unibe.ch/SCRIPT/inf_vitels_showcase/scripts/serve_home, July 18, 2006.
- Matt Bower, Debbie Richards. 2005. "The impact of virtual classroom laboratories in CSE." **Proceedings of the 36th SIGCSE technical symposium on Computer science education.** : 292-296.

- Nedic, Z., Machotka. J and Nafalski, A. 2003. "Remote laboratories versus virtual and Real laboratories." **Frontiers in Education, 2003.** :T3E-1 - T3E-6.
- Paul Catherall. 2005. **Delivering E-learning for Information Services in Higher Education.** Oxford: Chandos Publishing (Oxford) Limited.
- Ronnie C. T. Cheung. 2002. "Innovative teaching through the cyber university. Advances in Web-Based Learning." **Proceedings of the First International Conference, ICWL 2002.** :287 – 299.
- Roy Eli Kfir. 2001. "Virtual laboratories in education." **Proceedings of the 1st international conference on Computer graphics, virtual reality and visualization.** : 27 – 31.
- Pramod K. Nayar. 2004. **Virtual Worlds Culture and Politics in The Age of Cyber Technology.** New Delhi: Sage Publications India Pvt Ltd.
- Sepideh Chakaveh, Udo Zlender, Detlef Skaley, Konstantinos Fostiropoulos, Dieter Breitschwerdt. 1999. "DELTA' s Virtual Physics Laboratory: a comprehensive learning platform on physics and astronomy." **Proceedings of Visualization '99.** :421 – 423.
- Seung H. Jin. 2005. "Analyzing student-student and student-instructor interaction through multiple communication tools in web-based learning." **International Journal of Instructional Media.** 32 (1): 59-67.
- Skager R. 1978. **Lifelong Education and Evaluation Practice.** New York: UNESCO Institute for Education.

Stefan Zimmerli, Marc-Alain Steinemann, Torsten Braun. 2003. "Educational environments: Resource management portal for laboratories using real devices on the Internet."

ACM SIGCOMM Computer Communication Review archive. 33, 3 (July 2003): 145 – 151.

Stephen M. Alessi and Stanley R. Trollip. 2001. 3rd ed. **Multimedia for Learning Methods and Development**. Boston: Allyn and Bacon.

Tereza G. Kirner, Claudio Kirner, Andre L. S. Kawamoto, Jefferson Cantao, Aloisio Pinto, Raul S. Wazlawick. 2001. "Development of a collaborative virtual environment for educational applications." **Proceedings of The sixth international conference on 3D Web technology**. 61-68.

Walter Fendt. 2005. **Virtual Labs and Simulation** (Online).

www.hazelwood.k12.mo.us/~grichert/sciweb/momentum.htm, July 18, 2005.

Yen-Jen Lee., Wei-Hsiu Ma, Du, D. H. C and Schnepf, J. A. 1997. "Creating a virtual network laboratory." **Proceedings of the International Conference on Multimedia Computing and Systems '97**. :642 – 643.

Yu Lung Wu, Te Yi Chan, Bin Shyan Jong, Tsong Wu Lin and Yao Hui Liang. 2004.

"A web-based dual mode virtual laboratory supporting cooperative learning."

The 18th International Conference on Advanced Information Networking and Application (AINA'04). : 642-647.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางการวิเคราะห์องค์ประกอบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน
ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตารางการวิเคราะห์องค์ประกอบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

องค์ประกอบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	คนที่															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ส่วนนำเสนอเนื้อหา																
1. คำแนะนำผู้ใช้ (User's Guide)	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. โครงสร้างของเนื้อหา (Course Overview)	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
3. ส่วนนำเสนอเนื้อหา (Contents)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. ส่วนนำเสนอผลงานของผู้เรียน (Student Presentation)				✓												
5. การนำเสนอเนื้อหาโดยใช้ สไลด์ (Slide Presentation)		✓			✓									✓	✓	
6. ระบบติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน (Process Tracking)				✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓	
7. ติดต่อผู้สอน (Contact us)					✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. Learner Profile			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
9. Instructor Profile	✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓				
ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้																
10. การติดต่อสื่อสารแบบ ประสานเวลา เช่น Audio , Chat		✓	✓	✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓		
11. การติดต่อสื่อสารแบบ ไม่ประสานเวลา E- Mail, Web Board				✓	✓	✓				✓		✓		✓	✓	

ตารางการวิเคราะห์องค์ประกอบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (ต่อ)

องค์ประกอบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	คนที่															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
12. บอร์ดประกาศข่าว (Bulletin Board)		✓		✓			✓			✓	✓		✓	✓		✓
13. คำถามที่ถามบ่อย (FAQ)					✓											
14. โครงสร้างของห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (Site Map)	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
15. ระบบช่วยเหลือแบบ online	✓									✓		✓			✓	✓
16. แหล่งสืบค้นอื่น ๆ (Resources)		✓	✓		✓		✓			✓			✓		✓	
ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง																
17. Downloads					✓				✓	✓			✓		✓	
16. ไฟล์ วิดีโอ สำหรับการแสดงการสาธิต (Video Clips)		✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓	
18. ส่วนบันทึกรายงานผลการทดลอง (Experimental Report)	✓	✓		✓				✓	✓	✓			✓		✓	✓
19. แบบทดสอบ พร้อมเฉลย			✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓	✓		✓
20. แจ้งรายงานผลการสอบ				✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓
21. กล้องวิดีโอ											✓	✓			✓	

ภาคผนวก ข

ตารางการวิเคราะห์การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน
ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	คนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
การกำหนดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ในการทดลอง										
1. อุปกรณ์สามารถหมุนเคลื่อนที่ได้ 360 องศา		✓	✓		✓					
2. อุปกรณ์สามารถขยายและลดขนาดของภาพได้				✓	✓					
3. มีการกำหนดค่าของตัวแปรในการทดลองโดยใช้วิธีควบคุมโดยใช้เมาส์ ลากวัตถุให้เคลื่อนที่			✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
4. มีการกำหนดค่าของตัวแปรในการทดลองโดยใช้วิธีป้อนค่าตัวเลขในช่องว่าง	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
5. มีการกำหนดค่าของตัวแปรในการทดลองโดยใช้วิธีเลือกค่าตัวเลขที่กำหนดให้	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓
6. มีปุ่ม Reset เพื่อตั้งค่าตัวแปรใหม่	✓		✓	✓		✓		✓	✓	
7. มีปุ่ม Start เพื่อเริ่มต้นการทดลอง	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
8. มีปุ่ม Stop เพื่อหยุดการทดลอง			✓	✓	✓	✓		✓		
9. มีปุ่ม Pause เพื่อหยุดภาพการทดลองชั่วคราว		✓	✓	✓				✓		

การวิเคราะห์การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (ต่อ)

การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	คนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10. มีปุ่ม Save การทดลองเมื่อผู้เรียนต้องการออกจากบทเรียนก่อนเรียนจบเนื้อหา และเมื่อผู้เรียนเข้าสู่ระบบอีกครั้งจะสามารถทำการทดลองได้อย่างต่อเนื่องทันที			✓			✓				✓
11. มีปุ่มปรับระดับความเร็วของการเคลื่อนที่ในการทดลอง			✓	✓					✓	✓
การกำหนดการมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง										
1. เมื่อนำเมาส์ไปชี้ในตำแหน่งใด ๆ ที่สามารถแสดงความเชื่อมโยงไปตำแหน่งอื่นได้ เมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปมือ			✓	✓	✓	✓	✓			
2. เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่อุปกรณ์จะมีข้อความบอกชื่ออุปกรณ์ปรากฏขึ้น						✓	✓			
3. เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่เมนู บาร์ จะมีข้อความบอกชื่อปุ่มต่าง ๆ	✓									
4. เมนูบาร์ สามารถยุบ ย่อ ขนาดได้						✓				
5. หน้าจอของ Video Clip สามารถยุบ ย่อ ขนาดได้							✓			
6. มีนาฬิกาจับเวลาขณะที่เข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง		✓				✓				
7. แจ้งจำนวนสมาชิกที่กำลัง online ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	✓		✓	✓		✓			✓	

การวิเคราะห์การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (ต่อ)

การออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	คนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8. เมื่อมีการป้อนค่าตัวแปร จะแสดงผลการเปลี่ยนแปลงภาพในการทดลองทันที	✓			✓			✓	✓	✓	✓
การกำหนด Feed back ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง										
1. มีกรอบข้อความแสดงขั้นตอนที่ถูกต้องปรากฏขึ้นเมื่อทำการทดลองผิดขั้นตอน	✓			✓	✓					
2. มีกรอบแสดงข้อความชมเชยปรากฏขึ้นเมื่อทำการทดลองถูกขั้นตอน										
3. มีการแสดงผลพิเศษ (Transition) เมื่อเปลี่ยนหน้าจอใหม่								✓		
4. มีหน้าต่างย่อยเมื่อต้องการดูเนื้อหาเพิ่มเติม และมีปุ่มปิดเมื่อดูเนื้อหาเสร็จ	✓				✓	✓	✓	✓	✓	

ภาคผนวก ก

แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน
ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

เรื่อง : การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

โดย : นางสาวศันสนีย์ สัมสรค้อนันต์

.....

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

คำชี้แจง

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบประเมินที่ต้องการทราบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการออกแบบ แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อได้ทราบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้วผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาทำการสังเคราะห์เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงต่อไป โดยแบบประเมินได้แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

- | | |
|----------|---|
| ตอนที่ 1 | ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบประเมิน |
| ตอนที่ 2 | องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต |
| ตอนที่ 3 | แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต |
| ตอนที่ 4 | ข้อเสนอแนะทั่วไป |

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบประเมิน

ชื่อ – สกุล

คุณวุฒิการศึกษา สาขา

ตำแหน่งทางวิชาการ

สถานที่ทำงาน

สถานที่ติดต่อ

เบอร์โทรศัพท์ E-Mail

Web Page (ถ้ามี)

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับองค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

คำชี้แจง ในการออกแบบระบบบริหารการเรียนการสอน (Learning Management System : LMS)

ผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรม

การเรียนการสอนออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ส่วนนำเสนอเนื้อหา
2. ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้
3. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

ซึ่งในแต่ละส่วนได้กำหนดให้มีกิจกรรมย่อย ๆ ดังมีรายละเอียดในแบบประเมินฉบับนี้ ซึ่งตามความคิดเห็นของท่านคิดว่าห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ ควรมีย่อประกอบใดบ้างที่จะเอื้อประโยชน์ต่อการเรียนการสอน โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นท่านมากที่สุด

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ส่วนนำเสนอเนื้อหา					
1. User's guide : แสดงคำแนะนำสำหรับผู้เรียนในการเรียน					
1.1 คำชี้แจงวิธีการใช้บทเรียน					
1.2 ขั้นตอนการเรียนรู้					
1.3 คำอธิบายลักษณะปุ่มการใช้งาน					
1.4 คุณสมบัติขั้นต่ำของเครื่องคอมพิวเตอร์					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน User's guide ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
2. Course Overview : แสดงภาพรวมโครงสร้างของรายวิชา เช่น วัตถุประสงค์การเรียนรู้, การประเมินผล, และกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 ชื่อรายวิชาที่ต้องการเรียน					
2.2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้					
2.3 เกณฑ์การให้คะแนน					
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้					
2.5 การประเมินผล					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Course Overview ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
3. Contents : เป็นส่วนสำหรับแสดงเนื้อหาในการเรียน รวมทั้งมีระบบติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน					
3.1 คำแนะนำการเรียน					
3.2 แสดงรายชื่อเนื้อหาการทดลอง					
3.3 แจ้งวัตถุประสงค์การเรียน					
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง					
3.5 แสดง Links แหล่งค้นคว้าอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา					
3.6 มีเสียงประกอบคำบรรยาย					
3.7 เนื้อหาสามารถพิมพ์ออกมาใช้งานได้					
3.8 ตัวอักษรเป็นแบบ Hyper text					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Contents ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี ได้แก่

มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
4. Learner Profile : เป็นส่วนเก็บประวัติการเรียนของผู้เรียน					
ส่วนที่แสดงให้ผู้อื่นอ่านได้					
4.1 ชื่อ - นามสกุล					
4.2 รหัสนักศึกษา					
4.3 ที่อยู่					
4.4 เบอร์โทรศัพท์					

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
4.5 E-Mail					
4.6 Web Page (ถ้ามี)					
ส่วนที่เป็นข้อมูลลับต้องให้รหัสผ่าน					
4.7 คะแนนสอบย่อย					
4.8 ข้อมูลป้อนกลับจากผู้สอน					
4.9 แจ้งผลการตรวจรายงานในครั้งที่ผ่านมา					
4.10 สถิติการเข้ามาใช้งาน					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Learner Profile ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี ได้แก่

มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
5. Instructor Profile: เป็นส่วนแสดงข้อมูลส่วนตัวของผู้สอน					
5.1 ชื่อ - นามสกุล					
5.2 ประวัติการศึกษา					
5.3 ประสบการณ์ในการทำงาน					
5.4 ตำแหน่ง					
5.5 รูปถ่าย					
5.6 ตารางเวลาที่สามารถพบอาจารย์ผู้สอน					
5.7 ผลงานทางวิชาการ					
5.8 ที่อยู่ห้องพักอาจารย์					
5.9 เบอร์โทรศัพท์					
5.10 E-Mail					
5.11 Web Page					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Instructor Profile ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้					
6. Communication : ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือ ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน					
6.1 E-Mail					
6.2 Msn Messenger					
6.3 Web Board					
6.4 Chat Room					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Communication ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
7. Bulletin Board : ใช้สำหรับให้ผู้สอนและผู้เรียนประกาศข่าวสารต่าง ๆ					
7.1 ปฏิทินการเรียน					
7.2 ประกาศข่าวสำหรับนักศึกษา					
7.3 ปฏิทินการสอบ					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Bulletin Board ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
8. Resources : แสดงรายชื่อเว็บไซต์ที่ผู้สอนจัดให้ใช้เป็นแหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ รวมทั้งมีเครื่องมือสืบค้นที่ใช้สำหรับค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลอื่นๆ นอกเหนือจากที่ผู้สอนจัดไว้ให้					
8.1 เว็บไซต์ห้องสมุดของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ					
8.2 สิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์					
8.3 เว็บไซต์ภาควิชาฟิสิกส์ของมหาวิทยาลัยต่างๆ					
8.4 Search Engine					
8.5 เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Resources ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง					
9. Video Clips : เพื่อแสดงการสาธิตการใช้อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทบทวนได้หลายรอบจนเกิดความเข้าใจในการทดลอง					
9.1 คำชี้แจง					
9.2 Video Clip แนะนำการใช้อุปกรณ์					
9.3 Video Clip การดำเนินการทดลอง					
9.4 Video Clip บรรยายเนื้อหา					
9.4 Video Clip ผลการทดลอง					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Video Clips ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
10. Experimental : ใช้เพื่อนำเสนอการทดลองและให้ผู้เรียนได้ฝึกทำปฏิบัติการทดลอง					
10.1 คำชี้แจง					
10.2 อุปกรณ์					
10.3 วิธีดำเนินการทดลอง					
10.4 มี Link ให้กลับไปศึกษาเนื้อหา					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Experimental ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
11. Experimental Report: ใช้สำหรับให้ผู้เรียนสรุปผลการทดลองของตนเอง และเพื่อให้ครูผู้สอนตรวจสอบระดับความรู้ของผู้เรียน					
11.1 คำชี้แจง					
11.2 แบบบันทึกผลการทดลองของผู้เรียน					
11.3 Link ส่งคำตอบไปยัง E-Mail ของผู้สอน					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Experimental Report ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
12. Exercise : เป็นแบบฝึกหัด					
12.1 คำชี้แจงแบบฝึกหัด					
12.2 แบบฝึกหัดย่อย					
12.3 แจกคะแนนและคำตอบที่ถูกต้องทันที					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Exercise ควรมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
13. Evaluation : ส่วนที่เป็นการประเมินผลการเรียน ของผู้เรียนว่าผ่านหรือไม่					
13.1 คำชี้แจง					
13.2 แบบทดสอบหลังเรียน					
13.3 รายงานผลการเรียน					

ท่านคิดว่าองค์ประกอบที่สำคัญในส่วน Evaluation ควรมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
การออกแบบลักษณะห้องปฏิบัติการเสมือนจริง					
14. การกำหนดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ในการ ทดลอง					
14.1 อุปกรณ์สามารถหมุนเคลื่อนที่ได้ 360 องศา					
14.2 อุปกรณ์สามารถขยายและลดขนาดของภาพ ได้					
14.3 มีการกำหนดค่าของตัวแปรในการทดลอง โดยใช้วิธีควบคุมโดยใช้เมาส์ลากวัตถุให้เคลื่อนที่					

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
14.4 มีการกำหนดค่าของตัวแปรในการทดลองโดยใช้วิธีป้อนค่าตัวเลขในช่องว่าง					
14.5 มีการกำหนดค่าของตัวแปรในการทดลองโดยใช้วิธีเลือกค่าตัวเลขที่กำหนดให้					
14.6 มีปุ่ม Reset เพื่อตั้งค่าตัวแปรใหม่					
14.7 มีปุ่ม Start เพื่อเริ่มต้นการทดลอง					
14.8 มีปุ่ม Stop เพื่อหยุดการทดลอง					
14.9 มีปุ่ม Pause เพื่อหยุดภาพการทดลองชั่วคราว					
14.10 มีปุ่ม Save การทดลองเมื่อผู้เรียนต้องการออกจากบทเรียนก่อนเรียนจบเนื้อหา และเมื่อผู้เรียนเข้าสู่ระบบอีกครั้งจะสามารถทำการทดลองได้อย่างต่อเนื่องทันที					
14.11 มีปุ่มปรับระดับความเร็วของการเคลื่อนที่ในการทดลองที่มีการแสดงการเคลื่อนที่					

ท่านคิดว่าการกำหนดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ในการทดลอง ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี

ได้แก่

.....

มีลักษณะอย่างไร

.....

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
15. การกำหนดการมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง					
15.1 เมื่อนำเมาส์ไปชี้ในตำแหน่งใด ๆ ที่สามารถแสดงความเชื่อมโยงไปตำแหน่งอื่นได้ เมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปมือ					
15.2 เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่อุปกรณ์จะมีข้อความบอกชื่ออุปกรณ์ปรากฏขึ้น					
15.3 เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่เมนู บาร์ จะมีข้อความบอกชื่อปุ่มต่าง ๆ					
15.4 เมนูบาร์ สามารถยุบ ขยายได้					
15.5 หน้าจอของ Video Clip สามารถยุบ ขยายได้					
15.6 มีนาฬิกาจับเวลาขณะที่เข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง					
15.7 แจ้งจำนวนสมาชิกที่กำลัง online ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง					
15.8 เมื่อมีการป้อนค่าตัวแปร จะแสดงผลการเปลี่ยนแปลงภาพในการทดลองทันที					

ท่านคิดว่าการกำหนดการมีปฏิสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
16. การกำหนด Feed back ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง					
16.1 มีกรอบข้อความแสดงขั้นตอนที่ถูกต้องปรากฏขึ้นเมื่อทำการทดลองฝึกขั้นตอน					
16.2 มีกรอบแสดงข้อความชมเชยปรากฏขึ้นเมื่อทำการทดลองถูกขั้นตอน					
16.3 มีการแสดงผลพิเศษ (Transition) เมื่อเปลี่ยนหน้าจอใหม่					
16.4 มีหน้าต่างย่อยเมื่อต้องการดูเนื้อหาเพิ่มเติมและมีปุ่มปิดเมื่อดูเนื้อหาเสร็จ					

ท่านคิดว่าการกำหนด Feed back ควรจะมีส่วนใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

☐

ไม่มี

☐

มี
ได้แก่
มีลักษณะอย่างไร

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (โปรดดูแบบจำลองที่แนบท้าย)

ท่านคิดว่าการออกแบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ มีความเหมาะสมหรือไม่

☐

เหมาะสม

☐

ควรปรับปรุง ได้แก่

1. ส่วน INPUT

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ส่วน PROCESS

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ส่วน OUT PUT

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวมทั้งหมด ควรปรับปรุง

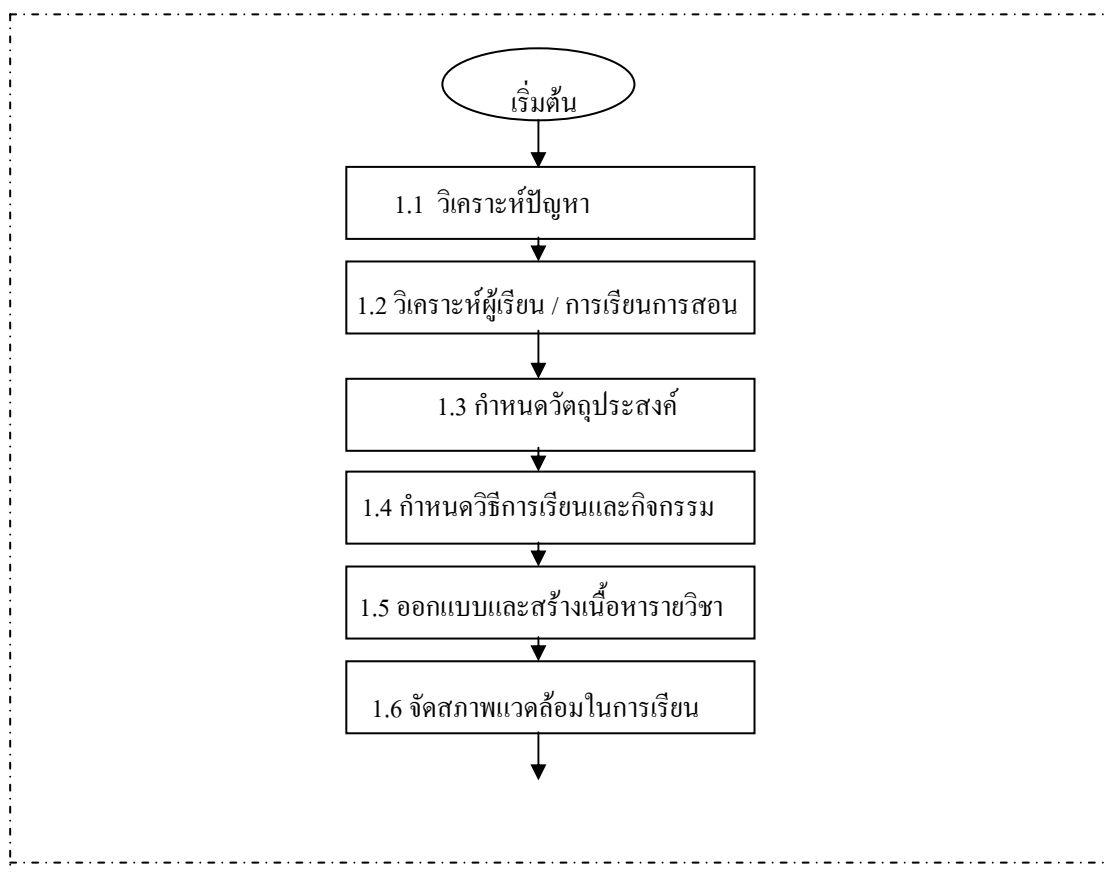
[illegible]

ตอนที่ 4

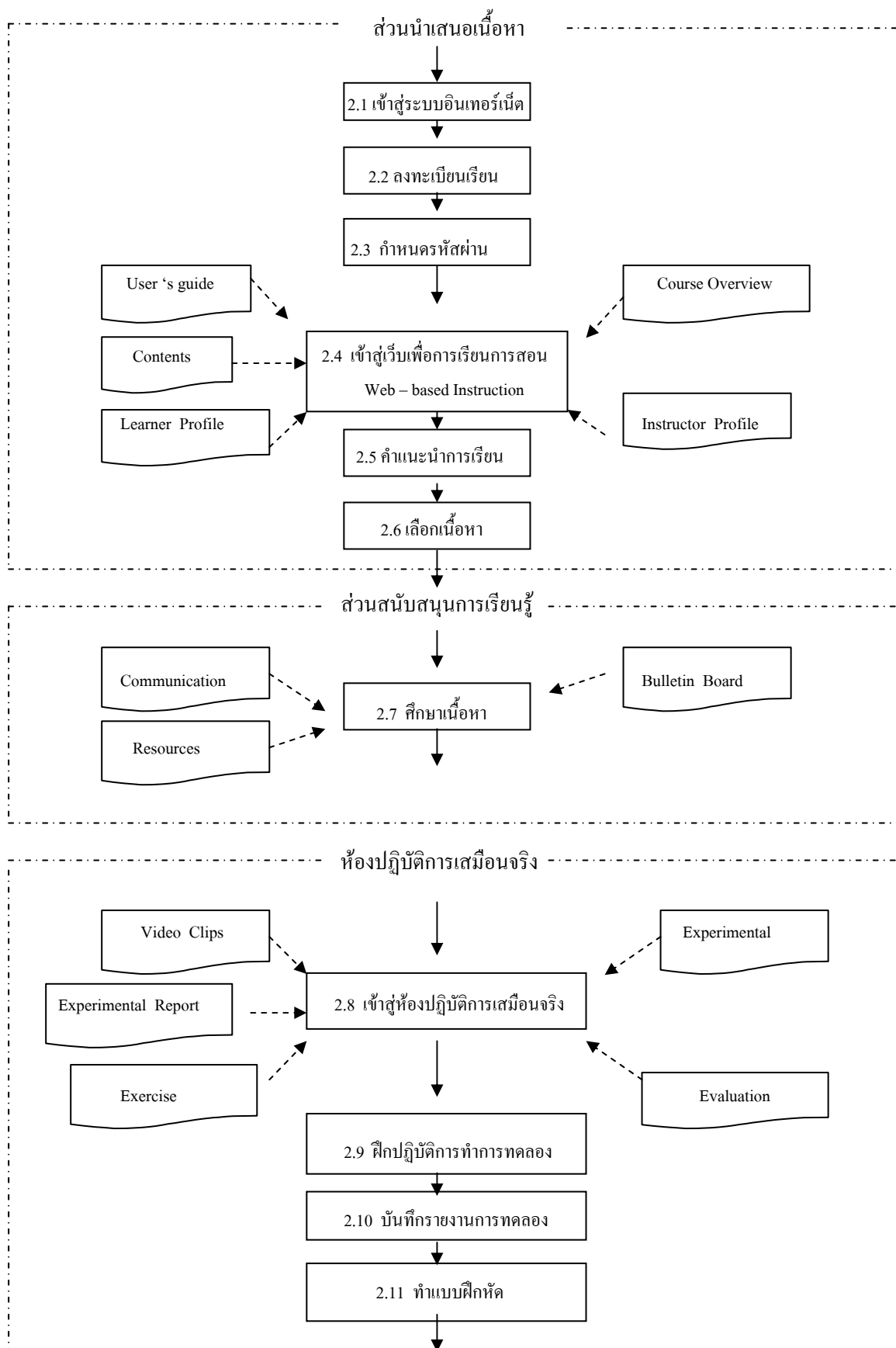
[illegible]

แบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์
สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

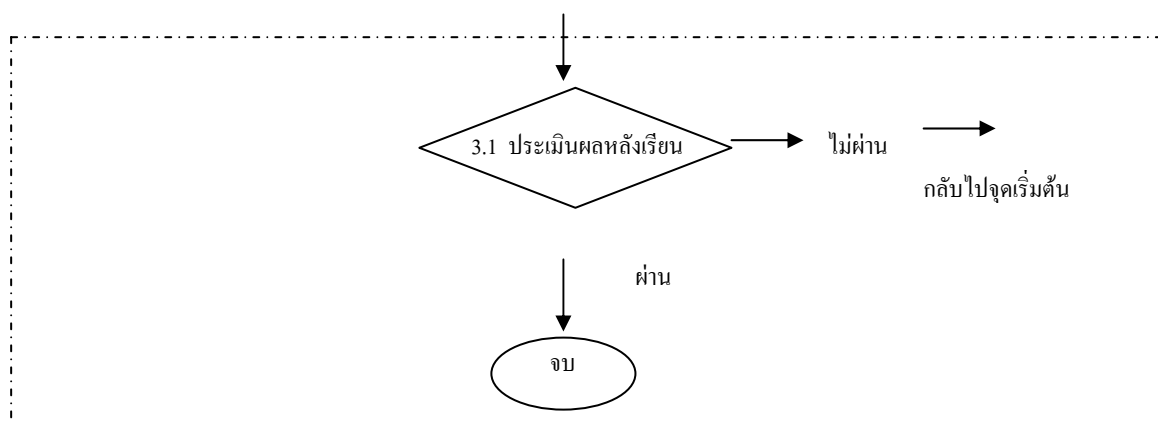
1. ส่วน INPUT



2. ส่วน PROCESS



3. ส่วน OUTPUT



ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือสำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือสำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 6 อย่าง ดังนี้คือ

1. แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4. แบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
5. แบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
6. แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

สำหรับการสร้างเครื่องมือทั้ง 6 ประเภทดังกล่าวข้างต้นนั้น ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ทำหน้าที่ในการประเมินและให้ข้อเสนอแนะในการสร้างและปรับปรุงเครื่องมือให้มีความถูกต้อง เหมาะสมตามหลักการและทฤษฎีของการสร้างเครื่องมือแต่ละประเภทก่อนที่จะนำไปทดลองใช้จริง โดยการวิจัยครั้งนี้จะมีผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่

1. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หรือเอก ในสาขาเทคโนโลยีการศึกษา หรือ สาขาที่เกี่ยวข้อง และมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
2. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หรือเอก และมีประสบการณ์เป็นผู้สอน หรือผู้วิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์
3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หรือเอก ในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ, ศาสตร์คอมพิวเตอร์ หรือ สาขาที่เกี่ยวข้อง และมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1. ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์

การสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้ทำการวิเคราะห์จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา และ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 5 ท่าน ดังมีรายนาม ดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พิชัย ทองดีเลิศ

ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลยีน หงส์ไพศาลวิวัฒน์

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาปนีย์ ธรรมเมธา

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

4. อาจารย์ ดร.ไพฑูรย์ ศรีฟ้า

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. อาจารย์ ดร.สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร

ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ในการสร้างแบบทดสอบหลังเรียน และเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน และเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้ทำการวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยได้วิเคราะห์จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิโดยสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หรือเอก และมีประสบการณ์เป็นผู้สอน หรือผู้วิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ จำนวน 5 ท่าน ดังมีรายนามดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ อิงคากุล
ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ ชัยจิต
ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวิทย์ เรืองไรรัตน์โรจน์
ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
4. อาจารย์ ปกรณ์ ปรีชาบุรณะ
ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
5. อาจารย์ มาลี สุทธิโอภาส
ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา และ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ จำนวน 5 ท่าน ทำการวิเคราะห์ และประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยมีรายชื่อดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พิชัย ทองดีเลิศ

ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อาจารย์ ดร.สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร

ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อาจารย์ ดร.ทิพรรัตน์ สิทธิวงศ์

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

4. อาจารย์ ดร.อนิรุทธิ์ สติมัน

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

5. อาจารย์ ปกรณ์ ปรีชาบุรณะ

ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ภาคผนวก จ

สรุปผลการประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย
อินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 สรุปผลการประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบ
เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

(n= 5)			
รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. ด้านการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน			
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.40	0.55	มาก
1.2 การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ	4.40	0.55	มาก
1.3 การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม	4.20	0.45	มาก
1.4 ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาชัดเจน	4.20	0.45	มาก
1.5 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอของบทเรียน	4.20	0.45	มาก
โดยรวม			
1.6 ความเหมาะสมในการจัดวางเมนูต่าง ๆ ในบทเรียน	4.00	0.71	มาก
1.7 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่นำเสนอในบทเรียน	3.80	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.17	0.51	มาก
2. ด้านความเหมาะสมของตัวอักษร			
2.1 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นหลัง	4.20	0.45	มาก
2.2 ความชัดเจนในการมองเห็นของตัวอักษร	4.00	0.71	มาก
2.3 ความเหมาะสมของแบบตัวอักษรในการนำเสนอ	3.80	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.00	0.53	มาก
3. ด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหา			
3.1 ความสอดคล้องของภาพประกอบและเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
3.2 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังที่ใช้กับรูปภาพ	4.20	0.45	มาก
3.3 ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพที่ใช้	4.20	0.45	มาก
3.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ	4.00	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.20	0.52	มาก

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

(n= 5)			
รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
4. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว (Video Clips)			
4.1 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	4.20	0.45	มาก
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพเคลื่อนไหวและเสียงบรรยาย	4.20	0.84	มาก
4.3 ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบ	4.00	0.71	มาก
4.4 การกระตุ้นความสนใจด้วยเสียงประกอบบทเรียน	4.00	1.00	มาก
4.5 ความเหมาะสมของดนตรีประกอบ	3.80	0.84	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.04	0.73	มาก
5. ด้านความเหมาะสมในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในบทเรียน			
5.1 ความสะดวกในลำดับขั้นการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
5.2 ความถูกต้องของการเชื่อมโยงข้อมูลในบทเรียน	4.20	0.45	มาก
5.3 ความถูกต้องในการโต้ตอบกับบทเรียน	4.20	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.27	0.46	มาก
6. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน			
6.1 ความน่าสนใจในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
6.2 การออกแบบการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมีความเหมาะสม	3.80	0.45	มาก
6.3 คำอธิบายในการใช้บทเรียนมีความเหมาะสม	3.80	0.45	มาก
6.4 สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในบทเรียนมีความชัดเจน	3.80	0.84	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.85	0.49	มาก
7. ด้านแบบฝึกหัด			
7.1 แบบฝึกหัดสามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.20	0.45	มาก
7.2 ความถูกต้องของคำตอบในแบบฝึกหัด	4.00	0.00	มาก
7.3 ความเหมาะสมของ Feedback ในแบบฝึกหัด	3.80	0.45	มาก

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

(n= 5)			
รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
ค่าเฉลี่ย	4.00	0.38	มาก
8. ด้านความเสมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการ			
8.1 คำอธิบายวิธีการทดลองมีความชัดเจน	4.40	0.55	มาก
8.2 ความเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการ ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการติดตามบทเรียนจนจบ	4.00	0.00	มาก
8.3 ความเสมือนจริงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง เช่นเดียวกับการเรียนในห้องปฏิบัติการจริง	3.80	0.45	มาก
8.4 ความเสมือนจริงของอุปกรณ์การทดลอง	3.80	0.45	มาก
8.5 ความเสมือนจริงของสภาพแวดล้อมในการเรียน	3.60	0.55	มาก
8.6 ความเร็วในการเรียกดูเนื้อหา	3.40	0.89	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.83	0.59	มาก

จากตารางผนวกที่ 5 พบว่าในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.83 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 และเมื่อพิจารณาในรายด้าน ปรากฏผลดังนี้

ด้านรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน

ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในด้านการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.17 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 โดยเรื่องเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์, การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ, การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม, ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหา มีความชัดเจน, ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอของบทเรียนโดยรวม, ความเหมาะสมในการจัดวางเมนูต่าง ๆ ในบทเรียน, ความสมบูรณ์ของ

เนื้อหาที่น่าสนใจในบทเรียน ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.40 4.40 4.20 4.20 4.20 4.00 3.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 0.55 0.45 0.45 0.45 0.71 และ 0.45 ตามลำดับ

ด้านความเหมาะสมของตัวอักษร

ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในด้านความเหมาะสมของตัวอักษร ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.00 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 โดยเรื่อง ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นหลัง, ความชัดเจนในการมองเห็นของตัวอักษร, ความเหมาะสมของแบบตัวอักษรในการนำเสนอ ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.20 4.00 3.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 0.71 และ 0.45 ตามลำดับ

ด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหา

ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหามีค่าเฉลี่ย 4.20 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 โดยเรื่อง ความสอดคล้องของภาพประกอบและเนื้อหา, ความเหมาะสมของสีพื้นหลังที่ใช้กับรูปภาพ, ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพที่ใช้, ความชัดเจนของภาพประกอบ ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.40 4.20 4.20 4.00 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 0.45 0.45 และ 0.71 ตามลำดับ

ด้านความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว (Video Clips)

ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในด้านความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว (Video Clips) มีค่าเฉลี่ย 4.04 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.73 โดยเรื่องความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย, ความสัมพันธ์ระหว่างภาพเคลื่อนไหวและเสียงบรรยาย, ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบ, การกระตุ้นความสนใจด้วยเสียงประกอบบทเรียน, ความเหมาะสมของดนตรีประกอบ ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.20 4.20 4.00 4.00 3.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 0.84 0.71 1.00 และ 0.84 ตามลำดับ

ด้านความเหมาะสมในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในบทเรียน

ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในด้านความเหมาะสมในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในบทเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.27 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 โดยเรื่องความสะดวกในลำดับขั้นการเรียน, ความถูกต้องของการเชื่อมโยงข้อมูลภายในบทเรียน, ความถูกต้องในการโต้ตอบกับบทเรียน ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.40 4.20 4.20 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 0.45 และ 0.45 ตามลำดับ

ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน

ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน มีค่าเฉลี่ย 3.85 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 โดยเรื่อง ความน่าสนใจในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน, การออกแบบการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมีความเหมาะสม, คำอธิบายในการใช้บทเรียนมีความเหมาะสม, สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในบทเรียนมีความชัดเจน ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.00 3.80 3.80 3.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00 0.45 0.45 และ 0.84 ตามลำดับ

ด้านแบบฝึกหัด

ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในด้านแบบฝึกหัดมีค่าเฉลี่ย 4.00 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 โดยเรื่อง แบบฝึกหัดสามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้, ความถูกต้องของคำตอบในแบบฝึกหัด, ความเหมาะสมของ Feedback ในแบบฝึกหัด ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.20 4.00 3.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 0.00 และ 0.45 ตามลำดับ

ด้านความเสมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการ

ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในด้านความเสมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ย 3.83 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 โดยเรื่อง คำอธิบายวิธีการทดลองมีความชัดเจน, ความเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการ ก่อให้เกิดแรงจูงในการติดตามบทเรียนจนจบ, ความเสมือนจริงของอุปกรณ์การทดลอง, ความเสมือนจริงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง เช่นเดียวกับการเรียนในห้องปฏิบัติการจริง, ความเสมือนจริงของสภาพแวดล้อมในการเรียน, ความเร็วในการเรียกดูเนื้อหา ทุกรายการมีเกณฑ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.40 4.00 3.80 3.80 3.60 3.40 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 0.00 0.45 0.45 0.55 และ 0.89 ตามลำดับ

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำเพื่อเป็นการปรับปรุงห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ สรุปได้มีดังนี้

1. Intro การเข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงช้ามาก
2. ควรเพิ่มเสียงดนตรีในช่วง การนำเข้าสู่ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
3. ควรเพิ่มเสียงเวลาที่ Click เลือกเมนูต่าง ๆ

ภาคผนวก จ

ภาพตัวอย่างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1. Login เข้าสู่ระบบ

http://classweb.tu.ac.th/moodle - iLLUSION

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://classweb.tu.ac.th/moodle/

Google Search

Thammasat Moodle Web

คุณยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ (เข้าสู่ระบบ)

Thai (th)

หน้าหลัก

News

ประเภทย่อยรายวิชา

การเพิ่มรายวิชาใหม่

หลังจากที่อาจารย์สมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว การเพิ่มรายวิชาใหม่อาจารย์สามารถส่งชื่อนามสกุล คณะ ชื่อวิชา รหัสวิชา มาที่ E-Mail : suree@tu.ac.th ซึ่งเป็นผู้ดูแลระบบ Moodle ได้ค่ะ

สถาบันประมวลข้อมูลฯ เปิดบริการ ClassWeb ใหม่

สถานีนประมวลข้อมูลฯ เปิดบริการ ClassWeb ใหม่ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป moodle ซึ่งมีควมยืดหยุ่น และคล่องตัว สูงกว่าโปรแกรมClassWeb เดิม ซึ่งโปรแกรม moodle จะสามารถปรับโปรแกรมให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เนื่องจากเป็นโปรแกรมประเภทฟรีแวร์

ปฏิทิน

September

เลือกสารประกอบ

ผู้ดูแลระบบ Moodle

ผู้ดูแลระบบ Moodle

2. นักศึกษากรอก

ชื่อผู้ใช้ :

รหัสผ่าน :

Thammasat Moodle Web

คุณยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ (เข้าสู่ระบบ)

clsmoodle >> ล็อกอินเข้าเว็บ

กลับมาที่เว็บนี้?

เข้าสู่ระบบโดยใช้ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของคุณ:
(เว็บเบราว์เซอร์ของคุณใช้คุกกี้เพื่อช่วยในการใช้งาน)

ชื่อผู้ใช้: pc955

รหัสผ่าน: ●●●

เข้าสู่ระบบ

บุคคลทั่วไปสามารถเข้าชมได้เฉพาะรายวิชาที่มี สัญลักษณ์หน้าคนคิดอยู่ เป็นคือ อนุญาตให้บุคคลทั่วไปเข้าศึกษาได้ นอกนั้น สำหรับท่านที่เป็นสมาชิกเท่านั้น:

เข้าสู่ระบบในฐานะบุคคลทั่วไป

ลืมชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่าน ?

ส่งรายละเอียดผ่านอีเมล

คุณเข้ามาที่นี่เป็นครั้งแรกหรือไม่?

สวัสดี

กรุณาสมัครสมาชิกใหม่เพื่อที่คุณจะสามารถ เข้าไปยังบทเรียนต่างๆได้ผ่านซึ่งคุณยังไม่จำเป็นต้องไปกังวลจนกว่าจะได้เป็นสมาชิกแล้วกรุณ

1. กรอกแบบฟอร์มสมัครสมาชิกใหม่
2. ระบบจะทำการส่งอีเมลไปยังอีเมลที่คุณให้ไว้
3. อ่านอีเมล จากนั้นคลิกที่ ลิงก์ในอีเมลนั้น
4. account ของคุณจะได้รับการยืนยัน และคุณสามารถล็อกอิน
5. เลือกรายวิชาที่ต้องการเข้าไปเรียน
6. ถ้าหากคุณถูกถามให้ใส่รหัสในการเข้าเรียนให้ใส่ รหัสที่อาจารย์
7. นับจากนี้คุณสามารถเข้าอ่านและใช้ข้อมูลในแต่ละรายวิชาได้ และ password เท่านั้น จากนั้น

สมัครเป็นสมาชิก

3. เมื่อเข้าสู่ระบบการเรียนแล้วให้เลือกรายวิชา sc 181 ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1

Thammasat Moodle Web

คุณเข้าสู่ระบบในชื่อ อรรถสิทธิ์ สำหรับ (ออกจากกระบวน)

Thai (th)

หน้าหลัก

News

สมัครเป็นสมาชิกกระบวน

ปฏิทิน

การเพิ่มรายวิชาใหม่

โดย ผู้ดูแลระบบ Moodle - Thursday, 19 July 2007, 02:28PM

หลังจากที่อาจารย์มีมติรับทราบเรียบร้อยแล้ว การเพิ่มรายวิชาใหม่อาจารย์สามารถส่งชื่อแนบสกุล คณะ ชื่อวิชา รหัสวิชา มาที่ E-Mail : suree@tu.ac.th ซึ่งเป็นผู้ดูแลระบบ Moodle ได้ละ

ตอบกระบวน (0 คำตอบ)

สถาบันประมวลข้อมูลฯ เปิดบริการ ClassWeb ใหม่

โดย ผู้ดูแลระบบ Moodle - Tuesday, 31 October 2006, 10:07AM

สถาบันประมวลข้อมูลฯ เปิดบริการ ClassWeb ใหม่ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป moodle ซึ่งมีความยืดหยุ่น และคล่องตัว สูงกว่าโปรแกรม ClassWeb เดิม ซึ่งโปรแกรม moodle จะสามารถปรับโปรแกรมให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เนื่องจากเป็นโปรแกรมประเภทฟรีแวร์

ตอบกระบวน (4 คำตอบ)

Messages

No messages

เอกสารประกอบ

คู่มือการใช้งานระบบ !

คู่มือการใช้งานระบบ !

ศึกษา

SC181 ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1

รายวิชาทั้งหมด...

4. ในระบบการเรียนจะประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 5 เรื่อง นักศึกษาสามารถเลือกบททวนบทเรียนอีกครั้งได้จากไฟล์ .mth

Thammasat Moodle Web

คุณเข้าสู่ระบบในชื่อ อรรถสิทธิ์ สำหรับ (ออกจากกระบวน)

clsmoodle » SC181

สมาชิก

นักเรียนและผู้สนใจ

กิจกรรมทั้งหมด

กระดานเสวนา

แบบทดสอบ

แบบสอบถาม

แหล่งข้อมูล

Search Forums

Advanced search

การจัดการระบบ

คะแนนทั้งหมด

แก้ไขข้อมูลส่วนตัว *

เปลี่ยนรหัสผ่าน

โครงสร้างรายสัปดาห์

กระดานข่าว

1 17September - 23September

คู่มือการเคลื่อนที่ของนิวตัน

คู่มือการเคลื่อนที่ของนิวตัน .mth

แบบฝึกหัด เรื่อง คู่มือการเคลื่อนที่ของนิวตัน

2 24September - 30September

พลังงานและโมเมนตัม

พลังงานและโมเมนตัม

แบบฝึกหัด เรื่อง พลังงานและโมเมนตัม

3 1October - 7October

การเคลื่อนที่แบบขั้วเปิดอาร์มอนิก

ขั้วเปิดอาร์มอนิก

แบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบขั้วเปิดอาร์มอนิก

ปฏิทิน

กิจกรรมของเว็บ

กิจกรรมกลุ่ม

กิจกรรมที่กำลังจะมาถึง

แบบทดสอบ (เริ่มให้ทำ)

แบบฝึกหัด เรื่อง คู่มือการเคลื่อนที่ของนิวตัน

5. ภาพ Intro การเข้าสู่บทเรียน



6. ภาพแสดงคำชี้แจงขั้นตอนการเรียนรู้

**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร**

**กฎการเคลื่อนที่
ของนิวตัน**
พลังงานโมเมนตัม
**การเคลื่อนที่
แบบขี้นเกลียวอนิก**
การสั่นพ้อง
กฎของบอยล์

คำชี้แจงขั้นตอนการเรียนรู้

ในการศึกษาเนื้อหาจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน พลังงานและโมเมนตัม การเคลื่อนที่แบบขี้นเกลียวอนิก การสั่นพ้อง และกฎของบอยล์ ขอให้นักศึกษาเลือกเนื้อหาที่ต้องการเรียน โดยให้เรียนตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ดังนี้

1. ศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้
2. ศึกษาชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
3. หลังจากนั้นจึงศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับเนื้อหานั้นให้เข้าใจอย่างละเอียด
4. นักศึกษาสามารถดูขั้นตอนในการทดลองได้จากไฟล์ Video Clip
5. เมื่อนักศึกษาเข้าใจเนื้อหาและขั้นตอนในการทดลองแล้ว จึงฝึกปฏิบัติทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

7. ภาพแสดง หน้าจอแรกของเนื้อหาที่ผู้เรียนเลือกเรียน



8. ภาพแสดง ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเนื้อหาที่ผู้เรียนเลือกเรียน



9. ภาพแสดง ในส่วนการทดลองภายในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง



10. ภาพแสดง ในส่วนทำการทดลองเมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดฝึก จะมีการ Feed back แจ้งผลคำตอบให้ทราบทันที

ตอน ที่ 1 การอนุรักษ์โมเมนตัม

ความยาวของ Glider (L_1) = m ความยาวของ Glider (L_2) = m

มวลของ Glider 1 + Bumper = kg มวลของ Glider 2 + Bumper = kg

ค่าต่างๆ	การทดลอง
t_{1i} (s)	
t_{1f} (s)	
t_{2i} (s)	
V_{1i} (m/s)	
V_{2i} (m/s)	0
P_i (kg.m/s)	
P_f (kg.m/s)	
% ความแตกต่างของ P_i จาก P_f	

ต้องแปลงหน่วยจาก cm ให้เป็น m
โดยนำค่าแบ่งที่วัดได้เป็น cm ทหารด้วย 100

ตรวจสอบคำตอบ

ภาคผนวก ข

แสดงการหาประสิทธิภาพขั้นกลุ่มเล็ก ของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่าน
ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของการหาประสิทธิภาพชั้นกลุ่มเล็กของห้องปฏิบัติการ
เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

คนที่	ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบฝึกหัด		ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ	
	ระหว่างเรียน (E_1)		หลังเรียน (E_2)	
	คะแนนที่ได้ (คะแนนเต็ม 25)	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนที่ได้ (คะแนนเต็ม 35)	คิดเป็นร้อยละ
1	17	68.00	28	80.00
2	18	72.00	26	74.28
3	15	60.00	30	85.71
4	22	88.00	24	68.57
5	19	76.00	27	77.14
6	20	80.00	29	82.85
7	16	64.00	29	82.85
8	25	100.00	26	74.28
9	18	72.00	24	68.57
10	20	80.00	26	74.28
11	15	60.00	30	85.71
12	19	76.00	22	62.85
13	25	100.00	30	85.71
14	24	96.00	27	77.14
15	19	76.00	25	71.42
คะแนนที่ได้	292	1168	403	1151.36
คะแนนเฉลี่ย	19.46	77.86	26.86	76.76
คิดเป็นร้อยละ	77.86		76.76	

ภาคผนวก ข

แสดงการหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง ของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน
ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของการหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง
ของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย
อินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

คนที่	ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบฝึกหัด		ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ	
	ระหว่างเรียน (E_1)		หลังเรียน (E_2)	
	คะแนนที่ได้ (คะแนนเต็ม 25)	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนที่ได้ (คะแนนเต็ม 35)	คิดเป็นร้อยละ
1	24	96.00	34	97.14
2	15	60.00	22	62.86
3	24	96.00	29	82.86
4	20	80.00	34	97.14
5	8	32.00	13	37.14
6	18	72.00	33	94.29
7	25	100.00	35	100.00
8	25	100.00	35	100.00
9	13	52.00	19	54.29
10	13	52.00	20	57.14
11	20	80.00	33	94.29
12	21	84.00	34	97.14
13	21	84.00	23	65.71
14	25	100.00	28	80.00
15	23	92.00	26	74.29
16	25	100.00	35	100.00
17	21	84.00	34	97.14
18	25	100.00	35	100.00
19	24	96.00	35	100.00
20	15	60.00	29	82.86

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

คนที่	ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบฝึกหัด		ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ	
	ระหว่างเรียน (E_1)		หลังเรียน (E_2)	
	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ
	(คะแนนเต็ม 25)		(คะแนนเต็ม 35)	
21	25	100.00	32	91.43
22	24	96.00	10	28.57
23	22	88.00	13	37.14
24	22	88.00	19	54.29
25	23	92.00	22	62.86
26	17	68.00	17	48.57
27	17	68.00	21	60.00
28	14	56.00	27	77.14
29	24	96.00	35	100.00
30	24	96.00	23	65.71
31	20	80.00	31	88.57
32	21	84.00	25	71.43
33	16	64.00	29	82.86
34	23	92.00	35	100.00
35	13	52.00	29	82.86
36	21	84.00	22	62.86
37	16	64.00	28	80.00
38	16	64.00	31	88.57
39	20	80.00	33	94.29
40	21	84.00	25	71.43

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

คนที่	ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบฝึกหัด		ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ	
	ระหว่างเรียน (E_1)		หลังเรียน (E_2)	
	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ
	(คะแนนเต็ม 25)		(คะแนนเต็ม 35)	
41	20	80.00	22	62.86
42	18	72.00	25	71.43
43	16	64.00	35	100.00
44	19	76.00	35	100.00
45	25	100.00	24	68.57
46	24	96.00	25	71.43
47	22	88.00	18	51.43
48	16	64.00	29	82.86
49	18	72.00	27	77.14
50	17	68.00	33	94.29
51	20	80.00	32	91.43
52	20	80.00	25	71.43
53	19	76.00	29	82.86
54	25	100.00	26	74.29
55	23	92.00	35	100.00
56	18	72.00	34	97.14
57	25	100.00	28	80.00
58	25	100.00	34	97.14
59	19	76.00	26	74.29
60	22	88.00	22	62.86

ภาคผนวก ณ

**แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์**

แบบประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

เรื่อง : การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

โดย : นางสาวศันสนีย์ สัมสรค้อนันต์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อแบบจำลองของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

คำชี้แจง

แบบประเมินชุดนี้ต้องการทราบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อได้ทราบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้วผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงห้องปฏิบัติการเสมือนจริงต่อไป

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะทั่วไป

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล
 คุณวุฒิการศึกษา สาขา
 ตำแหน่งทางวิชาการ
 สถานที่ทำงาน
 สถานที่ติดต่อ
 เบอร์โทรศัพท์ E-Mail

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ด้านการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน					
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
1.2 การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม					
1.3 การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ					
1.4 ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาชัดเจน					
1.5 ความเหมาะสมในการจัดวางเมนูต่าง ๆ ในบทเรียน					
1.6 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอของบทเรียนโดยรวม					
1.7 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่นำเสนอในบทเรียน					

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
2. ด้านความเหมาะสมของตัวอักษร					
2.1 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นหลัง					
2.2 ความเหมาะสมของแบบตัวอักษรในการนำเสนอ					
2.3 ความชัดเจนในการมองเห็นของตัวอักษร					
3. ด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหา					
3.1 ความชัดเจนของภาพประกอบ					
3.2 ความสอดคล้องของภาพประกอบและเนื้อหา					
3.3 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังที่ใช้กับรูปภาพ					
3.4 ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพที่ใช้					
4. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว (Video Clips)					
4.1 ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบ					
4.2 การกระตุ้นความสนใจด้วยเสียงประกอบบทเรียน					
4.3 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย					
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพเคลื่อนไหวและเสียงบรรยาย					
4.5 ความเหมาะสมของดนตรีประกอบ					
5. ด้านความเหมาะสมในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในบทเรียน					
5.1 ความสะดวกในลำดับขั้นการเรียนรู้					
5.2 ความถูกต้องของการเชื่อมโยงข้อมูลในบทเรียน					
5.3 ความถูกต้องในการโต้ตอบกับบทเรียน					

กิจกรรม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
6. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน					
6.1 การออกแบบการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมีความเหมาะสม					
6.2 ความน่าสนใจในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน					
6.3 คำอธิบายในการใช้บทเรียนมีความเหมาะสม					
6.4 สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในบทเรียนมีความชัดเจน					
7. ด้านแบบฝึกหัด					
7.1 แบบฝึกหัดสามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
7.2 ความถูกต้องของคำตอบในแบบฝึกหัด					
7.3 ความเหมาะสมของ Feedback ในแบบฝึกหัด					
8. ด้านความเหมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการ					
8.1 คำอธิบายวิธีการทดลองมีความชัดเจน					
8.2 ความเร็วในการเรียกดูเนื้อหา					
8.3 ความเหมือนจริงของอุปกรณ์การทดลอง					
8.4 ความเหมือนจริงของสภาพแวดล้อมในการเรียน					
8.5 ความเหมือนจริงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง เช่นเดียวกับการเรียนในห้องปฏิบัติการจริง					
8.6 ความเหมือนจริงในห้องปฏิบัติการ ก่อให้เกิดแรงจูงในการติดตามบทเรียนจนจบ					

ภาคผนวก ญ

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องทางด้านเนื้อหาวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (SC.181)

สรุปผลการวิเคราะห์
แบบประเมินความสอดคล้องทางด้านเนื้อหาวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (SC.181)

ข้อคำถาม	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 1. ท่านคิดว่าเนื้อหา เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
2. ท่านคิดว่าภาพประกอบ เนื้อหาเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันมีความชัดเจน และมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้	1	-1	1	1	1	3	0.6	เหมาะสม
เรื่อง พลังงานและโมเมนตัม 1. ท่านคิดว่าเนื้อหา เรื่อง พลังงานและโมเมนตัม มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่	1	-1	1	1	1	3	0.6	เหมาะสม
2. ท่านคิดว่าภาพประกอบ เนื้อหาเรื่องพลังงานและโมเมนตัมมีความชัดเจน และมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้	1	-1	1	1	1	3	0.6	เหมาะสม

สรุปผลการวิเคราะห์
แบบประเมินความสอดคล้องทางด้านเนื้อหาวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (SC.181)

ข้อคำถาม	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบขิมเปิดฮาร์โมนิก 1. ท่านคิดว่าเนื้อหา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบขิมเปิดฮาร์โมนิก มีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่	0	1	0	1	1	3	0.6	เหมาะสม
2. ท่านคิดว่าภาพประกอบ เนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบขิมเปิดฮาร์โมนิกมีความชัดเจนและมีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้	0	1	0	1	1	3	0.6	เหมาะสม
เรื่อง การสั่นพ้อง 1. ท่านคิดว่าเนื้อหา เรื่อง การสั่นพ้องมีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่	1	1	0	1	1	4	0.8	เหมาะสม
2. ท่านคิดว่าภาพประกอบ เนื้อหาเรื่อง การสั่นพ้อง มีความชัดเจนและมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้	1	1	0	1	1	4	0.8	เหมาะสม

สรุปผลการวิเคราะห์
แบบประเมินความสอดคล้องทางด้านเนื้อหาวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 (SC.181)

ข้อคำถาม	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
เรื่อง กฎของบอยล์ 1. ท่านคิดว่าเนื้อหา เรื่อง กฎของบอยล์ มีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
2. ท่านคิดว่าภาพประกอบ เนื้อหาเรื่อง กฎของบอยล์ มีความชัดเจนและมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม

ภาคผนวก ฎ
แสดงรายละเอียดตารางวิเคราะห์หลักสูตร

ตารางผนวกที่ 4 แสดงรายละเอียดตารางวิเคราะห์หลักสูตร

เนื้อหา	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
	ระดับ ความรู้ ความจำ	ระดับ ความ เข้าใจ	ระดับ การ นำไป ใช้	ระดับการ วิเคราะห์	ระดับการ สังเคราะห์	ระดับ ประเมิน ค่า	
1.กฎการเคลื่อนที่ ของนิวตัน	7	-	-	7	-	-	14
2. พลังงานและ โมเมนตัม	7	-	-	7	-	-	14
3. การเคลื่อนที่แบบ ซิมเปิลฮาร์โมนิก	-	9	5	-	-	-	14
4. การสั่นพ้อง	5	-	9	-	-	-	14
5. กฎของบอยล์	7	7	-	-	-	-	14
รวม	26	16	14	14	-	-	70

ภาคผนวก ฎ

ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบหลังเรียน
จากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตารางผนวกที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์หาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา
ของแบบทดสอบหลังเรียนจากการเรียนกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เรื่องที่ 1 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ข้อสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	0	1	1	4	0.8	เหมาะสม
2	-1	1	0	1	-1	0	0	ไม่เหมาะสม
3	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
4	-1	1	1	1	1	3	0.6	เหมาะสม
5	1	0	-1	1	-1	0	0	ไม่เหมาะสม
6	1	1	1	1	-1	3	0.6	เหมาะสม
7	1	1	1	1	-1	3	0.6	เหมาะสม
8	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
9	1	0	-1	1	-1	0	0	ไม่เหมาะสม
10	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
11	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
12	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
13	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
14	1	1	-1	1	1	3	0.6	เหมาะสม

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

เรื่องที่ 2 พลังงานและโมเมนตัม

ข้อสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
1	-1	1	1	1	-1	1	0.2	ไม่เหมาะสม
2	-1	1	1	1	1	3	0.6	เหมาะสม
3	1	1	1	1	0	4	0.8	เหมาะสม
4	1	1	1	1	-1	3	0.6	เหมาะสม
5	-1	0	1	1	-1	0	0	ไม่เหมาะสม
6	1	0	0	1	1	3	0.6	เหมาะสม
7	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
8	1	1	-1	1	-1	1	0.2	ไม่เหมาะสม
9	0	1	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
10	-1	0	-1	1	1	0	0	ไม่เหมาะสม
11	1	1	0	1	1	4	0.8	เหมาะสม
12	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
13	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
14	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

เรื่องที่ 3 การเคลื่อนที่แบบซึมเปิดฮาร์โมนิก

ข้อสอบ		คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
1	1	1	-1	1	-1	1	0.2	ไม่เหมาะสม
2	1	1	1	1	-1	3	0.6	เหมาะสม
3	1	1	1	1	-1	3	0.6	เหมาะสม
4	0	1	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
5	1	0	1	1	-1	2	0.4	ไม่เหมาะสม
6	1	-1	1	1	1	3	0.6	เหมาะสม
7	0	1	1	1	0	3	0.6	เหมาะสม
8	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
9	-1	0	1	1	1	2	0.4	ไม่เหมาะสม
10	0	0	1	1	1	3	0.6	เหมาะสม
11	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
12	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
13	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
14	1	1	0	1	-1	2	0.4	ไม่เหมาะสม

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

เรื่องที่ 4 การสนับสนุน

ข้อสอบ		คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
1	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
2	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
3	1	1	-1	1	1	3	0.6	เหมาะสม
4	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
5	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
6	1	0	1	1	-1	2	0.4	ไม่เหมาะสม
7	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
8	1	1	1	1	-1	3	0.6	เหมาะสม
9	1	1	1	1	-1	3	0.6	เหมาะสม
10	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
11	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
12	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
13	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
14	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

เรื่องที่ 5 กฎของบอยล์

ข้อสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
2	1	0	1	1	0	3	0.6	เหมาะสม
3	1	0	1	1	0	3	0.6	เหมาะสม
4	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
5	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
6	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
7	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
8	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
9	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
10	-1	1	1	1	1	3	0.6	เหมาะสม
11	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
12	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
13	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม
14	1	0	1	1	1	4	0.8	เหมาะสม

ภาคผนวก จ

แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอน
ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

**แบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบ
เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์**

คำชี้แจง

แบบสำรวจชุดนี้ ต้องการทราบความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้าน
วิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อได้ทราบความคิดเห็นของนิสิตแล้วผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล
โดยรวมต่อไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ความพึงพอใจด้านรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาใน บทเรียน					
1.1 การนำเข้าสู่บทเรียนเร้าความสนใจ					
1.2 การจัดวางเมนูสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน					
1.3 ภายในบทเรียนมีข้อมูลครอบคลุมเนื้อหาที่ ต้องการ					
1.4 การออกแบบบทเรียนมีความน่าสนใจ					
1.5 ความยาวในแต่ละหน้าจอที่นำเสนอใน บทเรียนมีความเหมาะสม					
2. ความพึงพอใจด้านความเหมาะสมของตัวอักษร					
2.1 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นหลัง					
2.2 ขนาดของตัวอักษรในการนำเสนอ					
2.3 รูปแบบของตัวอักษรในการนำเสนอ					
2.4 ความชัดเจนในการมองเห็นของตัวอักษร					

กิจกรรม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
3. ความพึงพอใจด้านความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหาและภาพเคลื่อนไหว (Video Clips)					
3.1 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังที่ใช้กับรูปภาพ					
3.2 การใช้ภาพสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในบทเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย					
3.3 ภาพประกอบมีความชัดเจน และเหมาะสม					
3.4 ความเร็วในการเรียกดูภาพเคลื่อนไหวในบทเรียน					
3.5 ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบ					
3.6 ความเหมาะสมของดนตรีประกอบ					
4. ความพึงพอใจด้านการเชื่อมโยง และมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลภายในบทเรียน					
4.1 คำชี้แจงในบทเรียนมีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย					
4.2 การเฉลยคำถามในรูปแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม					
4.3 แบบฝึกหัดที่มีในบทเรียนสามารถทบทวนและประเมินผลได้ตรงตามเนื้อหา					
5. ความพึงพอใจด้านความเหมือนจริงภายในห้องปฏิบัติการ					
5.1 คำอธิบายวิธีการทดลองมีความชัดเจน					
5.2 ความเร็วในการเรียกดูเนื้อหา					
5.3 ความเหมือนจริงของอุปกรณ์การทดลอง					
5.4 ความเหมือนจริงของสภาพแวดล้อมในการเรียน					
5.5 ความเหมือนจริงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง เช่นเดียวกับการเรียนในห้องปฏิบัติการจริง					
5.6 ความเหมือนจริงในห้องปฏิบัติการ ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการติดตามบทเรียนจนจบ					

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวคันสนีย์ สังสรรค์อนันต์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 2 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดอุดรธานี
ประวัติการศึกษา	- การศึกษาระดับบัณฑิต (เทคโนโลยีทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตสงขลา - ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผลงานดีเด่น	ครูประจำกลุ่มดีเด่น ประจำปี 2540 จากศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียน อ.เมืองเชียงใหม่ กรมการศึกษานอกโรงเรียนภาคเหนือ
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	- ทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยประเภทวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2548 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ - ทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อการตีพิมพ์ ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ ประจำปีงบประมาณ 2549 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์