



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา
โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

The study of using Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab
Package on energy in Science Strand, Grade 6 : Case Study Wicheinchom
School Songkhla Province

นายสุวรรณ โชติการ
อาจารย์นิพัทธ์ อินทอง

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556
มหาวิทยาลัยทักษิณ

สัญญาเลขที่ R01-2556A10502021

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา
โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

The study of using Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab
Package on energy in Science Strand, Grade 6 : Case Study Wicheinchom
School Songkhla Province

นายสุวรรณ โชติการ
อาจารย์นิพัทธ์ อินทอง

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556
มหาวิทยาลัยทักษิณ



คำรับรองคุณภาพ

รายงานวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษาโรงเรียน
วิเชียรชม จังหวัดสงขลา

ผู้วิจัย สุวรรณ โชติการ และนิพัทธ์ อินทอง

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ ขอรับรองว่ารายงานวิจัยฉบับนี้ได้ผ่านการประเมินจาก
ผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว มีความเห็นว่าผลงานวิจัยฉบับนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์

- ดีมาก
- ดี
- ปานกลาง
- พอใช้
- ควรปรับปรุง

(รองศาสตราจารย์เกษม อัสวตรีรัตนกุล)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

3 มีนาคม 2559

ประกาศคุณูปการ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2556

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.พงษ์พันธ์ พิณโท ผู้อำนวยการสำนักคอมพิวเตอร์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ที่ปรึกษาและสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์ชัชวาล ชุมรักษา ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบรายงานและบทความงานวิจัยครั้งนี้ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พูนสุข อุดม ที่ช่วยให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือวิจัย อาจารย์สมปอง ยอดมณี รองผู้อำนวยการโรงเรียนวิเชียรชม ที่ให้ความอนุเคราะห์การเก็บข้อมูลภาคสนามในงานวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์พรรณี แพงทิพย์, นายธรรมชาติ ทองแดง, ดร. ปรียา สงค์ประเสริฐ, นางพีระพันธ์ ชูชาติ, นางอังคลักษณ์ พลไชย, นางมณฑา คำสุข, นางวิภา นกแก้ว และนางสาวอารมณ มีศรีสุข ที่ได้สละเวลาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

ขอขอบคุณบุคลากรสำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณทุกท่าน ที่สนับสนุนและให้กำลังในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณครูโรงเรียนวิเชียรชมสละเวลาและความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ได้

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อหาประสิทธิภาพสื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบหลังเรียนและคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ หาความพึงพอใจการใช้งาน และหารูปแบบการบูรณาการการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวิจัยครั้งนี้ยึดแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนแบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest Posttest Control Group Design) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นกลุ่มตัวอย่างนักเรียนโรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งไม่เคยเรียนเนื้อหาพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 107 คน ได้มาด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพสื่อ จำนวน 42 คน , กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงจำนวน 33 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ด้วยวิธีการปกติจำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงที่สร้างขึ้นทดลองหาประสิทธิภาพโดยการใช้เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพสื่อ 80/80 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ด้วยการวัดซ้ำภายหลังการทดสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์ โดยการทดสอบค่าที่ที่กลุ่มตัวอย่างอิสระต่อกัน (independent t-test) สุดท้ายหาความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์และชุดการทดลองเสมือนจริงโดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 82.36/81.33 ซึ่งสูงกว่าที่กำหนดไว้ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ย ภาพรวม 4.5737 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .31541

5. รูปแบบการบูรณาการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการลดความแตกต่างระหว่างบุคคลและใช้ในการทบทวนและระลึกความจำก่อนเข้าสู่บทเรียนใหม่

Abstract

This research aims to find the efficiency of media performance, to compare student' achievement between pretest and posttest, to compare between posttest score and their retention of learning, to find satisfaction using Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab Package, and to integrate the use Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab Package.

The research was an experimental research using Pretest Posttest Control Group Design. The sampling were 107 grade 6 students who have never studied energy content at Wichianchom School, Songkhla Province. The purposive sampling method was used to categorize sampling: to compare student achievement and retention and 32 students were used as a control group. The research tools use are Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab Package through efficiency procedure criterion, an achievement test, and a satisfactory evaluation form. Researcher used Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab Package built for performance with the criterion of 80/80, the comparison of student' done twice by using t-test and the satisfaction of using Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab Package was evaluated by mean and standard deviation.

Findings are as follows:

1. Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab Package on energy in science strand, Grade 6 was found at 82.36/81.33 above the standardized criterion of 80/80.
2. Achievement test between pretest and posttest of the experiment group and control group were statistically significant at .01.
3. Retention in the learning of the experiment group and control group were statistically significant at .01.
4. Satisfactory overview in the Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab Package was at highest level with the mean of 4.5737 and standard deviation of .31541.

5. The integration of Computer Assisted Instruction Lesson and Virtual Lab Package in reviewing and recall memory before new lessons of the individual difference were reduced.

สารบัญ

ประกาศคุณูปการ	
บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
สารบัญ	
สารบัญตาราง	
สารบัญภาพ	
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
สมมุติฐานการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
การทดลองเสมือนจริง.....	43
การศึกษารายบุคคล.....	53
การออกแบบการสอนการทดลองเสมือนจริง.....	57
ความคงทนในการเรียนรู้.....	65
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	70
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	74
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	75
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	76
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84

บทที่ 5 อภิปรายผลสรุปและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์การวิจัย.....	94
สมมุติฐาน.....	95
ขอบเขตการวิจัย.....	95
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	98
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	99
สรุปผลการวิจัย.....	99
อภิปรายผล.....	100
ข้อเสนอแนะ.....	105
ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	106
บรรณานุกรม.....	107
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย.....	117
ภาคผนวก ข การหาค่าคุณภาพเครื่องมือ.....	119
ภาคผนวก ค ตารางวิเคราะห์หลักสูตร.....	126
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	128
ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	145
ภาคผนวก ฉ ประวัติคณะวิจัย.....	164

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ช่วงคะแนนในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสูง ปานกลาง และต่ำ.....	4
ตารางที่ 2	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพ.....	5
ตารางที่ 3	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว.....	5
ตารางที่ 4	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก.....	6
ตารางที่ 5	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่.....	6
ตารางที่ 6	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้.....	7
ตารางที่ 7	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นกลุ่มควบคุม.....	7
ตารางที่ 8	เปรียบเทียบการทดลองในห้องปฏิบัติการกับการทดลองเสมือนจริงด้าน การศึกษา	52
ตารางที่ 9	จำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนความคงทนในการเรียนรู้.....	74
ตารางที่ 10	ผลการประเมินคุณภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลอง เสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ด้านเนื้อหา.....	85
ตารางที่ 11	ผลการประเมินคุณภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลอง เสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา.....	86
ตารางที่ 12	ผลการหาประสิทธิภาพของพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการ ทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6.....	88
ตารางที่ 13	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจาก พบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม.....	89

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการ เรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	90
ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำแนกกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม.....	90
ตารางที่ 16 ผลการหาความคงทนในการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุด ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	91
ตารางที่ 17 ผลการหาความคงทนในการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุด ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำแนกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	92
ตารางที่ 18 ความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการ ทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6.....	93
ตารางที่ 19 ช่วงคะแนนในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ.....	95
ตารางที่ 20 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ คงทนในการเรียนรู้กลุ่มทดลอง.....	97
ตารางที่ 21 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ คงทนในการเรียนรู้กลุ่มควบคุม.....	97
ตารางที่ 22 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	120
ตารางที่ 23 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	122
ตารางที่ 24 หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการ ทดลองเสมือนจริง.....	124

ตารางที่ 25 ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือน จริงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา.....	126
ตารางที่ 26 ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือน จริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา.....	127
ตารางที่ 27 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 เรื่อง พลังงาน.....	129

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่ 1 โครงสร้างของบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์.....	17
ภาพประกอบที่ 2 แผนผังการออกแบบการทดลองแนวทางโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	61
ภาพประกอบที่ 3 การออกแบบการสอนการทดลอง.....	62
ภาพประกอบที่ 4 การออกแบบการสอนการทดลองโดยใช้การทดลองเสมือนจริง.....	63
ภาพประกอบที่ 5 แผนผังด้านการกายภาพที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ.....	63
ภาพประกอบที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	78

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การปฏิรูปการศึกษาที่ผ่านมารัฐบาลมีความพยายามที่ต้องการยกระดับคุณภาพการศึกษา ในปี พ.ศ. 2552-2561 เพราะจากการประเมินผลการปฏิรูปการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีหลายเรื่องประสบความสำเร็จและยังมีอีกหลายเรื่องที่มีปัญหาต้องเร่งพัฒนา สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ได้ประกาศผลสอบการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ หรือโอเน็ต ประจำปีการศึกษา 2553 ของระดับชั้น ป.6 และ ม.3 ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยแต่ละวิชาอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้จากคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนเต็ม 100 คะแนนพบว่า ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 41.56 ขณะที่ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปี 3 วิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 29.17 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลคะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น ป.6 และ ม. 3 มีคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำกว่าเกณฑ์จะต้องได้รับการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน สอดคล้องกับการศึกษาวิจัย เรื่อง The Ability in Competition in Education of Thailand of Year 2001 การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนจะเน้นเพียงแต่เนื้อหามากกว่า กระบวนการและการคิดวิเคราะห์ทั้งยังขาดการสะท้อนภาพของวิทยาศาสตร์ เช่น ขาดการเชื่อมโยงกับสังคมและวัฒนธรรม ขาดความคิดสร้างสรรค์ เพราะการสอนเน้นการบรรยาย และการทดลองที่ขั้นตอนต่าง ๆ มักจะนำเสนอออกมาในลักษณะที่ให้นักเรียนปฏิบัติเป็นข้อ ๆ ทำให้นักเรียนขาดการคิดวิเคราะห์การสังเกตซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนบางครั้งแนวคิดวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวอย่างเดียวหรือการถ่ายทอดเนื้อหาเหมือนความเรียง หลักการทางวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาที่ศึกษาในกิจกรรมการเรียนการสอน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างความรู้ให้เกิดขึ้นกับตัวเอง ทำให้เกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เปิดโอกาสให้มีการสะท้อนความคิด ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนลงมือปฏิบัติทดลองทางวิทยาศาสตร์

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้มีเทคโนโลยีหนึ่งๆที่เรียกว่า การทดลองเสมือนจริง หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Virtual Lab โดยกระทำการทดลองผ่าน เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งแดน คาร์นีวาเล (DAN CARNEVALE) ได้เขียนบทความ เรื่อง The Virtual Lab Experiment ได้กล่าวว่าการทดลองเสมือนจริงเป็นการทำการทดลอง วิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถทบทวนหรือลงมือทำการทดลองจนเกิดความ เข้าใจ การจัดการเรียนการสอนผ่านการทดลองเสมือนจริงสามารถจัดการเรียนให้กับผู้เรียน ได้เป็นจำนวนมาก เป็นการประหยัดงบประมาณในการทำการทดลอง ลดอันตรายที่เกิดขึ้นจาก การทดลอง สามารถจัดการทดลองในลักษณะที่ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ โดยอาจอยู่ใน ประเภทของซีดีรอม (DAN CARNEVALE, 2003) Ioannis Lefkos, Dimitris Psillos และEuripides Hatzikraniotis ได้ทำการวิจัยเรื่อง Designing experiments on thermal interactions by secondary-school students in a simulated laboratory environment ในบทความของวารสาร Research in Science & Technological Education โดยทำการทดลองกับนักเรียนระดับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นใน ประเทศกรีซจำนวน 40 คน โดยให้นักเรียนทำงานทดลองในลักษณะของสถานการณ์จำลอง เสมือนจริง ซึ่งเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนพบว่า ความสามารถของนักเรียนของที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการออกแบบการทดลองได้ดีมากขึ้น (Ioannis Lefkos, Dimitris Psillos & Euripides Hatzikraniotis, 2011)

การวิจัย Z.C. Zacharia ได้ทำการวิจัยเรื่อง Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students conceptual understanding of electric circuits โดยทำการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ทำการทดลองโดยบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับการทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการทดลองจริง ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับการทำกิจกรรมทดลองโดยใช้ชุดการทดลองเสมือนจริงพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการทดลองเสมือนจริงสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง (Z.C. Zacharia, 2007)

เทคโนโลยีที่สามารถจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยไม่จำกัดเวลา และสถานที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความต้องการของผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาที่ไม่ เข้าใจสามารถเรียนรู้ได้โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) การจัดการศึกษาในปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการในการจัด สภาพแวดล้อม จากเดิมที่ผู้เรียนจะต้องเรียนภายในห้องเรียนและการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระดานดำ ซึ่งในปัจจุบันต้องการจัดสภาพแวดล้อมหรือส่งเสริมให้มีบรรยากาศที่ ต้องการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม แนวคิดหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม คือ การบูรณา

การเทคโนโลยีในการสอนและการเรียนรู้ ได้แก่ การใช้สื่อหลายอย่างมาใช้ร่วมกันเพื่อช่วยสื่อความหมายในลักษณะจากเดิมที่เคยใช้มาเรียกว่าสื่อประสม สื่อประสม คือการฝังประสบการณ์ลงบนระบบประสาทสัมผัสของผู้เรียน ผลจากการตรวจสอบพบว่าสื่อประสมมีความเข้าใจเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้สอนมีความจำเป็นต้องใช้สื่อประสมเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงการเรียนรู้กระตุ้นความสนใจและการตอบสนอง กระตุ้นการทำงานเป็นกลุ่ม อีกทั้งความจริงเสมือนเป็นการประยุกต์สื่อประสม ด้วยการพัฒนาภาพสภาพแวดล้อม ทำให้ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในกิจกรรม เป็นการสัมผัสลักษณะเฉพาะตัว (ดลิต ขาวเหลือง, 2549)

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญ ในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การวิเคราะห์และสังเคราะห์ ข้อมูลอย่างมีเหตุมีผล สามารถค้นหาความรู้ด้วยตัวเอง จึงได้ทำการศึกษาวิจัยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษาโรงเรียนวิเชียรชม เพื่อที่ ต้องการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียน ความพึงพอใจของผู้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงและนำเสนอรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไม่น้อยกว่า 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของภาพรวม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของภาพรวม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4. เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

5. เพื่อนำเสนอรูปแบบการบูรณาการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

สมมุติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน และนักเรียนด้วยวิธีการเรียนปกติไม่แตกต่างกัน
2. คะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนด้วยวิธีการเรียนปกติไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิเชียรชม ปีการศึกษา 2558 จำนวน 322 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิเชียรชม โดยได้จากผลการประเมินในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน มาทำการแปลงคะแนนให้เป็นโค้งปกติ (Normal Curve) ด้วยวิธีการแปลงโดยยึดพื้นที่ของโค้งเป็นหลัก (Area transformation) จากนั้นแยกกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำมีรายละเอียดตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงคะแนนในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสูง ปานกลาง และต่ำ

ลักษณะกลุ่ม	ช่วงคะแนน (เปอร์เซ็นต์ไทล์)
สูง	> 66.66
ปานกลาง	33.33-66.66
ต่ำ	< 33.33

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 42 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะกลุ่ม เก่ง กลุ่มกลางและกลุ่มอ่อนด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ดังรายละเอียดตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพ

ลักษณะกลุ่ม	จำนวน (คน)
สูง	15
ปานกลาง	15
ต่ำ	15
รวม	45

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 3 คน จากกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะ สูง ปานกลาง ต่ำ กลุ่มละ 1 คน จำนวน 3 คน ดังรายละเอียดตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว

ลักษณะกลุ่ม	จำนวน (คน)
สูง	1
ปานกลาง	1
ต่ำ	1
รวม	3

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพกลุ่มเล็ก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่

ที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 9 คน จากกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะ สูง ปานกลาง ต่ำ กลุ่มละ 3 คน จำนวน 9 คนและไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบแบบเดียว ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ดังรายละเอียดตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก

ลักษณะกลุ่ม	จำนวน (คน)
สูง	3
ปานกลาง	3
ต่ำ	3
รวม	9

2.4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพกลุ่มใหญ่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวน 33 คน จากกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะ เก่ง กลาง อ่อน กลุ่มละจำนวน 11 คน และไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบแบบเดียวและกลุ่มเล็ก ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จากกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถ เก่ง กลาง อ่อน กลุ่มละ 11 คน ดังรายละเอียดตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่

ลักษณะกลุ่ม	จำนวน (คน)
สูง	11
ปานกลาง	11
ต่ำ	11
รวม	33

2.5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ ด้วยการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จำนวน 33 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากประชากรและไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการ

ทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ดังรายละเอียดตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้

รายละเอียด	จำนวน (คน)
กลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลองที่ใช้ในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้	33
รวม	33

หมายเหตุ ต้องไม่เคยเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพ

2.6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิธีการเรียนปกติเพื่อเป็นกลุ่มควบคุม (Control Group) จำนวน 30 คน โดยทำการเรียนด้วยวิธีการปกติด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จากประชากรและไม่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ดังรายละเอียดตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นกลุ่มควบคุม

รายละเอียด	จำนวน (คน)
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิธีการเรียนปกติเพื่อเป็นกลุ่มควบคุม	32
รวม	32

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้าง คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยเนื้อหาต่าง ๆ ดังนี้

- 3.1 วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
- 3.2 ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า
- 3.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม
- 3.4 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยเนื้อหา 4 หน่วย เพื่อการเรียนการสอน

4.2 ประสิทธิภาพ หมายถึง เกณฑ์การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยคิดจากคะแนนจากผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งตั้งผลเกณฑ์ไม่น้อยกว่า 80/80 ตามหลักการหาประสิทธิภาพสื่อของแนวคิด ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2545)

4.2.1 ตัวเลข 80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้งหมด เทียบกับคะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้งหมด

4.2.2 ตัวเลข 80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่กลุ่มตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทั้งหมดเทียบกับคะแนนเต็มแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกที่ใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งสร้างและหาคุณภาพโดยผู้วิจัย

4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และการเรียนด้วยวิธีการปกติ ซึ่งวัดได้จากคะแนนในการทำแบบทดสอบทั้งก่อนและหลังการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.5 กลุ่มสูง หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยได้จากผลการประเมินในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้การทำแบบทดสอบก่อนเรียนมาทำการแปลงคะแนนให้เป็นโค้งปกติด้วยวิธีการแปลงโดยยึดพื้นที่ของโค้งเป็นหลัก (Area transformation) ที่ผลคะแนนอยู่ในระดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) มากกว่า 66.66

4.6 กลุ่มปานกลาง หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยได้จากผลการประเมินในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนมาทำการแปลงคะแนนให้เป็นโค้งปกติ (Normal Curve) ด้วยวิธีการแปลงโดยยึดพื้นที่ของโค้งเป็นหลัก (Area transformation) ที่ผลคะแนนอยู่ในระดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) ตั้งแต่ 33.33 ถึง 66.66

4.7 กลุ่มต่ำ หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยได้จากผลการประเมินในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนมาทำการแปลงคะแนนให้เป็นโค้งปกติ (Normal Curve) ด้วยวิธีการแปลงคะแนนโดยยึดพื้นที่ของโค้งเป็นหลัก (Area transformation) ที่ผลคะแนนอยู่ในระดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) น้อยกว่า 33.33

4.8 ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และการเรียนด้วยวิธีการปกติวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบหลังเรียนแล้ว 2 สัปดาห์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม ผู้วิจัยค้นคว้าได้ศึกษาหลักการ ทฤษฎีและผลงานที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.1 ความหมายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.2 ประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.4 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. การทดลองเสมือนจริง
 - 2.1 ความหมายการทดลองเสมือนจริง
 - 2.2 ประเภทการทดลองเสมือนจริง
 - 2.3 การออกแบบการสอนแบบการทดลองชุดการทดลองเสมือนจริง
 - 2.4 องค์ประกอบการทดลองเสมือนจริง
 - 2.5 คุณลักษณะของการศึกษาในการทดลองเสมือนจริง
 - 2.6 ข้อจำกัดการทดลองเสมือนจริง
 - 2.7 เปรียบเทียบการทดลองในห้องปฏิบัติการกับการทดลองเสมือนจริงที่ใช้การจัดการศึกษา
 - 2.8 รูปแบบการใช้งานการทดลองเสมือนจริง
3. การศึกษารายบุคคล
 - 3.1 หลักการและแนวคิด
 - 3.2 ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้
 - 3.3 วัตถุประสงค์การสอนรายบุคคล
 - 3.4 การผลิตบทเรียนรายบุคคล
4. การออกแบบการสอนการทดลองเสมือนจริง
 - 4.1 ความสำคัญการทดลองเสมือนจริง
 - 4.2 แนวคิดการออกแบบการสอนการทดลองเสมือนจริง
 - 4.3 กรอบความคิดการออกแบบการสอนการทดลองเสมือนจริง

- 4.4 การออกแบบกิจกรรมการทดลอง
- 5. ความคงทนในการเรียนรู้
 - 5.1 ความคงทนในการเรียนรู้
 - 5.2 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้
 - 5.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคงทนในการเรียนรู้
 - 5.4 ระบบความจำ
 - 5.5 การสอนเพื่อให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
 - 5.6 การวัดความคงทนในการเรียนรู้
- 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่นำเสนอเนื้อหาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องดังมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้คอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของเรามากขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จนก้าวเข้าสู่ยุคของข้อมูลข่าวสารสารสนเทศ ทำให้มีการนำแนวคิดในการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้วงการศึกษอย่างกว้างขวาง เพื่อใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจและช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น จึงทำให้มีนักวิชาการและนักการศึกษาด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้แตกต่างกันมากมาย ดังนี้

วิภา อุตมฉันท (2544) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้ว่า การจำลองสถานการณ์เป็นเทคนิคการสอนที่มีพลังมาก ผู้เรียนไม่เพียงแต่ได้รับแรงกระตุ้นจากสถานการณ์จำลองที่เหมือนจริงเท่านั้น แต่ยังสามารถฝึกปฏิบัติได้ต่อบกับสถานการณ์เหล่านั้นประหนึ่งว่าเป็นสถานการณ์ที่ได้ประสบในชีวิตจริง ในการจำลองสถานการณ์รายละเอียดบางอย่างจะถูกทิ้งไปหรือถูกดัดแปลงให้เข้าใจง่ายเพื่อไม่ให้แบบจำลองยุ่งยากสลับซับซ้อนเกินไป ภายใต้เหตุการณ์จำลองเช่นนี้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้การแก้ปัญหา เข้าใจลักษณะพิเศษของปรากฏการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าในสถานการณ์อย่างไรใดควรต้องปฏิบัติอย่างไร จนสามารถควบคุมสถานการณ์ได้ วัตถุประสงค์ของโปรแกรม

บทเรียนแบบนี้ต้องการสร้างแบบจำลองบางส่วนของโลกแห่งความเป็นจริงขึ้นในสมองของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบปฏิบัติภายใต้สถานการณ์จำลองนั้น ๆ อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

บุปผชาติ ทัททิกรณ์ และคณะ (2544) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบเพื่อช่วยเปลี่ยนแปลงบรรยากาศการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติให้น่าสนใจยิ่งขึ้น ซึ่งสถานการณ์จำลองที่ผู้สอนใช้ในห้องเรียนส่วนมากจะเป็นการแสดงละคร การกำหนดบทบาทสมมติ และการสาธิต โดยกำหนดสภาพแวดล้อมให้เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง ซึ่งให้ความรู้ลึกและประสบการณ์จริง

กรมวิชาการ (2545) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ หมายถึง สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนในบางเนื้อหาที่เข้าใจยาก เป็นนามธรรมให้เข้าใจง่ายขึ้น

กรมวิชาการ (2546) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ หมายถึง โปรแกรมที่นำเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับเหตุการณ์ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์จริง เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ เรียนรู้ที่จะปฏิบัติในสถานการณ์ต่าง ๆ ควบคุมสถานการณ์ หรือตัดสินใจแก้ปัญหา โดยมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียน และมีการแสดงผลลัพธ์จากการตัดสินใจนั้น ๆ

สุรชัย ฉายศิริพันธ์ (2548) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ หมายถึง การเสนอสถานการณ์ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะของความเป็นจริงหรือคล้ายสถานการณ์จริง ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการตัดสินใจเมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับคำตอบก็จะตอบผู้เรียนว่าที่ตอบไปนั้นเหมาะสมถูกต้องกับความเป็นจริงแค่ไหน สถานการณ์จำลองมีประโยชน์ทั้งด้านเพิ่มประสบการณ์ ประหยัด ปลอดภัยทั้งผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้อง และเป็นที่ยอมรับในด้านการสอนฝึกทักษะ เช่น การฝึกนักบิน นักบินอวกาศ เป็นต้น

กฤษณี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2550) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ หมายถึง การเลียนแบบกระบวนการที่จะเกิดขึ้นจริงโดยการจำลองสถานการณ์ที่

จะเกิดขึ้นให้ปรากฏ ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างประสบการณ์ในสิ่งที่เกิดขึ้นจริงหรือในสิ่งที่ เป็นนามธรรม ซึ่งโดยปกติอธิบายให้เข้าใจได้ยาก สถานการณ์จำลองสามารถขยายหรือลด เวลาเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน เป็นการเรียนการสอนที่ช่วยให้เข้าใจในสิ่งที่ยากต่อ การเรียนรู้

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบจำลองสถานการณ์ไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ หมายถึง โปรแกรมที่จำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน โดยมีเหตุการณ์สมมติต่าง ๆ อยู่ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือจัด กระทำได้ สามารถมีการโต้ตอบและมีตัวแปรหรือทางเลือกให้หลาย ๆ ทาง เพื่อให้ นักเรียน สามารถเลือกได้อย่างสุ่ม เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากทางเลือกเหล่านั้น นอกจากนี้ในบาง บทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติในการเรียน การสอนจึงมีความสำคัญ แต่หลายวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้

สรุปความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ หมายถึง สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่มีการนำเสนอสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์ ที่ใกล้เคียงกับของจริงในรูปแบบของสื่อมัลติมีเดีย โดยมีการจำลองเหตุการณ์ หรือขั้นตอน การทำงานต่าง ๆ อยู่ในโปรแกรม ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เข้าใจยากและซับซ้อน เห็นเป็นนามธรรมมากยิ่งขึ้นและเข้าใจง่าย ทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนมีความ น่าสนใจ ซึ่งการเรียนภายใต้การจำลองสถานการณ์นั้นจะมีประโยชน์ในแง่ของความ ปลอดภัยแก่ผู้เรียน

ประเภทของการจำลองสถานการณ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เป็นบทเรียนที่มีการจำลอง สถานการณ์ต่าง ๆ ให้ความใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริงในชีวิตประจำวันของเรา เพื่อเป็น การฝึกทักษะการตัดสินใจในการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยจะมีคำแนะนำและการอธิบาย กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเข้าใจ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์มี ความปลอดภัยในการเรียนรู้ในกรณีที่การเรียนรู้นั้นอยู่ภายใต้สถานการณ์ที่ไม่มีความ ปลอดภัย เช่น การทดลองทางเคมี การขับเครื่องบิน เป็นต้น การเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและเกิดความอยากรู อยากรู้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีการนำสถานการณ์มาจำลองในคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียน การเรียนรู้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างเต็มที่ วิภา อุดมฉันท (2544) กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ต่าง

จากแบบสอนเนื้อหา กล่าวคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหาแนะนำเสนอเนื้อหาและใช้คำถาม-คำตอบที่เหมาะสมในการย้ำเตือนความรู้ให้กับผู้เรียน แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์จะปล่อยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติภายในบริบทของสถานการณ์ที่คล้ายกับประสบการณ์จริง โดยการทำกิจกรรมตามที่บทเรียนกำหนดให้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหาเป็นเทคนิคสำหรับการนำเสนอและนำพาผู้เรียนให้เข้าใจถึงเนื้อหาบทเรียน ขณะที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนจะให้แบบฝึกหัดเพื่อเสริมความรู้ที่ได้รับให้แน่นแฟ้นแม่นยำ ส่วนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เป็นเทคนิคในกระบวนการเรียนรู้ทุกขั้นตอนคือ นำเสนอข้อมูลในตอนเริ่มต้น นำผู้เรียนให้ฝึกหัดและประเมินผลการเรียนในขั้นสุดท้าย

การจำลองหรือ Simulation แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การจำลองเพื่อสอนความรู้ และการจำลองเพื่อการปฏิบัติ แต่ละประเภทยังแบ่งออกได้เป็นการจำลองอีก 2 แบบ คือ

1. จำลองเพื่อสอนความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง แบ่งออกเป็น

1.1 จำลองสถานการณ์ทางฟิสิกส์ (Physical Simulation)

เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของวัตถุ ซึ่งไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตา เช่น การเคลื่อนตัวของธารน้ำแข็ง การเดินทางของแสงผ่านเลนส์และปริซึม การส่งกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำต่าง ๆ เป็นต้น

วัตถุหรือปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์จะปรากฏขึ้นบนจอ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลองถูกลงผิดและแก้ปัญหาจากความเป็นจริง เช่น ทดลองยิงปืนใหญ่ด้วยการตั้งวิถีกระสุนต่าง ๆ กัน และสังเกตว่าจะส่งผลให้ลูกปืนไปได้ไกลเพียงใด ประโยชน์ของบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์ก็คือทำให้นักเรียนสามารถทดลองได้มากกว่าที่ต้องการโดยใช้ความพยายามน้อยที่สุด ลงทุนน้อยที่สุด และความเสี่ยงน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง ๆ

1.2 การจำลองให้เห็นกระบวนการทำงาน (Process Simulation)

มีประโยชน์อย่างยิ่งในบทเรียนที่ต้องการสอนให้เข้าใจกระบวนการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เช่น กระบวนการทำงานของระบบเศรษฐศาสตร์ กฎเกณฑ์ว่าด้วยอุปสงค์และอุปทานที่มีผลต่อราคาสินค้า เป็นต้น การจำลองสถานการณ์ทั้งแบบฟิสิกส์และแบบแสดงกระบวนการทำงานเป็นการจำลองเหตุการณ์ที่ผู้เรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการโต้ตอบกับบทเรียนมากเท่ากับการจำลองอีกสองแบบที่จะกล่าวต่อไป กล่าวคือผู้เรียนมักมีส่วนร่วมในการกำหนดตัวแปร จากนั้นก็เฝ้าดูการทำงานหรือการเปลี่ยนแปลงที่

เกิดขึ้นจากค่าที่กำหนดให้ เมื่อจบแล้วก็ตั้งค่าตัวเลขชุดใหม่และสังเกตผลลัพธ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

การจำลองกระบวนการทำงานที่กำหนดและเปลี่ยนค่าตัวตั้งได้หลากหลายเช่นนี้ช่วยนักเศรษฐศาสตร์ในการทำนายสถานการณ์ทางเศรษฐศาสตร์ได้ ในทางชีววิทยาก็ใช้ประโยชน์จากการที่คอมพิวเตอร์สามารถย่อเวลาหรือยืดเวลาของปรากฏการณ์ให้แตกต่างจากความเป็นจริง ช่วยในการสอนบทเรียนทางชีววิทยา เช่น ผู้เรียนเริ่มต้นด้วยการกำหนดคุณลักษณะทางชีววิทยาของแม่วัวผู้และแม่วัวเมียคู่หนึ่ง ได้แก่ สีขน สีตา ฯลฯ หลังจากที่แม่วัวผู้ผสมพันธุ์ตกูก ซึ่งใช้เวลาเพียงไม่ถึงวินาทีต่างจากความจริงที่ต้องรอเวลาประมาณ 9 สัปดาห์ ผู้เรียนก็สามารถเห็นลักษณะบางอย่างที่ลูกได้รับถ่ายทอดจากพ่อแม่ตามกฎว่าด้วยกรรมพันธุ์ ให้แม่วัวคู่ใหม่ผสมพันธุ์ต่อไปและสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงทางกรรมพันธุ์ต่อไปเรื่อย ๆ

2. จำลองเพื่อสอนวิธีการปฏิบัติต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แบ่งออกเป็น

2.1 การจำลองให้เห็นขั้นตอนการทำงาน (Procedural Simulation)

วัตถุประสงค์ที่สำคัญใช้เพื่อสอนให้เห็นลำดับขั้นตอนการทำงานของวัตถุ โดยปกติมักเป็นวัตถุทางฟิสิกส์ แต่แตกต่างจากแบบจำลองทางฟิสิกส์แบบแรกที่ได้กล่าวมาแล้ว คือ Physical Simulation แบบแรกผู้เรียนจะได้เห็นการทำงานของวัตถุ (เช่น การยิงปืนใหญ่) ขณะที่ในการจำลองให้เห็นขั้นตอนการทำงาน ผู้เรียนจะได้เห็นขั้นตอนที่วัตถุทำงานแบบจำลองนี้จึงใช้มากกับ “การวินิจฉัย” (Diagnosis) โรคหรือปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะต้องตัดสินใจแก้ปัญหา ซึ่งจะมีผลต่อการทำงานของวัตถุและผลที่เกิดตามมา เช่น ให้ผู้เรียนวินิจฉัยโรคของผู้ป่วยและให้การรักษา ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องจักรที่ติดขัดทำงานไม่ได้ เป็นต้น

แบบจำลองชนิดนี้คอมพิวเตอร์จะแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบกับผู้เรียนตลอดเวลา แสดงให้เห็นผลที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจเลือกของผู้เรียนทุกครั้ง ดังนั้นผู้เรียนจึงมีโอกาสค้นคว้าทดลองแก้ปัญหาจากโจทย์ที่ตั้งให้ด้วยวิธีการหลากหลายแบบ ผึกทักษะและรับประสบการณ์จากการแก้ปัญหาที่เป็นจริง

โปรแกรมจำลองสถานการณ์เป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เข้ากับการสอนอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดแบบหนึ่ง หากออกแบบได้ดีจะลดค่าใช้จ่ายได้มาก บริษัทการบินสามารถสร้างโปรแกรมขับเครื่องบินเพื่อฝึกนักบินใหม่โดยปราศจากความเสี่ยงทั้งชีวิตและทรัพย์สินที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตจริง แต่อุปสรรคที่สำคัญคือ การจำลองสถานการณ์เป็นบทเรียนที่ออกแบบยากที่สุด

2.2 การจำลองสถานการณ์ (Situational Simulation)

การจำลองสถานการณ์เป็นการเล่นกับพฤติกรรมของคนในสถานการณ์ที่แตกต่าง ผู้เรียนจะต้องสวมบทบาทตามสถานการณ์และสังเกตผลที่เกิดขึ้น ยกตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ในห้องเรียนแห่งหนึ่งที่มีปัญหาเกิดขึ้นมากมาย เช่น นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน อุปกรณ์การเรียนในห้องเรียนหายไป สมมติว่าผู้เรียนเป็นครูจะรับมือกับปัญหาอย่างไร ผลการตัดสินใจของผู้เรียนอาจแก้ไขเหตุการณ์ให้ดีขึ้นหรือแย่ลง หรือไม่มีผลต่อการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม ปรึกษากิจการย้อนกลับจากคอมพิวเตอร์จะตอบโต้กับการเลือกตัดสินใจของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนสามารถทดลองวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายแบบ แต่ละแบบให้ประสิทธิผลที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจึงได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ

ความสมจริงกับการนำความรู้ไปใช้

การจำลองสถานการณ์เป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เข้ากับการสอนอย่างมีพลังมากที่สุดแบบหนึ่ง Simulation จำลองเหตุการณ์ให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติได้ด้วยความปลอดภัย ปราศจากความเสี่ยง แม้กระทั่งเหตุการณ์ที่ไม่พร้อมให้ทดลองได้ในชีวิตจริง เช่น สมมติสถานการณ์ให้ผู้เรียนควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ แก้ปัญหาธุรกิจที่กำลังประสบภาวะล้มละลาย ในบางสถานการณ์ผู้เรียนได้สวมบทเป็นนักบินกำลังบังคับเครื่องบินที่มีผู้โดยสารเต็มลำให้บินฝ่าอุปสรรคทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นด้วยความปลอดภัย โปรแกรมชนิดนี้เหมาะที่นำไปใช้ฝึกหัดนักบินใหม่ในขั้นต้น ทำให้ไม่ต้องกังวลกับปัญหาเรื่องชีวิตและทรัพย์สินจริง ๆ บทเรียนจำลองสามารถควบคุมสถานการณ์ได้ง่ายกว่าเหตุการณ์ในชีวิตจริง เพราะได้ตัดทอนรายละเอียดและความสลับซับซ้อนของเหตุการณ์จริงออกไป เมื่อผู้เรียนฝึกทักษะจากบทเรียนจนชำนาญแล้วก็มีพื้นฐานสำหรับการปฏิบัติที่เป็นจริงต่อไป

แต่มีผู้ตั้งข้อสงสัยว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สามารถจำลองสถานการณ์ได้สมจริงเพียงใด และประสบการณ์ที่ได้จะนำไปใช้กับสถานการณ์ที่เป็นจริงได้แค่ไหน เมื่อเปรียบเทียบกับหุ่นจำลอง (Model) ที่มีรายละเอียดครบทุกอย่าง หุ่นจำลองย่อมมีความสมจริงกว่าแบบจำลองที่สร้างด้วยคอมพิวเตอร์ และน่าจะใช้เป็นสื่อช่วยการสอนได้ดีกว่าบทเรียนจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อสงสัยดังกล่าวอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อว่า การสอนที่มีความสมจริงมากย่อมช่วยให้ผู้เรียนนำไปประยุกต์ใช้ได้มาก แต่การวิจัยในระยะหลังพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความสมจริงกับการนำความรู้ไปใช้มีความสลับซับซ้อนมากกว่านั้น เพราะมีปัจจัยเรื่องพื้นฐานส่วนตัวของผู้เรียนเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย

จากตัวอย่าง นักเรียนที่ยังไม่มีประสบการณ์การขับเครื่องบินเลย จะเรียนรู้จากการสอนที่มีความสมจริงต่ำได้มากกว่า เช่น จากการ์ตูนตำรา จากการ์ตูนภาพยนตร์ และการฟังบรรยาย แต่นักเรียนคนเดียวกันจะเรียนรู้ได้น้อย หากใช้หุ่นจำลองเครื่องบินที่มี

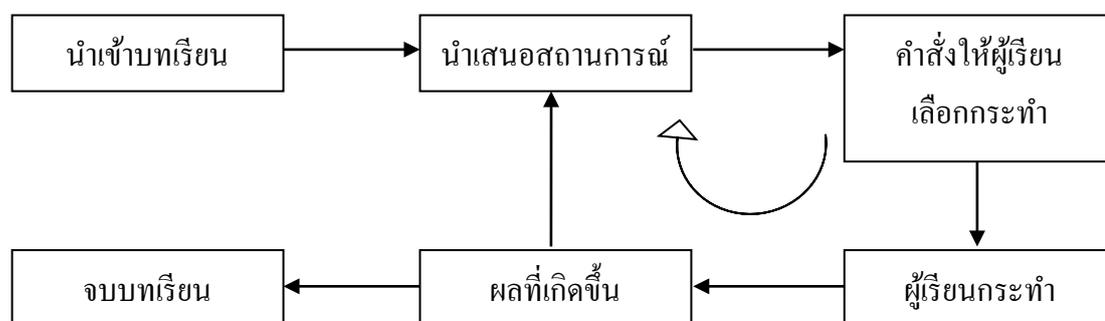
ความสมจริงสูง มีเครื่องยนต์กลไกครบถ้วน และอาจจะไม่เกิดการเรียนรู้เลยหากเอานักเรียนคนนั้นเข้าไปนั่งในที่นั่งของนักบินบนเครื่องบินของจริง

แต่สำหรับผู้ที่มีประสบการณ์การบินหรือนักบินที่มีชั่วโมงบินสูง ๆ สิ่งจำลองที่มีความสมจริงยิ่งมากจะยิ่งมีประสิทธิผลต่อการเรียนรู้มากตามไปด้วย ปัญหาที่ประสบอยู่ในการใช้บทเรียนจำลองสถานการณ์ก็คือ การออกแบบบทเรียน เพราะมีปัญหาว่าถ้าออกแบบให้มีความสมจริงสูง ก็จะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ยังอยู่ในขั้นเริ่มต้น แต่หากลดระดับความสมจริงลง ปัญหาใหม่ที่ตามมาคือ จะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ ในเมื่อแบบจำลองที่ใช้ในการเรียนไม่เหมือนจริง

การแก้ไขปัญหาดังกล่าวของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ คือ ยังต้องยึดให้บทเรียนมีความสมจริง แต่ยึดพื้นฐานของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ เมื่อผู้เรียนมีความก้าวหน้าขึ้นก็ปรับระดับความสมจริงให้สูงขึ้นตาม

โครงสร้างของบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์

บทเรียนจำลองสถานการณ์ เริ่มต้นด้วยส่วนที่นำผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน จากนั้นจึงเป็นวงจรของเนื้อหาที่หมุนเวียนเข้ามา แต่ละวงจรประกอบด้วย ฉากเหตุการณ์หรือสถานการณ์จำลอง คำสั่งให้ผู้เรียนเลือกกระทำ ผู้เรียนกระทำ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการกระทำ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างของบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์

(ที่มา : วิภา อุดมฉันท, 2544)

องค์ประกอบที่สำคัญของบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์

1. นำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)

โดยปกติผู้เรียนจะไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบจำลองสถานการณ์ การนำเข้าสู่บทเรียนจึงจำเป็นต้องทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการเรียนให้ชัดเจน อีกทั้งยังกระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเข้าไปในบทเรียนด้วย สมมติจำลอง

สถานการณ์เรื่องหนึ่ง เริ่มต้นบทเรียนใน Title Page ด้วยตัวอักษรว่า “สงครามกลางเมืองในสหรัฐอเมริกา” ผู้เรียนจะไม่รู้สึกตื่นเต้นเลย ดีไม่ดีพาลคิดไปถึงการเรียนประวัติศาสตร์ในห้องเรียนที่เต็มไปด้วยเรื่องราวที่แห้งแล้งน่าเบื่อหน่าย ตรงกันข้ามถ้าบทเรียนขึ้นต้นว่า “คุณกำลังสวมบทเป็นที่ปรึกษาของนายพลแกรนท์ คุณจะต้องช่วยเขาตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดหาอาวุธ ชื้อเสบียงอาหาร เครื่องเวชภัณฑ์ รวมทั้งช่วยวางแผนการรบที่จะทำให้เป็นฝ่ายชนะในสงครามกลางเมือง” ความสนใจของผู้เรียนจะถูกจุดขึ้นมาทันที

ต่อจากนั้นยังต้องบอกวัตถุประสงค์ของกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนทำด้วย เช่น “บทเรียนจะช่วยให้คุณคุ้นเคยกับสภาพสังคม การเมือง และสถานการณ์ทางเศรษฐกิจของอเมริกาในราวกลางศตวรรษที่ 19 และชี้ให้เห็นว่าสภาพสังคมดังกล่าวทำให้เกิดสงครามกลางเมืองอย่างไร”

ในส่วนของ Title Page ยังต้องมีคำสั่งให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมในระหว่างเรียนสำหรับบทเรียนจำลองสถานการณ์ คำสั่งมีความสำคัญและต้องกระชับมากกว่าบทเรียนแบบอื่น ต่อจากนั้นจึงเริ่มต้นการเปิดฉากของเหตุการณ์ ซึ่งโดยปกติจะบรรยายให้เห็นบริบทของเหตุการณ์ที่จำลองขึ้น ถ้าเป็นการจำลองทางฟิสิกส์ก็อธิบายให้เห็นคุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุนั้น ถ้าเป็นการจำลองขั้นตอนการทำงานของเหตุการณ์ (Procedural Simulation) ก็ให้ผู้เรียนรู้ว่ากระบวนการและขั้นตอนที่จะเกิดขึ้นมีอะไรบ้าง ในการจำลองสถานการณ์ต้องบอกให้รู้ล่วงหน้าว่าผู้เรียนจะต้องพบกับเหตุการณ์อะไรบ้าง

2. เนื้อหาของบทเรียน (Body of Simulation)

เนื้อหาหลัก ๆ ของการจำลองสถานการณ์มี 4 ส่วน แม้ว่าในความเป็นจริงไม่สามารถแยกแต่ละส่วนออกจากกันได้ชัดเจนเหมือน Tutorial และ Drill ก็ตาม ทั้ง 4 ส่วนได้แก่

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลอง โปรแกรมจะต้องให้ข้อมูลที่จำเป็น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์ของแบบจำลองมากที่สุด และเข้าใจบทบาทของตนเองในการโต้ตอบกับโปรแกรม เช่น แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช ต้องให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของแสง อากาศ อุณหภูมิ น้ำ แร่ธาตุ ลักษณะเนื้อเยื่อของพืช และยังต้องให้สูตรที่บอกให้รู้ว่าแต่ละองค์ประกอบจะเปลี่ยนไปอย่างไร อันเป็นผลจากตัวแปรหลักและตัวแปรตาม ข้อมูลเหล่านี้ใช้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทุกครั้งที่ตัวแปรเปลี่ยนในการให้ข้อมูลจะต้องบอกให้ผู้เรียนทราบถึงตรรกะของการเปลี่ยนแปลงแบบชุดเงื่อนไขด้วย เช่น “ถ้าเลือก A ผลจะเป็น B”

2.2 การนำเสนอ แบบจำลองทางฟิสิกส์มักแสดงให้เห็นด้วยภาพ ส่วนแบบจำลองสถานการณ์แสดงออกทางความคิด บางทีก็ไม่มีการอื่นนอกจากแสดงด้วย

ตัวหนังสือ โดยทั่วไปการนำเสนอมักใช้หลายรูปแบบผสมกัน เช่น ให้เลือกคำตอบ ซึ่งมักใช้รูปแบบ Multiple-Choice แสดงคำถามและคำตอบด้วยตัวหนังสือ กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนฝึกบังคับวัตถุในเหตุการณ์จำลองทางฟิสิกส์มักนำเสนอด้วยภาพ หรือบางครั้งอาจนำเสนอด้วยเสียง ในกรณีที่ผู้เรียนต้องฟังโน้ตเพลงจากเสียงดนตรี เป็นต้น การนำเสนอต้องคิดถึง ความสมจริงให้มาก และที่สำคัญต้องคำนึงถึงประสิทธิผลของการเรียนเป็นอันดับแรก ความสมจริงสูงหมายถึงค่าใช้จ่ายสูง แต่ไม่ได้ประกันว่าประสิทธิผลของการเรียนสูงด้วย

2.3 การป้อนข้อมูลจากผู้เรียน บทเรียนแบบจำลองสถานการณ์เป็น สื่อคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนมีปฏิกริยาโต้ตอบกับบทเรียนสูงกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภทอื่น ๆ เพราะสื่อประเภทนี้ต้องการการป้อนข้อมูลจากผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง จึงต้องสนใจการใช้เครื่องมือป้อนข้อมูลทุกอย่างให้เป็นประโยชน์ เช่น ใช้เมาส์ในการลากวัตถุหรือ ตัวหนังสือไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ใช้ลูกกลิ้ง (Trackball) ในการบังคับวัตถุบนจอ ใช้ แป้นพิมพ์ (Keyboard) เลือกคำตอบที่ต้องการ หรือแม้แต่ใช้นิ้วแตะบนจอภาพ วิธีการ ป้อนข้อมูลที่หลากหลายอย่าง จึงย่อมน่าสนใจสำหรับผู้เรียนมากกว่าวิธีที่ตายตัวเพียงแบบ เดียว ผู้เรียนสามารถป้อนข้อมูลเพื่อควบคุมการเรียนเองได้เช่นเดียวกับสื่อคอมพิวเตอร์ ประเภทอื่น เช่น ผู้เรียนเพิ่งทำเครื่องบินตก หรือขับเครื่องบินไปชนภูเขา และต้องการแก้ ตัวใหม่ บทเรียนก็ต้องเปิดโอกาสให้สถานการณ์จำลองที่เพิ่งผ่านไปหวนกลับมาใหม่อีกครั้ง ผู้ออกแบบบทเรียนต้องคิดถึงทางเลือกเช่นนี้ในบทเรียนเสมอ

2.4 ปฏิกริยาย้อนกลับจากคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้เรียนป้อนข้อมูลแสดงการ กระทำของตัวเองลงไป ย่อมต้องมีปรากฏการณ์บางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้นเป็นการตอบสนอง คำตอบจากคอมพิวเตอร์เป็นไปได้ 2 ทาง สมมติสถานการณ์การขับเครื่องบิน ถ้าผู้เรียน บังคับเครื่องบินเข้าไปในกลุ่มเมฆทึบ ซึ่งบังเอิญมีภูเขาอยู่ในบริเวณใกล้เคียง สักพักหนึ่ง คอมพิวเตอร์จะจำลองสถานการณ์ให้เห็นภาพเครื่องบินลำนั้นเกิดการระเบิด หรืออาจ เพียงแต่ใช้คำบรรยายตอบกลับให้ทราบ ว่า “เครื่องบินของคุณชนภูเขาระเบิดแล้ว” ปฏิกริยาย้อนกลับชนิดนี้เป็นปฏิกริยาที่เกิดขึ้นตามหลังเหตุการณ์หรือการกระทำของผู้เรียน ผู้ออกแบบสามารถเลือกปฏิกริยาอีกแบบหนึ่ง คือ ให้คำตอบทันทีที่ผู้เรียนตัดสินใจเลือก การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น แทนที่จะปล่อยให้เครื่องบินชนภูเขาจนระเบิด สามารถ ออกแบบโปรแกรมให้บทเรียนแจ้งเหตุล่วงหน้าให้ผู้เรียนทราบทันทีที่ผู้เรียนป้อนข้อมูลลงไป เช่น “ข้างหน้ามีภูเขาสูง ลองเลือกทางอื่นที่ปลอดภัยกว่า” วิธีการให้คำตอบแบบแรกดู สมจริงมากกว่า แต่วิธีหลังก็ช่วยไม่ให้ผู้เรียนเริ่มต้นใหม่ถึงกับหมดกำลังใจ หรือเริ่มสับสน จากการทำผิดพลาดบ่อย ๆ วิธีแรกจึงเหมาะกับผู้เรียนที่มีประสบการณ์สูง

3. สิ้นสุดเหตุการณ์ (Completion) บทเรียนแบบจำลองสถานการณ์สิ้นสุดลงเมื่อผู้เรียนได้รับความสำเร็จหรือล้มเหลวในการปฏิบัติภายใต้สถานการณ์จำลองที่ตนเลือก แต่ไม่ได้หมายความว่า ผู้เรียนจำเป็นต้องยุติการเรียนและออกจากบทเรียนไป ผู้ออกแบบบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์ต้องเตรียมทางเลือกให้ผู้เรียนเลือกที่จะเข้าไปเริ่มต้นการปฏิบัติใหม่ได้อีกทันทีที่ครั้งก็ได้ตามที่ต้องการ ยกเว้นว่าผู้เรียนไม่ประสงค์ทำ บทเรียนจึงสิ้นสุดลง

แบบจำลองสถานการณ์เป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เข้ากับการสอนอย่างมีพลังมากที่สุดแบบหนึ่ง การจำลองสถานการณ์ (Simulation) พัฒนามากว่าแบบการสอนเนื้อหา (Tutorial) และแบบฝึกทบทวน (Drill) ในแง่ของการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน การถ่ายโอนความรู้ที่ได้ไปสู่การปฏิบัติและประสิทธิผลที่ได้จากการเรียน การจำลองสถานการณ์มีข้อดีที่เด่นชัดในด้านที่ให้ความสะดวก ปลอดภัย ควบคุมได้ สิ่งเหล่านี้ทำให้ประสบการณ์จากแบบจำลองได้เปรียบกว่าประสบการณ์จริง นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ยังช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนในสิ่งที่ทำไม่ได้ในชีวิตจริง

สรุปข้อควรสนใจสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

วิภา อุดมฉันท (2544) ได้สรุปข้อควรสนใจเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้ดังนี้

1. ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยแบบจำลองสถานการณ์ให้เป็นประโยชน์ เมื่อการปฏิบัติในสถานการณ์จริงมีความไม่ปลอดภัย สิ้นเปลือง ยุ่งยาก หรือทำไม่ได้
2. ใช้รูปแบบจำลองเหตุการณ์เมื่อต้องการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือเพื่อนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. ชี้แจงวัตถุประสงค์ของบทเรียน และวัตถุประสงค์ของเหตุการณ์จำลองให้ชัดเจน
4. อธิบายคำสั่งให้กระจ่างชัด และให้ผู้เรียนย้อนกลับไปดูคำสั่งได้ทุกเวลา
5. ใช้กราฟิก สี และเสียงให้เป็นประโยชน์
6. อย่าใช้กราฟิกที่ละเอียดเกินไป ใช้ให้เหมาะสมกับความจำเป็นในการนำเสนอ

ข้อมูล

7. ผู้ออกแบบต้องแน่ใจว่า ออกแบบบทเรียนเพื่อสอนความรู้หรือสอนปฏิบัติ
8. ผู้ออกแบบต้องเข้าใจสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ดีที่สุดก่อนจะลงมือสร้างบทเรียน
9. นำเสนอข้อมูลและการกระทำของผู้เรียนให้สมจริง
10. เลือกรูปแบบความสมจริงให้พอเหมาะกับระดับของผู้เรียน

11. สำหรับผู้เรียนที่เพิ่งเริ่มใช้บทเรียน การให้ผลป้อนกลับทันทีย่อมดีกว่า (แม้จะไม่สมจริง) ผลป้อนกลับที่สมจริงเหมาะกับผู้เรียนที่เก่งแล้ว
12. ให้ผู้เรียนสามารถกลับไปสู่การเลือกครั้งแรกได้
13. ให้ผู้เรียนเลือกที่จะยุติการเรียนได้
14. เมื่อบทเรียนสิ้นสุดลง ให้ผู้เรียนเริ่มต้นใหม่ได้ทันที

คุณลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คุณลักษณะสำคัญที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 4 ประการ ได้แก่ (เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์, 2545 ; วรวิทย์ นิเทศศิลป์, 2551)

1. การเป็นสารสนเทศ (Information) มีการเรียบเรียงเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างดีจากเนื้อหาที่มีความง่ายไปสู่เนื้อหาที่มีซับซ้อนหรือยากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหาอาจจะเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

2. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) เป็นลักษณะที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ ความเข้าใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนเองได้ การควบคุมการเรียนด้วยตนเองจะมีหลายลักษณะ ได้แก่ การควบคุมเนื้อหา การควบคุมลำดับของการเรียน การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ เป็นต้น

3. การโต้ตอบ (Interaction) หมายถึง การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดคือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด นอกจากนี้การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นไม่ใช่เกิดจากการสังเกตเพียงเท่านั้น แต่จะต้องมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์กับสิ่งนั้นด้วย ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) เป็นแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) เป็นวิธีการเสริมแรง (Reinforcement) ให้แก่ผู้เรียนอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบของข้อความ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก ภาพการ์ตูน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ

ระดับของผู้เรียน การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีจะรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นการให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนได้ ทั้งนี้มีงานวิจัยหลายชิ้นซึ่งสนับสนุนว่าการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เองที่ได้ว่าเป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบประการสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสื่อประเภทอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อโสตทัศนวัสดุ เนื่องจากสื่ออื่น ๆ นั้นไม่สามารถที่จะประเมินผลการเรียนของผู้เรียนพร้อมกับการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การจัดกระบวนการเรียนการสอนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ควรนำหลักแนวคิดจากกระบวนการเรียนการสอนของกาเย่ (Gagne') มาดัดแปลง ซึ่งมีหลักในการออกแบบด้วยกัน 9 ขั้นตอนดังนี้ (ทักษิณา วิไลลักษณ์, 2551)

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention) ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการสร้างไตเติ้ลของบทเรียนให้น่าสนใจโดยการใช้อักษร สี และเสียง ประกอบกันหลาย ๆ อย่าง การนำเสนอหน้าเรื่อง (Title) ของบทเรียนควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่น ๆ การตอบสนองจากผู้เรียนควรเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง เพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียน การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อที่จะเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียน ควรคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้ (บุปผชาติ ทักษิกรณ์ และคณะ, 2544)

- 1.1 ใช้กราฟิกอธิบายส่วนของเนื้อหา ควรให้มีขนาดใหญ่และไม่ซับซ้อน
- 1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่น ๆ เพื่อแสดงการเคลื่อนไหว แต่ควรเป็นภาพเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย
- 1.3 ใช้สีเข้าช่วย และพยายามหลีกเลี่ยงคู่สีที่ไม่เข้ากัน เช่น แดงกับเขียว
- 1.4 ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิกและเนื้อหาบทเรียน โดยทั่วไปนิยมใช้เสียงในตอนทีกระซิบและมีความเหมาะสมกับไตเติ้ล
- 1.5 การพิกควรค้างไว้บนจอ จนกว่าผู้เรียนกดเมาส์หรือคีย์บอร์ด การออกแบบให้มีการลบกราฟิกจากจออัตโนมัติสามารถทำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบไตเติ้ล

1.6 การฝึกควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย หากเป็นบทเรียนตามหลักสูตรก็ควรระบุหน่วย และระดับชั้นด้วย

1.7 ควรใช้กราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็วและกระชับ

1.8 กราฟิกนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ต้องมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective) เป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงสาระสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ และช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น วัตถุประสงค์ของบทเรียนจำแนกออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะหรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดและสังเกตได้ ที่สำคัญไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์ให้มีหลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วน เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน การนำเสนอวัตถุประสงค์จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนหากผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคำนึงถึงหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ (บุปผชาติ ทักษิกรณ์ และคณะ, 2544)

2.1. ใช้คำสั้น ๆ เข้าใจง่าย

2.2. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป

2.3. ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่า จะนำความรู้จากบทเรียนไปใช้ได้อย่างไรบ้าง

2.4. หากมีบทเรียนย่อยหลาย ๆ บทเรียน หลังการนำเสนอวัตถุประสงค์กว้าง ๆ แล้ว ควรจะตามด้วยเมนูของบทเรียนย่อยและต่อจากนั้นควรจะเป็นวัตถุประสงค์ของแต่ละบทเรียนย่อย

2.5. การกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนหน้าจอทีละข้อ เป็นเทคนิคที่ดี แต่ควรกำหนดช่วงเวลาระหว่างวัตถุประสงค์แต่ละข้อให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดเมาส์หรือคีย์บอร์ดเพื่อดูวัตถุประสงค์ข้อต่อไปทีละข้อ

2.6. ใช้กราฟิกง่าย ๆ เช่น กรอบ ลูกศร และรูปทรงเลขาคณิต เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจ

2.7. ใช้การตั้งคำถามแทนการนำเสนอวัตถุประสงค์ก็ได้

2.8. ในบางกรณีเราอาจออกแบบให้วัตถุประสงค์แต่ละข้อเป็นเมนูของบทเรียนได้

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) จะทำก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน เป็นลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้วและเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ การทบทวนความเดิมอาจอยู่ในรูปของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมและขึ้นอยู่กับเนื้อหา สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิมคือ ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเท่ากันแบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่ทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบควรใช้เวลาสั้น ๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือออกจาก การทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) ในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำอธิบายสั้น ๆ ง่าย ๆ แต่ได้ใจความและกระชับ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่า การใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียวโดยหลักการที่ว่าภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้เนื้อหาในบางช่วงจะมีความยากในการคิดที่จะสร้างภาพประกอบแต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำเสนอเนื้อหาด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อยแต่ก็ดีกว่าคำอธิบายอย่างเดียว ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดีโอทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควรหากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลามากไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ชับซ้อน เข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุลองค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น ควรนำเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละกรอบเนื้อหาและไม่ควรเปลี่ยนสีไปมาโดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้น ๆ คำนึงและเข้าใจความหมายตรงกัน

5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดีหากมีการจัดระบบเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่าการเรียนรู้ที่กระจำจชัด (Meaning Full Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของ

ความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ การใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น อาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะค่อยๆชี้แนะจากจุดกว้างๆและแคบลงๆจนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้นการใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด สรุปแล้ว ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ยากกว่าตามลำดับขั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนผ่านมาแล้วนำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น

6. กระตุ้นการตอบสนองของบทเรียน (Elicit Response) การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนมีโอกาสได้ร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาและร่วมตอบคำถามจะส่งผลให้มีความจำได้ดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกรายการ และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนร่วมคิดนำหรือติดตามบทเรียนย่อมมีส่วนผูกประสานให้มีความจำดีขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองกับบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น คำถามคำถามเป็นช่วง ๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหาตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ กรอบตอบสนองของผู้เรียน กรอบคำถาม และกรอบการตรวจปรับเนื้อหาควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกันเพื่อสะดวกในการอ้างอิง

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำท่าย การให้ข้อมูลย้อนกลับอาจทำได้โดยการนำเสนอด้วยภาพซึ่งจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น

การเลือกใช้ภาพควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้ หรืออาจจะให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำพูดทันที หลังจากผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียน เช่น คำชม คำปลอบใจ โดยใช้เสียงสูงสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และเสียงต่ำหรือไม่ใช้เลยหากคำตอบผิด และควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิดอย่างไร โดยแสดงคำถาม คำตอบ และการตรวจบนกรอบเดียวกัน

8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance) การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Posttest) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง และเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท นอกจากเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้วการทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียน ดังนั้นข้อสอบจึงควรเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อยอาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการออกแบบบทเรียนเพื่อทดสอบในขั้นนี้มีดังนี้

8.1 ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

8.2 ข้อทดสอบ คำตอบ และผลป้อนกลับอยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว

8.3 หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกเสียจากการทดสอบนั้นเป็นการทดสอบการพิมพ์

8.4 ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม หากว่าใน 1 คำถามมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ให้แยกเป็นหลาย ๆ คำถาม

8.5 แนะนำวิธีการตอบคำถาม เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก และกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น

8.6 แนะนำผู้เรียนว่ามีตัวช่วยอย่างอื่นด้วย (ถ้ามี) ตัวอย่างเช่น HELP OPTION ที่อธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

8.7 คำนี้ถึงความถูกต้องแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

8.8 ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษร แต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ใช่บอกว่าตอบผิด

8.9 ไม่ควรทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว รูปแบบการทดสอบควรให้สอดคล้องกับเนื้อหาด้วย บางกรณีควรใช้ภาพประกอบการทดสอบอย่างเหมาะสม

8.10 ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดหากพิมพ์ผิดพลาด หรือเว้นบรรทัด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

8.11 หากเป็นไปได้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการทดสอบให้คล้ายจริงมากที่สุด เช่น การข้ามไปทำข้ออื่นก่อน หรือการกลับมาแก้ไขคำตอบ เป็นต้น

9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer) การสรุปและนำไปใช้จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญ ๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเอง หลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะที่เดียวกันบทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไปหรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ว่า ในแต่ละขั้นตอนย่อมมีความสำคัญและจำเป็นต้องอาศัยหลักการทางจิตวิทยาเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งในด้านการออกแบบเนื้อหา การออกแบบข้อความ เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพ และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งจะข้ามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งไม่ได้ เพราะจะทำให้การสร้างบทเรียนนั้นมีปัญหาตามมาได้ แต่สิ่งที่สำคัญอันดับแรกคือ ต้องทราบก่อนว่าสภาพปัญหาคืออะไร แล้วทำไมต้องผลิตสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในปัจจุบันบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกำลังเป็นที่ได้รับความนิยมอย่างมากในการนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยพัฒนาให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สนองการเรียนรายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ อีกทั้งผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง มีผู้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

ไพร์ซ์ (Price, 1991) และ ทักเกอร์ (Tucker, 1997) กล่าวไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ (Active Learning) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะออกแบบเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน กำหนดให้ผู้เรียนมีการตอบสนองและคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีว่าคำตอบผู้เรียนถูกต้องหรือไม่ ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่อไปอย่างต่อเนื่องและเหมาะสม

2. จัดให้ผู้เรียนได้เรียนตามอัตราความสามารถของตน (Self Pacing) คอมพิวเตอร์จะมีความสามารถในการอธิบายหรือแสดงสาระความรู้ที่ผู้เรียนต้องการซ้ำแล้วซ้ำอีกเท่าที่ต้องการศึกษาเรื่องราวนั้นๆ แต่ในกรณีที่ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่ศึกษาอยู่แล้วก็สามารถข้ามผ่านบางบทเรียนไปได้ เพื่อจะได้ใช้เวลากับสารพจน์ที่มีเนื้อหาที่ยากซับซ้อนกว่า มีผลให้ผู้เรียนบางคนเรียนได้เร็วขึ้นกว่าการเรียนจากผู้สอน

3. มีความหลากหลาย (Variety) ผู้เรียนจะได้สัมผัส กระตือรือร้นและสนุกสนานกับการใช้สีภาพ ลายเส้น การเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรีในบทเรียน ซึ่งเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามบทเรียน

4. การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียน (Record Keeping) คอมพิวเตอร์สามารถช่วยเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความก้าวหน้าของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เช่น เปอร์เซ็นต์การตอบถูกในแต่ละบทเรียนย่อย คะแนนสอบในภาพรวม หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำหรับผู้สอนในการใช้เพื่อวัดและประเมินผล ตลอดจนนำผลไปใช้ในการวางแผนการในบทเรียนต่อไปหรืออาจจะเป็นข้อมูลสำหรับนักเรียนเพื่อรับทราบสภาพภาพในการเรียนรู้ของตน

5. มีความยืดหยุ่น (Flexibility) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกตามความถนัดและมั่นใจว่าจะทำอะไร จะเรียนรู้เรื่องอะไรก่อนหรือหลัง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อบทเรียนที่ได้เปิดโอกาสให้และเห็นความสำคัญของความต้องการของผู้เรียนคล้ายกับการได้เรียนกับผู้สอนตัวต่อตัว โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ในการเรียน

6. ทันเวลา (Timeliness) คอมพิวเตอร์จะมีความพร้อมและเสนอข้อมูลที่นักเรียนต้องการได้ทุกเมื่อที่ผู้เรียนมีความประสงค์จะศึกษาบทเรียน ซึ่งมีตารางเวลาในการปฏิบัติงาน มีวันหยุด และมีข้อจำกัดต่างๆที่ไม่อาจสนองความต้องการที่จะเรียนรู้ของผู้เรียนได้ทันทั่วทั้งที่

7. ผู้เรียนได้ฝึกความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตน สรุปหลักการและสาระของบทเรียนด้วยตนเอง

8. ช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกไปใช้

ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

1. การที่ผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เป็นงานที่ต้องอาศัยความสามารถ เวลา และความร่วมมือกับผู้รู้หลาย ๆ ฝ่าย จึงเป็นงานที่เพิ่มภาระให้แก่ผู้สอนมากพอสมควร และการอบรมบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจในการสร้างและใช้บทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นมียุอยู่ในวงจำกัด

2. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้าและมีลำดับขั้นตอนในการสอนค่อนข้างแน่นอน จึงอาจเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

3. ราคาแพง ค่าใช้จ่ายในการซื้อและบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์มีราคาแพง ทำให้สถานศึกษาไม่สามารถเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมไว้ให้เพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้ ทั้งยังขาดอุปกรณ์ที่มีคุณภาพเพื่อนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์ต่างระบบกันด้วย

4. ผู้เรียนขาดทักษะทางสังคม ผู้สอนควรตระหนักอยู่เสมอว่าการให้กำลังใจแก่ผู้เรียน โดยการได้รับทราบจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ว่าตอบคำถามได้ถูกต้องนั้นอาจจะไม่เพียงพอ การได้รับการยอมรับจากเพื่อน ครูและผู้ปกครอง จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนมีพลังใจเข้มแข็ง และมีแรงบันดาลใจให้ตั้งใจศึกษาและปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพตลอดไป

5. ความสอดคล้องของโปรแกรมที่มีจำหน่ายกับสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร บางครั้งก็มีสาระที่ไม่ตรงกับสิ่งที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

6. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้นนับว่ายังมีน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรม เพื่อใช้งานในวงการอื่น ๆ และโปรแกรมที่มีอยู่ก็ ยังได้รับคำวิจารณ์ว่าคุณภาพไม่ดีนัก

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เหมือนกับสื่อการสอนชนิดอื่น ๆ ที่มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการนำไปใช้ในการเรียนรู้ ดังนี้

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่

2. การใช้สี ภาพลายเส้นที่แลดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่างๆ

3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆของนักเรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถนำไปใช้ได้ ในลักษณะของการศึกษารายบุคคล ซึ่งครูผู้สอนสามารถออกแบบให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนได้โดยลำพัง และแสดงผลความก้าวหน้าในเห็นทันที

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้เป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเองโดยสะดวกไม่รีบเร่ง ไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเมื่อตอบคำถามผิด

6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

1. ราคาของคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่างๆเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ถึงแม้จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาในบางสถานที่นั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบ เพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายตลอดจนการดูแลรักษาด้วย

2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้นยังมีน้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่นๆ ทำให้การใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวนและขอบเขตที่จำกัดที่จะนำมาใช้เรียนในวิชาต่างๆ

3. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน

4. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้น นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่ง

5. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางบทเรียนโปรแกรมไว้ล่วงหน้าจึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

6. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เป็นผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้

จากข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนย่อมมีข้อดีและข้อจำกัดในการนำมาใช้งานทั้งสิ้น แม้ว่าจะมีการออกแบบมาดีเพียงใด ดังนั้นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน ควรจะพิจารณาองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ก่อนเสมอว่า สามารถนำมาใช้ได้ดีและเกิดประสิทธิภาพหรือไม่ ซึ่งอาจจะพิจารณาจากวัตถุประสงค์ เหตุผลที่นำมาใช้เพื่ออะไรหรือแก้ปัญหาด้านใด ความพร้อมด้านต่าง ๆ ทั้งนี้การเปิดใจยอมรับของบุคคลที่เกี่ยวข้องก็เป็นสิ่งสำคัญ เพราะหากบุคคลเหล่านี้ไม่ยอมรับสื่อที่ออกแบบมา ก็ย่อมทำให้สูญเสียประโยชน์เช่นกัน

ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพ ไม่ได้เกิดจากความสามารถของโปรแกรมเพียงอย่างเดียว แต่หลักการอันเป็นที่ยอมรับในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การออกแบบระบบการเรียน

การสอน เนื่องจากการออกแบบระบบการเรียนการสอนมุ่งไปที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้มากกว่าครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ สำหรับวิธีการออกแบบการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นแบบจำลองการสอนซึ่งมีกระบวนการที่สำคัญ 5 ขั้นตอน คือ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2546)

1. การวิเคราะห์ (Analysis) ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ คือ การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา (Course Analysis) การกำหนดวัตถุประสงค์บทเรียน (Tutorial Objectives) การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม (Content and Activities Analysis) การกำหนดขอบข่ายบทเรียน การกำหนดวิธีการนำเสนอ (Pedagogy/Scenario)

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา ขั้นตอนนี้ถือว่าสำคัญที่สุดของกระบวนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการวิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตรที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในส่วนของเนื้อหาบทเรียนจะได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์รายวิชาและเนื้อหาของหลักสูตร รวมไปถึงแผนการเรียนการสอนและคำอธิบายรายวิชา หนังสือตำรา และเอกสารประกอบการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องการแล้วให้ปฏิบัติดังนี้

1.1.1 นำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป

1.1.2 จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน โดยการเขียน Network Diagram แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา

1.1.3 เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับของเนื้อหา

1.1.4 เลือกหัวเรื่องเขียนหัวข้อย่อย

1.1.5 เลือกเรื่องที่จะนำมาพัฒนาบทเรียน

นำเรื่องที่เลือกมาแยกเป็นหัวข้อย่อย แล้วจัดลำดับความต่อเนื่องและความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน วัตถุประสงค์ของบทเรียนเป็นแนวทางที่กำหนดไว้เพื่อคาดหวังให้นักเรียนมีความสามารถในเชิงรูปธรรม หลังจากที่เรียนจบบทเรียนแล้ว วัตถุประสงค์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของบทเรียน ปกติจะเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้หรือสังเกตได้ว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมอย่างไรออกมาในระหว่างการเรียนหรือหลังจบบทเรียนแล้ว เช่น อธิบายได้ แยกแยะได้ อ่านได้ เปรียบเทียบได้ วิเคราะห์ได้ เป็นต้น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังกล่าวนี้จะได้จากขอบข่ายของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นที่ 1 ซึ่งจะสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องย่อย ๆ ที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรมในขั้นตอน นี้ จะยึดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก โดยทำการขยายความ มีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 กำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และแนวคิด (Concepts) ที่ คาดหวังว่าจะให้นักเรียนได้เรียนรู้

1.3.2 เขียนเนื้อหาสั้น ๆ ทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม

1.3.3 เขียนแนวคิดทุกหัวข้อย่อย จากนั้นนำมาดำเนินการดังนี้

1.3.3.1 จัดลำดับเนื้อหา ได้แก่

- 1) บทนำ
- 2) ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม
- 3) ความต่อเนื่องของเนื้อหาและแต่ละกรอบ
- 4) ความยากง่ายของเนื้อหา
- 5) เลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้

พิจารณาในแต่ละกิจกรรมต้องใช้สื่อชนิดใด แล้วระบุลงในกิจกรรม

1.3.3.2 เขียนผังเนื้อหา (Layout Content) โดยการ

- 1) แสดงการเริ่มต้นและจุดจบของเนื้อหา
- 2) แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงของ

บทเรียน

- 3) แสดงการปฏิสัมพันธ์ของกรอบต่างๆของบทเรียน
- 4) แสดงโครงสร้างและลำดับเนื้อหา
- 5) การดำเนินบทเรียนและวิธีการเสนอเนื้อหาและ

กิจกรรม

1.3.3.3 การออกแบบจอภาพและแสดงผล ได้แก่

- 1) บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม
- 2) การจัดกรอบหรือแต่ละหน้าจอ
- 3) การให้สี แสง เสียง ภาพ และกราฟิกต่างๆ
- 4) การพิจารณารูปแบบของตัวอักษร
- 5) การตอบสนองและการโต้ตอบ
- 6) การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

1.3.3.4 กำหนดความสัมพันธ์ ได้แก่

- 1) ความสัมพันธ์ของเนื้อหา

2) กิจกรรมการเรียนการสอน

1.3.4 การกำหนดขอบข่ายบทเรียน การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวข้อย่อย ในกรณีที่เนื้อหาในเรื่องดังกล่าวแยกเป็นหัวเรื่องย่อยหลาย ๆ ข้อ จำเป็นต้องกำหนดขอบข่ายของบทเรียนแต่ละเรื่องเพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างบทเรียน เพื่อระบุความสัมพันธ์ดังกล่าว จะได้ทราบถึงแนวทางขอบข่ายของบทเรียนที่นักเรียนจะเรียนต่อไป หลังจากที่จบบทเรียนในแต่ละหัวข้อเรื่องย่อยแล้ว ถ้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบขึ้นมีเพียงบทเรียนเรื่องเดียว ขอบข่ายความสัมพันธ์ของบทเรียนก็อาจละลายไปได้

1.3.5 การกำหนดวิธีการนำเสนอ การนำเสนอเนื้อหาในขั้นนี้ ได้แก่ การเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละกรอบว่าจะใช้วิธีการแบบใด โดยสรุปผลจากขั้นตอนที่ 3 และ 4 นำมากำหนดเป็นรูปแบบการนำเสนอ เป็นต้นว่า การจัดตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา การออกแบบการแสดงผลภาพและกราฟิกบนจอภาพ การออกแบบกรอบต่างๆของบทเรียน และการนำเสนอ ส่วนประการสุดท้าย ได้แก่ การวัดและประเมินผลแบบปรนัย จับคู่และเติมคำตอบ

2. การออกแบบ (Design) การออกแบบเป็นการวางแผนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งโดยทั่วไปจะดำเนินการ ดังนี้

2.1 การสร้างผังงาน (Flowchart) ผังงานจะเปรียบเสมือนพิมพ์เขียวในการสร้างหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผังงานเสมือนแผนที่ (Site Map) เป็นแนวทางในการผลิตและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 จัดทำบัตรเรื่อง (Storyboard) บัตรเรื่อง หมายถึง บัตรเรื่องราวของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นกรอบๆหรือหน้าตามวัตถุประสงค์ และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละกรอบ เรียงลำดับตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายของแต่ละหัวข้อย่อย นอกจากนี้บัตรเรื่องยังจะต้องระบุภาพที่ใช้ในแต่ละกรอบพร้อมเงื่อนไขต่างที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะของภาพ เสียงประกอบ ความสัมพันธ์ของกรอบเนื้อหากับกรอบอื่น ๆ โดยยึดหลักการและแนวทางตามขั้นที่ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์การออกแบบบทเรียน (Courseware Design) มาแล้ว บัตรเรื่องที่จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป ดังนั้นการพัฒนาบัตรเรื่องทีละเอียดและสมบูรณ์มากเท่าใดจะทำให้การพัฒนาบทเรียนด้วยโปรแกรมเป็นระบบมากขึ้นเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่เขียนบัตรเรื่องเป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มพัฒนาบทเรียน บัตรเรื่องจะยิ่งทวีความสำคัญมากยิ่งขึ้น

2.3 การออกแบบพัฒนาสื่อประกอบบทเรียน เช่น การเขียนบทเสียงบรรยาย บทการจัดทำวิดีโอประกอบบทเรียน เป็นต้น

3. การพัฒนาบทเรียน (Development) การพัฒนาหรือสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนับว่ามีความสำคัญประการหนึ่ง เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่จะได้เป็นผลงานออกมาภายหลังที่ได้ทำตามขั้นตอนต่าง ๆ แล้ว ในขั้นนี้จะดำเนินการตามผังงานและ บัตรเรื่องที่กำหนดไว้ทั้งหมด นับตั้งแต่การออกแบบกรอบเปล่าหน้าจอ การกำหนดสีที่จะ ใช้งานจริง รูปแบบของตัวอักษรที่จะใช้ ขนาดของตัวอักษร สีพื้น และสีตัวอักษร นอกจากนี้แล้วยังมีข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.1 การใส่เนื้อหาและกิจกรรม (Input Content) ได้แก่

3.1.1 ข้อมูลที่จะแสดงบนจอ

3.1.2 สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง

3.1.3 ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง

3.1.4 การใส่ข้อมูล/บันทึกการสอน (Input Teaching Plan)

3.2 ผลิตบทเรียน (Generate Courseware) โดยใช้โปรแกรมพัฒนาบทเรียน ได้แก่

3.2.1 การผลิตภาพ เช่น ภาพลายเส้น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และ
อื่นๆ

3.2.2 การผลิตเสียง

3.2.3 การผลิตเงื่อนไขบทเรียน เช่น การโต้ตอบ การป้อนกลับ และ
อื่นๆ

3.2.4 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละกรอบ แต่ละหัวข้อ

4. การนำไปใช้/ทดลองใช้ (Implementation) ในขั้นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้งาน รวมทั้งการทดลองใช้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผ่านกระบวนการ การตรวจสอบและประเมินบทเรียน (Courseware Testing and Evaluating) ก่อน เพื่อประเมินผล ในขั้นแรกของตัวบทเรียนว่ามีคุณภาพอย่างไร ซึ่งมีข้อพิจารณา ดังนี้

4.1 การตรวจสอบ ในการตรวจสอบนั้นจะต้องทำตลอดเวลา หมายถึง การ ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน

4.2 การทดสอบการใช้งานบทเรียน โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำเป็นต้องมีการทดสอบบทเรียนก่อนที่จะมีการนำไปใช้งาน เพื่อเป็นการตรวจสอบความ ถูกต้องในการใช้งานบทเรียน

4.3 การประเมินบทเรียนมีจุดประสงค์เพื่อการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

5. การประเมินและปรับปรุงแก้ไข (Evaluate and Revise) การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะได้นำข้อมูลจากการประเมินมาปรับปรุงบทเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และการทำงานครั้งต่อไปก่อนที่จะเผยแพร่บทเรียน จำเป็นต้องสร้างคู่มือการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าว เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ให้ใช้งานได้เกิดประโยชน์สูงสุด

โรมิสซอวสกี (Romiszowski, 1986) ได้แนะนำขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์
2. วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการของผู้เรียน เพื่อสร้างรูปแบบของบทเรียน
3. ออกแบบบทเรียน
4. สร้างบทเรียน
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับการเรียน
6. ทดลองใช้เพื่อพัฒนาบทเรียน
7. ประเมินผลทั้งทางการสอนและเทคนิคคอมพิวเตอร์

เคมพ์ (Kemp, 1985) ได้เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมี 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือที่จะใช้งาน
2. ออกแบบและเขียนแผนผังของลำดับขั้นการสอน
3. พัฒนาคำถามเพื่อการสอนและทบทวน
4. สร้างกรอบความคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. เพิ่มเติมเทคนิคด้านภาพ แสง และเสียง เพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น
7. จัดเตรียมวัสดุสิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบบทเรียน
8. ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

จากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเห็นได้ว่า เริ่มต้นจากขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาเป็นอันดับแรก เพื่อให้ได้เนื้อหาบทเรียนที่มีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกันในแต่ละหัวข้อย่อยของเนื้อหา จากนั้นจึงกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วค่อยออกแบบและสร้างตามกระบวนการที่วางเค้าโครงเอาไว้

เสร็จแล้วนำบทเรียนไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา วิไลลักษณ์ (2551 : 114-116) กล่าวว่า ประสิทธิภาพบทเรียน หมายถึง ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง ประสิทธิภาพที่วัดออกมาจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการปฏิสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การทำแบบทดสอบเมื่อจบบทเรียน แสดงค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$, $E_1/E_2 = 85/85$, $E_1/E_2 = 90/90$ เป็นต้น โดยตัวแรก คือ เปอร์เซ็นต์ของผู้ทำแบบฝึกหัดถูกต้องถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และตัวเลขตัวหลัง คือ เปอร์เซ็นต์ของผู้ทำแบบทดสอบถูกต้องโดยถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ดังนั้นประสิทธิภาพของบทเรียน ก็คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์นั่นเอง

การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องมีการกระทำทั้งในรูปแบบของการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียน (Formative Evaluation) และการประเมินเพื่อสรุปรวบยอด (Summative Evaluation) เพื่อการเผยแพร่ในวงกว้างหรือตีพิมพ์เป็นรายงานการสร้างบทเรียนในเชิงการวิจัยและพัฒนา (Price, 1991) ในการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียนนั้น ควรเริ่มตั้งแต่ในระยะเวลาที่กำลังดำเนินการเขียนโครงร่างของเนื้อหาบทเรียน ออกแบบแนวการสอน สร้างบทฉบับร่าง โดยขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการผลิตบทเรียน มาให้ข้อเสนอแนะและความคิดเห็น หลังจากแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งต้องเลือกผู้เรียนทั้งในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน มีทั้งเพศหญิงและเพศชาย เพื่อเป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มประชากร การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่กำลังใช้บทเรียนก็เป็นสิ่งที่ควรกระทำ อีกทั้งข้อมูลป้อนกลับจากผู้เรียนทั้งในแง่ผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อบทเรียน จะต้องนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาบทเรียน ก่อนจะนำไปเผยแพร่ (สุวิมล เขียวแก้ว, 2542)

การดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพต้องมีจุดประสงค์ เนื้อหาวิชา กระบวนการเรียนรู้ เกณฑ์มาตรฐานและการประเมินเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะให้เกิดประสิทธิภาพได้ (กฤษมันต์ วัฒนานรงค์, 2538) ดังนั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลอง (Try-out) ตามขั้นตอนที่กำหนดก่อน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐาน เพื่อจะทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่บกพร่องอยู่ โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง (ปิยะธิดา กุณดิลก, 2541) ซึ่งการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพึงพอใจว่า หากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณค่าที่จะนำไปสอนกับนักเรียน สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 80 ขึ้นไป การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ 80/80 สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้ (ทักษิณา วิไลลักษณ์, 2551)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum y}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกหัดย่อยทุกชุดของผู้เรียนทั้งหมด
	$\sum y$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

สำหรับขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพบทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้ (องอาจ ชาญเชาว์, 2544)

1. ทดลองแบบเดี่ยว คือ ทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้ได้ก่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วให้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้ดีขึ้น
2. ทดลองแบบกลุ่ม คือ ทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน คละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วให้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้ดีขึ้น

3. ทดลองภาคสนาม คือ ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข

ในการทดลองแต่ละชั้น ถ้าคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วได้ผลลัพธ์เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก็ให้ยอมรับ แต่ถ้ายังไม่ถึงเกณฑ์ก็ต้องปรับปรุงแก้ไขบทเรียนและหาประสิทธิภาพจนกว่าจะได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน หมายถึง ค่าความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียน ดัชนีประสิทธิผลคำนวณได้จากการหาค่าความแตกต่างของการทดสอบก่อนการทดลองและการทดสอบหลังทดลองด้วยคะแนนพื้นฐาน (คะแนนการทดสอบก่อนเรียน) และคะแนนที่สามารถทำได้สูงสุด ดัชนีประสิทธิผลจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขตและประสิทธิภาพสูงสุดของบทเรียนหรือการสอน (ทักษิณา วิไลลักษณ์, 2551)

การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนโดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) มีสูตรดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2545)

ดัชนีประสิทธิผล = ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน – ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน

$$\frac{(\text{จำนวนผู้เรียน})(\text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

หรือ

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ	P_1	แทน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	P_2	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	Total	แทน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

สรุปได้ว่า ถ้าหลังจากเรียนจบ นักเรียนได้คะแนนเต็มทุกคน ค่า E.I. จะเป็น 1.00 เสมอ ไม่จำเป็นว่าผลการสอบก่อนเรียนจะได้เท่าไร หรือกล่าวได้ว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องที่เรียนคิดเป็นร้อยละ 100 หรือบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนตามที่ต้องการ ลักษณะที่พบได้ในงานวิจัย คือ แผนการเรียนหรือมีค่า E_1/E_2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ค่า

E.I. ก็สูง ผลการทดสอบน่าจะมาจากการที่ผู้เรียนไม่ได้ตั้งใจทำแบบทดสอบหรือเป้าหมายในการทำแบบทดสอบอย่างจริงจัง แม้ว่าบทเรียนจะมีคุณภาพทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนมากหรือมีความสนใจต่อบทเรียนเมื่อได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการประเมินคุณภาพสื่อในด้านของการออกแบบหน้าจอ การออกแบบข้อความ กราฟิก เสียง ปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ว่ามีความเหมาะสมและน่าสนใจหรือไม่ โดยต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อตรวจสอบคุณภาพของสื่อก่อนที่จะนำไปทดลองใช้จริงว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับใด ซึ่งบุปผชาติ ทักษิกรณ์ และคณะ (2544) กล่าวว่า สื่อที่มีคุณภาพจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้เร็วขึ้น ได้รับความสนใจ ง่ายต่อการใช้ และผู้เรียนได้เรียนตามระดับความสามารถของตนเอง นอกจากนี้ด้านเทคนิคการแสดงผลทางหน้าจอ สี เสียง ภาพเคลื่อนไหว จะต้องมีความเหมาะสม รวมทั้งต้องได้รับการตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อให้อยู่ในระดับที่ต้องการก่อนจะนำไปใช้ ดังนั้นสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรได้รับการประเมินทั้งคุณภาพของสื่อที่มีต่อการเรียนการสอน การออกแบบหน้าจอ การใช้งาน และประสิทธิภาพของตัวสื่อด้วย

การเลือกใช้สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้ หรือความคุ้มค่าของราคาที่ซื้อ จากเกณฑ์การประเมินเบื้องต้นว่า สื่อเพื่อการศึกษาที่เลือกหาหรือผลิตขึ้นมา นั้น ตรงกับวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้หรือไม่ บริษัทผู้ผลิต ทีมงานผู้ผลิตมีความน่าเชื่อถือเพียงไร ผ่านการรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้หรือไม่ เหมาะสมกับงบประมาณ และศักยภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีใช้ รวมทั้งความสะดวกและความง่ายต่อการนำไปใช้หรือไม่ เมื่อผ่านการพิจารณาตามการประเมินเบื้องต้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพิจารณาคุณภาพและประสิทธิภาพของสื่อ

ในการประเมินคุณภาพตัวสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องกำหนดตัวบ่งชี้เกณฑ์ และมาตรฐานที่เหมาะสม และการกำหนดประเด็น องค์ประกอบ หรือหัวข้อการประเมินจะต้องพิจารณาจากส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ คุณภาพด้านการออกแบบการสอน การออกแบบหน้าจอ และการใช้งาน

1. การออกแบบการสอน

การออกแบบบทเรียนที่ดีจะจูงใจผู้เรียนหรือให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ของการเรียน ซึ่งจะต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ บทเรียนที่ดีจะต้องแสดงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ อย่างชัดเจน วัตถุประสงค์จะเป็นตัวบอกให้ทราบว่าเมื่อผู้เรียนศึกษาบทเรียนจนจบ ผู้เรียน จะได้รับความรู้อะไรบ้าง นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้สร้างบทเรียน ออกแบบกิจกรรม และเลือก หัวข้อที่เหมาะสม เลือกวิธีการนำเสนอและยังช่วยให้ผู้สอนตัดสินใจได้ว่าบทเรียนลักษณะ ใดเหมาะสมกับผู้เรียน

1.2 เนื้อหา จะต้องมึเนื้อหาที่ถูกต้องตามหลักวิชาและหลักการใช้ภาษา

1.3 ความเหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน ผู้สอนจะต้องพิจารณา ว่ามีความเหมาะสมกับระดับความรู้ อายุ ทักษะความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสม ในด้านภาษาและช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาหรือไม่ ในกรณีบทเรียนแบบสอนเนื้อหา (Tutorial) ความยาวในแต่ละบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีความเหมาะสมกับอายุ ความสามารถ และลักษณะของผู้เรียนด้วย

1.4 ปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะสม เช่น ยอมให้ผู้เรียนแก้ไขความผิดพลาดที่มาจากกรพิมพ์ได้ ให้ผู้เรียนได้โต้ตอบและรับข้อมูล ป้อนกลับได้ มีการเสริมแรงที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุข ผู้เรียนสามารถ แข่งขันกับคะแนนของตนเองหรือกับคะแนนของเพื่อนได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็น โปรแกรมฝึกหัดที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้บทเรียนนั้นหลาย ๆ ครั้งจนเกิดเป็นทักษะ มีผลสรุป ความสามารถของผู้เรียนในรูปคะแนน ร้อยละ ตาราง หรืออัตราส่วนปฏิสัมพันธ์ ลักษณะ ดังกล่าวนี้เป็นแรงจูงใจแก่ผู้เรียน ให้ผลป้อนกลับที่มีประสิทธิภาพทั้งคำตอบที่ถูกต้องและ คำตอบที่ไม่ถูกต้อง มีการให้แรงจูงใจทางบวก ตลอดจนมีการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ เห็น

1.5 ปรับใช้ตามความต้องการของผู้เรียน บทเรียนบางบทเรียนจะให้ผู้เรียน เลือกระดับความยากง่ายของบทเรียนได้ตามความต้องการ มีส่วนสอน และอาจมีส่วนที่ ผู้สร้างบทเรียนสร้างให้มีการเก็บบันทึกและเก็บข้อคิดเห็นของผู้เรียนเมื่อเรียนซ่อมเสริม นั้น จบแล้ว

1.6 การนำเสนอเนื้อหา การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจจะช่วยให้ผู้เรียนไม่เกิด ความเบื่อหน่าย การจัดวางตำแหน่งของข้อความ ขนาดของตัวอักษร ความกะทัดรัด มี ภาพมีเสียงประกอบอย่างเหมาะสม จะช่วยให้บทเรียนน่าสนใจตลอดเวลา

1.7 การประเมินความสามารถผู้เรียน คำถามที่เหมาะสมจะช่วยให้มีการ ประเมินที่เหมาะสม ลักษณะคำถามที่มีในบทเรียนควรเป็นคำถามที่สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่จะประเมิน ไม่วกวนและกำกวม ประเมินคำตอบได้ทุกแบบ ไม่ทำให้ผู้เรียน เกิดความพะวงกับขั้นตอนหรือกับการหาคำตอบที่ถูกต้อง

ในการประเมินคุณภาพการออกแบบการสอน ใช้เครื่องมือในการประเมิน เช่น แบบสอบถาม แบบทดสอบ ข้อเขียนปรนัย อัตนัย แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

2. การออกแบบหน้าจอ

การประเมินคุณภาพการออกแบบหน้าจอ จะประเมินองค์ประกอบด้านข้อความ ภาพ และกราฟิก เสียง และการควบคุมหน้าจอดีว่าคุณภาพอยู่ในระดับใด

2.1 การประเมินข้อความ เป็นส่วนสำคัญของการออกแบบสื่อให้น่าสนใจ องค์ประกอบด้านข้อความประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ หลายส่วน ได้แก่ รูปแบบต้องอ่านง่าย ขนาดของตัวอักษรต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ความหนาแน่นของตัวอักษรและองค์ประกอบอื่นบนหน้าจามีขนาดปานกลางหรือเหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชา สีของพื้นหลังและสีของข้อความจะต้องเข้าคู่อย่างเหมาะสม ให้ผู้เรียนอ่านง่ายและสบายตา เป็นต้น การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องประเมินว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีองค์ประกอบด้านข้อความเหมาะสมและเป็นไปตามลักษณะสำคัญขององค์ประกอบด้านข้อความหรือไม่

2.2 การประเมินภาพและกราฟิก ภาพที่ใช้ประกอบมีตั้งแต่ภาพนิ่งไปจนถึงภาพเคลื่อนไหว การใช้ภาพและกราฟิกในการผลิตสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ภาพต้องมีความชัดเจน ดูง่าย น่าสนใจ มีความหมายและมีขนาดพอเหมาะกับหน้าจอ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และวัยของผู้เรียน การเสนอภาพจะต้องเป็นระเบียบ มีลำดับขั้นและดูง่าย ไม่ควรใช้ภาพจำนวนมากหรือภาพที่มีรายละเอียดมากหรือน้อยเกินไป ภาพ ๆ หนึ่งควรใช้เพื่อเสนอแนวคิดหลักแนวเดียว และรูปแบบที่แสดงผ่านจอภาพจะต้องมีความชัดเจนและสวยงาม

2.3 การประเมินเสียง เสียงที่ใช้ประกอบบทเรียนทั่วไปจะเป็นเสียงพูด บรรยายและเสียงประกอบซึ่งรวมถึงเสียงดนตรีด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาการใช้เสียงที่เหมาะสมควรพิจารณาจากคุณภาพเสียงและการออกแบบเสียง ซึ่งได้แก่

2.3.1 คุณภาพของเสียง เสียงที่ใช้ประกอบไม่ว่าจะเป็นเสียงพูด เสียงบรรยาย หรือเสียงดนตรี จะต้องมีความชัดเจนและถูกต้อง

2.3.2 การออกแบบเสียง การประเมินการออกแบบเสียงที่เหมาะสม จะประเมินในเรื่องความเหมาะสมกับเนื้อเรื่องและระดับผู้เรียน ความเหมาะสมกับเวลาและโอกาส ความยาวของเสียงสอดคล้องกับระยะเวลาการแสดงผลภาพ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะฟังหรือไม่ฟัง และปรับระดับความดังของเสียงได้ การใช้เสียงประกอบหรือเสียงดนตรีมีความสม่ำเสมอ ไม่มากเกินไป

2.4 การประเมินการควบคุมหน้าจอ เกี่ยวข้องกับการประเมินในส่วนที่เป็นเมนูหรือหน้าโฮมเพจในเว็บว่า

2.4.1 มีการกำหนดเส้นทางเดินและการใช้งานที่ง่าย สะดวก และคงเส้นคงวา ไม่สร้างความยุ่งยากและสับสนให้กับผู้เรียน มีความเป็นมิตรกับผู้เรียน แม้ผู้เรียนจะเลือกคำสั่งที่ไม่ถูกต้องไม่ทำให้โปรแกรมหยุดทำงาน

2.4.2 ผู้เรียนมีความสะดวกในการเมนู คีย์บอร์ด หรือส่วนประกอบอื่น ๆ หรือมีคำสั่งที่ให้ผู้เรียนสามารถข้ามบางขั้นตอนได้หากผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอื่น ๆ แล้ว

2.4.3 ผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราการแสดงผลทางหน้าจอ จัดลำดับของบทเรียน เลือกบทเรียนที่ต้องการเรียน เลือกที่จะย้อนไปดูหน้าที่ผ่านมา เลือกแบบการแสดงผลได้

2.4.4 การออกแบบเส้นทางเดินของบทเรียน และปุ่มควบคุมหน้าจอมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน และหลักการออกแบบสื่อการสอนที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.4.5 เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพการออกแบบหน้าจอ เช่น แบบสังเกต ทั้งแบบตรวจสอบรายการ แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบสอบถามความคิดเห็น ความพึงพอใจ

3. การประเมินการใช้งาน เป็นการพิจารณาว่าสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะสำคัญที่ดีดังต่อไปนี้หรือไม่

3.1 การนำไปใช้

3.1.1 บทเรียนง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้

3.1.2 บทเรียนไม่มีข้อผิดพลาด (Bug) และสามารถทำงานได้โดยไม่มี การสะดุด หรือหยุด

3.1.3 ในการทำงานต้องไม่มีการหยุดเป็นระยะ ๆ เนื่องจากการทำงานของเครื่อง

3.1.4 คำสั่งหรือรายละเอียดต่าง ๆ ในโปรแกรม ผู้ใช้สามารถอ่านหรือทำความเข้าใจได้ง่าย และมีความเหมาะสมกับผู้ใช้งาน

3.1.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสม ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มากนัก

3.1.6 ผู้เรียนมีจำเป็นต้องใช้คู่มืออยู่ตลอดเวลา

3.1.7 ไม่มีการแบ่งแยกเพศ เชื้อชาติในการใช้

3.1.8 ไม่ต้องให้ผู้สอนช่วยเหลืออยู่ตลอดเวลาในการใช้บทเรียน

3.2 คู่มือครู

3.2.1 มีคู่มือครู และมีเครื่องมือที่จำเป็นหรืออุปกรณ์ประกอบ

3.2.2 มีคำแนะนำการทำแผนการสอน

3.2.3 มีการแนะนำและจัดเครื่องมือทางการศึกษาอื่น ๆ

3.2.4 มีการแนะนำการจัดกลุ่มผู้เรียน

3.2.5 ในกรณีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์ คู่มือ

ครูอาจจะมีการระบุไว้ด้วยว่าผู้เรียนจะต้องมีทักษะใดมาก่อน เพื่อให้ผู้สอนได้เตรียมทักษะที่จำเป็นนั้นให้แก่ผู้เรียนก่อนการใช้บทเรียน

3.3 เอกสารประกอบการใช้งาน

3.3.1 มีเอกสารให้อ่านประกอบและเขียนไว้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับการใช้งาน

3.3.2 มีการสรุปการใช้บทเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพการใช้งาน เช่น แบบสอบถามความคิดเห็น แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์

สรุปได้ว่า ก่อนที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้งานจริง สื่อของเราควร จะได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อก่อนเสมอ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านการออกแบบหน้าจอ การออกแบบข้อความหรือเนื้อหา รวมไปถึงการใช้งาน ทั้งนี้ เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพและมีความเหมาะสมในการใช้งานตาม เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ หากสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีคุณภาพตามที่ กำหนดไว้ ผู้ออกแบบจำเป็นต้องแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. การทดลองเสมือนจริง

2.1 ความหมายการทดลองเสมือนจริง

ความหมายการทดลองเสมือนจริงได้มีนักการศึกษา นักวิจัย ได้ศึกษาและให้ความหมายของการทดลองเสมือนจริง ดังมีรายละเอียดดังนี้

การทดลองเสมือนจริง (Virtual Lab) คือ การปฏิบัติการทดลองที่สมจริงสมจัง สามารถปฏิบัติสัมพันธ์ การแสดงผลการใช้งานเสมือนทำงานในห้องปฏิบัติการจริง เพื่อเป็นการชดเชยการขาดแคลนห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม (Cui Xiaoyan, Zhang Xiaodong, & Chen Xi, 2005)

การทดลองเสมือนจริง คือ การทดลองปฏิบัติการโดยการปฏิสัมพันธ์กับการจำลองสถานการณ์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมือนจริง เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะ เจตคติและความคิดรวบยอดของนักเรียน (Crispen Bhukuvhani, Mathew Mupa, Misheck Mhishi, & Daimond Dziva, 2012)

การทดลองเสมือนจริง คือ การทดลองลักษณะเสมือนจริงที่มาแทนการการปฏิบัติการทดลองแบบดั้งเดิมที่มักจะไม่พร้อมและไม่สามารถให้ใช้งานกับนักเรียนจำนวนมากได้ทั้งยังมีความปลอดภัยต่อชีวิต ด้วยการทดลองผ่านสถานการณ์จำลอง (L.A. Dobrzanski, R. Honysz, 2010)

การทดลองเสมือนจริง คือ ห้องปฏิบัติการทดลองที่นักเรียนไม่มีการปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เป็นของจริง แต่กระทำผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำลองสถานการณ์ (M. Koretsky, C. Kelly, & E. Gummer, 2011)

การทดลองเสมือนจริง คือ การทดลองโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่เป็นการสอนเฉพาะ นักเรียนมีการออกแบบ วิเคราะห์และมีการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (Jamie Robinson, 2012)

ดังนั้นพอสรุปได้ว่า การทดลองเสมือนจริง คือ การปฏิบัติการทดลองผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผู้เรียนสามารถปฏิสัมพันธ์ผ่านสถานการณ์จำลอง และสามารถแสดงผลการทดลองเสมือนทำงานในห้องปฏิบัติการทดลอง

2.2 แนวคิดการทดลองเสมือนจริง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการทดลองเสมือนจริงมีการศึกษาวิจัยการนำเทคโนโลยีการทดลองเสมือนจริงมาใช้ในการจัดเรียนรู้ของนักเรียนในห้องเรียน นักวิชาการและนักวิจัยเกี่ยวกับการทดลองเสมือนจริงดังนี้

เซนกิช ได้กล่าวแนวคิดเกี่ยวกับการทดลองเสมือนจริง โดยมีแนวคิดว่าการเรียนรู้ด้วยการกระทำ (Learning by doing) (Bruner, 1990) เป็นการเรียนรู้ที่ไม่ใช่เรื่องใหม่ โดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้มีการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติงานในรูปแบบของการทดลอง สภาพแวดล้อมนี้เป็นการจัดให้นักเรียนได้มีประสบการณ์จากห้องปฏิบัติการทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการสังเกต การลงมือปฏิบัติการทดลองก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืน การทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองมีความสำคัญมากต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ การลงมือปฏิบัติการทดลองทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนอย่างชัดเจน (Temel, Oral & Avanoglu, 2000) อีกทั้งนักวิจัยหลายท่านในการศึกษา

วิทยาศาสตร์ยอมรับว่าการศึกษาดำเนินการทดลองเพิ่มความน่าสนใจและความสามารถในการวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Cengiz, TUYSUZ, 2010)

แม้ว่าห้องปฏิบัติการทดลองมีความสำคัญมากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ ในการใช้งานก็มีข้อจำกัด บางอย่างและปัญหาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องใช้งบประมาณในการจัดกิจกรรมที่สูง
2. การวางแผนและการประยุกต์ใช้งานต้องใช้เวลาในการดำเนินการที่มาก
3. การตรวจสอบนักเรียนขณะที่ทำกิจกรรมทำได้ยาก อันเนื่องมาจากความแออัดในชั้นเรียน
4. การขาดแคลนห้องปฏิบัติการทดลองและเครื่องมือ อุปกรณ์การทดลอง ที่ไม่เพียงพอกับการจัดกิจกรรมการทดลอง

ดังที่ได้กล่าวข้างต้นในสถานการณ์โลกปัจจุบัน เนื่องจากข้อจำกัดของอุปกรณ์ระยะเวลาที่มีข้อจำกัด หรือสถานะของห้องปฏิบัติการไม่เพียงพอ การดำเนินกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการกลุ่มที่แออัด ดังนั้นเมื่อมีข้อจำกัดเหล่านี้จึงได้คิดมองหาทางเลือกที่เหมาะสม จึงได้มีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีการศึกษา โดยเฉพาะการนำคอมพิวเตอร์มาสนับสนุนการสอน (Kiyici and Yumusak, 2005) นักวิจัยด้านการศึกษามากท่านได้ให้ข้อมูลเชิงลึก เชื่อว่าเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality : VR) เพื่อมาสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน (Duffy and Jonassen, 1992) ปัจจุบันนี้การจัดการเรียนรู้ใช้แนวคิดกระบวนทัศน์เกี่ยวกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivist) ด้วยเทคโนโลยีที่เป็นไปได้และสร้างประสบการณ์เรียนรู้มากที่สุด(Sung and Ou, 2002) จากรายงานการศึกษาของเทคโนโลยีเสมือนจริงแสดงให้เห็นว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงอำนวยความสะดวกการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมมีข้อดีที่สำคัญ คือ สามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ได้เสมือนจริง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบโดยใช้ภาพเคลื่อนไหวและแบบจำลองสำหรับหัวข้อการเรียนรู้ลักษณะที่เป็นนามธรรม นักเรียนสามารถใช้งานในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้โอกาสสำหรับนักเรียนสร้างและเข้าใจแนวคิดที่ยากได้ง่ายขึ้น (Demirci, 2003) ด้านเนื้อหาเป็นการจำลองที่เหมาะสมและการใช้งานตามปกติก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่รวดเร็ว ทั้งยังสามารถแสดงการตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว (Karamustafaoglu, Aydin and Ozmen, 2005) การออกแบบการจำลองที่ดี เปิดโอกาสนักเรียนที่จะแสดงรูปแบบและองค์ความรู้ในการเลือกจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยตัวของผู้เรียนเอง การเปิดโอกาสดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนที่จะพัฒนาเกี่ยวกับหัวข้อ พัฒนาปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียน

(Windschitl and Andre, 1998) ข้อมูลที่ซับซ้อนให้กับนักเรียนเป็นไปอย่างง่ายดายด้วยเทคโนโลยี ทั้งยังให้พวกเขามีโอกาสเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ (Isman and other, 2002) ดังนั้นการใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริงหรือการจำลองสถานการณ์มาใช้ทดแทนการลงมือปฏิบัติทดลองในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม ได้รับการยอมรับในทางบวกและเข้าถึงวัตถุประสงค์การจัดการศึกษา อีกทั้งประโยชน์จากโปรแกรมจำลองสามารถลดความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานทดลองในห้องปฏิบัติการ ลดเหตุอันตรายที่เกิดจากการทดลอง ตัวอย่างเช่น การทดลองที่มีอันตรายให้ออกแบบการทดลองในลักษณะแบบจำลองการทดลอง เพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินการทดลองและสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง (Rodrigues, 1997; Tekdal, 2002).

จากการศึกษาการใช้งานการทดลองเสมือนจริงการศึกษาซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองนักเรียนอธิบายเคมีระดับปริญญาตรีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ที่ใช้การจำลองห้องปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมาย 20 ชั่วโมง การศึกษาของพวกเขา คือ เพื่อเพิ่มประสบการณ์ของนักเรียนความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารอินทรีย์ทั่วไป ผลการศึกษาพบว่านักเรียนชอบที่จะทำงานกับการทดลองเสมือนจริง นักเรียนมีแนวโน้มที่จะทำงานกับการทดลองเสมือนจริง ทั้งยังสร้างแรงจูงใจและมีความคงทนในการจดจำประสบการณ์ที่ได้จากการใช้การทดลองเสมือนจริง แนวคิดการทดลองเสมือนจริงได้รับการขยายโอกาสขั้นสูงสำหรับการวิจัยแบบบูรณาการเรียนการสอนและการส่งเสริมการวิจัย (Rauwerda & Other, 2006)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงและการทดลองเสมือนจริง เป็นแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายในการจัดกิจกรรมการทดลอง สามารถใช้งานกับนักเรียนได้เป็นจำนวนมาก ลดความแออัดของนักเรียนในห้องปฏิบัติงานทดลอง ลดอันตรายที่เกิดจากการทดลอง ทั้งยังเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจ และสามารถจดจำและความคงทนการจำในประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติทดลองเสมือนจริง

2.2 ประเภทของการทดลองเสมือนจริง

การทดลองเสมือนจริงเป็นเทคโนโลยีที่นำมาช่วยการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อลดค่าใช้จ่ายการจัดการเรียนรู้ ลดอันตรายจากการทดลอง อีกทั้งยังสามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถได้รับประสบการณ์ การสังเกต การวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งปัจจุบันการทดลองเสมือนจริงสามารถจำแนกได้หลายรูปแบบ ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การทดลองเสมือนจริงจำแนกตามรูปแบบสถานการณ์จำลอง (ULRICH HARMS, n.d.)

2.2.1.1 การจำลองการจำลองแบบดั้งเดิมที่มีองค์ประกอบบางอย่างในห้องทดลองและสามารถใช้ได้ในเฉพาะเครื่องจำลองเท่านั้น (Simulations)

2.2.1.2 การจำลองแบบดั้งเดิมที่มีองค์ประกอบบางอย่างของการทดลองในห้องปฏิบัติการสามารถเข้าถึงได้บนเว็บ (Cyber Labs).

2.2.1.3 การจำลองซึ่งพยายามที่จะเป็นตัวแทนของการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็นอย่างที่เป็นไปได้ (Virtual Labs).

2.2.1.4 การจำลองการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้เทคนิคเสมือนจริง (Virtual reality Labs)

2.2.1.5 การจำลองที่สามารถทดลองควบคุมจากระยะไกลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Remote Labs)

2.2.2 เราล์ คอเดียโร และ เฮเลนา พาสอส (Roul, Cordeiro & Helena, Passos) ได้จำแนกการทดลองเสมือนจริงตามลักษณะการปฏิสัมพันธ์ในการใช้งานซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้ (Roul, Cordeiro & Helena, Passos, 2009)

2.2.2.1 การทดลองเสมือนจริงลักษณะไม่มีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์ (Without Interactive) คือ การทดลองเสมือนจริงที่แสดงคำถาม คำตอบ ภาพวาดประกอบ และการดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง

2.2.2.2 การทดลองเสมือนจริงลักษณะที่มีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์บางส่วน (with partial interactive) คือ การทดลองเสมือนจริงที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการทำงานได้บางส่วน แต่ผู้ใช้ไม่สามารถควบคุมตัวแปรหรือค่าต่างของการทดลองได้

2.2.2.3 การทดลองเสมือนจริงลักษณะที่มีการโต้ตอบ (with total interactive) คือ การทดลองเสมือนจริงที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการทดลอง สามารถปรับแต่งหรือกำหนดค่าต่าง ๆ ในการทดลองได้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจำแนกการทดลองเสมือนจริงสามารถจำแนกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ การจำแนกตามประเภทของการจำลองสถานการณ์และการจำแนกตามลักษณะการปฏิสัมพันธ์การใช้งานซึ่งทั้งหมดนี้เป็นตัวอย่างการจำแนกประเภทการทดลองเสมือนจริง ซึ่งสามารถจำแนกในลักษณะอื่น ๆ

2.3 การออกแบบการเรียนการสอนสำหรับการทดลองเสมือนจริง

จากแนวคิดการทดลองเสมือนจริงที่ต้องการนำมาใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อนำมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการทดลอง การเสริมสร้างทักษะการใช้เครื่องมือ ทักษะการสังเกต การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้และการสรุปผลการทดลอง ดังนั้นการนำการทดลองเสมือนจริงผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจการออกแบบการสอน

ของการเรียนรู้โดยการใช้การทดลองเสมือนจริงเป็นสื่อที่ใช้ในการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้สอนต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ แนวทางการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้การทดลองเสมือนจริง ซึ่งได้ทำการรวบรวมและสังเคราะห์ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 แบบจำลองคอมพิวเตอร์สนับสนุนของการทดลองทางห้องปฏิบัติการ โดยดำเนินการบนเครื่องคอมพิวเตอร์ มโนทัศน์ของความคิดการทดลองเสมือนจริงมีรายละเอียดดังนี้ (Roul, Cordeiro & Helena, Passos, 2009)

2.3.1.1 ความสามารถของการทดลอง การทดลองเสมือนจริงเสริมสร้างความสามารถทักษะการทดลอง เนื่องจากสามารถเรียนรู้การทดลองได้ด้วยตนเองบนเครื่องคอมพิวเตอร์

2.3.1.2 เสริมสร้างทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เนื่องจากทดลองจากการทดลองเสมือนจริง ผู้เรียนต้องเรียนรู้การสังเกตและการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง

2.3.1.3 แนวคิดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนจริง มีความต้องการเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้เสมือนจริงเป็นการเพิ่มช่องทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.3.1.4 การทำความเข้าใจเนื้อหาของผู้เรียน ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจความรู้พื้นฐานของเนื้อหาที่เรียน การเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนจริงผู้เรียนซึ่งจะทำให้สามารถเรียนรู้ได้ดีมากขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนจริง ผู้สอนและนักเรียนต้องเข้าใจมโนทัศน์ของการทดลองเสมือนจริง จากนั้นผู้สอนต้องเข้าใจสมรรถนะของการทดลองเสมือนจริง เพื่อให้เข้าใจถึงความสามารถของสื่อการทดลองเสมือนจริง ซึ่งต้องเอาหลักการดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบการสอนด้วยชุดการทดลองเสมือนจริง

2.3.2 แนวทางการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้การทดลองเสมือนจริง

แนวทางการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้การทดลองเสมือนจริง มีแนวทางการสนับสนุน 4 แนวทาง ดังมีรายละเอียดดังนี้ (Walkington, J., Pemberton, P. & Eastwell, J. 1994).

2.3.2.1 สนับสนุนทฤษฎีการเรียนรู้ ได้แก่ การแสดงปรากฏการณ์ เปลี่ยนแปลงขณะทำการทดลอง การใช้ทฤษฎีให้เข้ากับสถานการณ์จริง การแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของทฤษฎีและการมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์จริง

2.3.2.2 การพัฒนาองค์ความรู้ ได้แก่ การพัฒนาเทคนิคและทักษะการใช้เครื่องมือและวัสดุ การพัฒนาความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง และการพัฒนาเทคนิคการใช้เครื่องมือเฉพาะด้าน

2.3.2.3 การพัฒนาทักษะ ได้แก่ การทักษะการใช้งานด้วยตนเอง การพัฒนาทักษะการสังเกต การตีความและการประเมินผลที่ได้จากการทดลอง การพัฒนาการวิเคราะห์ สังเคราะห์และวินิจฉัยผลที่ได้จากการทดลอง รวมถึงการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาจากการทดลอง ด้านการบริหารจัดการมีการพัฒนาทักษะการวางแผน การบริหารจัดการและการแก้ปัญหาการปฏิบัติการทดลอง

2.3.2.4 การพัฒนาด้านเจตคติ ได้แก่ การกระตุ้นความสนใจการปฏิบัติงาน การทดลอง การสร้างแรงจูงใจที่ต้องการให้ปฏิบัติงานให้สำเร็จ และการสร้างความมั่นใจในการปฏิบัติงาน

2.4 องค์ประกอบการทดลองเสมือนจริง

องค์ประกอบหลักการทดลองเสมือนจริงประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (Al-Baiati, 2006 ; Dillon, 2007)

2.4.1 ชุดห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงถูกพิจารณาที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในการทดลองแบบรูปร่างแบบเดิม ที่มีการเลือกใช้เครื่องมือเพื่อทำการทดลอง

2.4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ในการแสดงผลซึ่งนักเรียนสามารถปฏิสัมพันธ์ได้โดยตรง ซึ่งในการใช้งานบางครั้งต้องทำการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลกับภายนอก

2.4.3 เครือข่ายการสื่อสารและฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่เกี่ยวข้อง กรณีที่มีการทดลองวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลองเสมือนจริง บางครั้งมีความจำเป็นที่ต้องสื่อสารกับภายนอก ซึ่งมีความที่ต้องมีการเชื่อมโยงกับเครือข่ายสื่อสาร

2.4.4 ซอฟต์แวร์ (Software) การทดลองเสมือนจริงจะแสดงในโปรแกรมจำลองซึ่งได้รับการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญ การออกแบบควรออกแบบให้มีความน่าสนใจ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเพื่อที่จะได้ดึงดูดความสนใจของนักเรียน โดยใช้ภาพเคลื่อนไหวและภาพสามมิติ

2.4.5 ความร่วมมือและการจัดการ วิธีการเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนจริงระหว่างนักเรียนและครูผู้สอน และมีการตรวจสอบการใช้งานของโปรแกรมในการทดลองแต่ละการทดลอง

2.4.6 เจ้าหน้าที่เทคนิค มีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นคณะทำงานด้านเทคนิคเพื่อสนับสนุนการศึกษาในการจัดเตรียมการทดลองและการประเมินโปรแกรมเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ

2.5 คุณลักษณะการทดลองเสมือนจริงทางการศึกษา

ฮูดา มุฮาหมัด เบบาทีน ได้รวบรวมเรื่องราวเกี่ยวกับคุณลักษณะการทดลองเสมือนจริงที่ใช้งานทางการศึกษาจากนักวิชาการหลายท่านสามารถสรุปได้ดังนี้ (Huda Mohammad Babateen , 2011)

2.5.1 การสร้างแบบจำลองใหม่ทางการศึกษาที่ดีและสวยงามกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการเดิม

2.5.2 การสร้างและปลูกฝังความรู้ที่ได้จากการใช้การทดลองเสมือนจริง

2.5.3 สามารถส่งเสริมแนะแนวทางให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้มากขึ้น

2.5.4 สามารถลงทะเบียน จัดเก็บและประเมินผลข้อมูลการทดลองได้โดยอัตโนมัติ

2.5.5 การทดลองบางการทดลองเป็นเรื่องยากและมีค่าใช้จ่ายสูงในการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองแบบดั้งเดิม ทั้งยังก่อให้เกิดอันตรายแก่นักเรียนขณะทำการทดลอง

2.5.6 ลดเวลาในการเรียนรู้เมื่อเทียบกับการทดลองในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม

2.5.7 พัฒนาการหาข้อเท็จจริงของสมมุติฐานด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.5.8 สามารถทำการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงตามความต้องการ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าคุณลักษณะการทดลองเสมือนจริงที่ใช้งานในด้านการศึกษาสามารถปลูกฝังความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ลดค่าใช้จ่ายการดำเนินการทดลอง ลดอันตรายของนักเรียนจากการทดลอง ลดเวลาในการดำเนินการทดลอง ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าวสื่อการสอนทุกชนิดมีข้อดีและข้อด้อย ผู้สอนมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำความเข้าใจข้อดีและข้อจำกัดการทดลองเสมือนจริง เพื่อที่จะได้นำการทดลองเสมือนจริงใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2.6 ข้อจำกัดการทดลองเสมือนจริง

นักวิชาการได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการทดลองเสมือนจริง โดยเฉพาะการใช้การทดลองเสมือนจริงใน ดังมีรายละเอียดดังนี้ (Canevale, 2003 ; Zaitoun, 2005)

1. จำนวนชุดการทดลองเสมือนจริงขาดแคลนที่การใช้งานเป็นภาษาท้องถิ่นที่สามารถใช้งานได้ง่าย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นภาษาอังกฤษ

2. นักเรียนที่ใช้งานการทดลองเสมือนจริงขาดการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เครื่องมือ ผู้สอนและนักเรียนร่วมชั้น เป็นต้น

3. การใช้งานบางครั้งมีความจำเป็นต้องการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องมือที่มีคุณลักษณะพิเศษ

4. การใช้งานต้องใช้คณะทำงานที่มีความสามารถโดยต้องการคณาจารย์และผู้เชี่ยวชาญหลักสูตรในการออกแบบและการผลิตชุดการทดลองเสมือนจริง เนื่องจากการนำชุดการทดลองเสมือนจริงต้องการรับการออกแบบและการผลิตที่ต้องการผู้มีความสามารถและออกแบบการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน

5. ขาดทักษะทางด้านสังคมจากการเรียนจากชุดการทดลองเสมือนจริงเมื่อเทียบกับการทดลองในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการทดลองเสมือนจริงมีข้อจำกัดบางประการ ซึ่งเป็นอุปสรรคการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การขาดแคลนชุดการทดลองเสมือนจริงที่ใช้งานด้วยภาษาท้องถิ่น ต้องใช้เครื่องมือและคอมพิวเตอร์ที่มีคุณลักษณะและการขาดปฏิสัมพันธ์กับทักษะทางด้านสังคม ดังนั้นจึงได้มีการเปรียบเทียบคุณลักษณะการทดลองในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิมกับการทดลองเสมือนจริง ซึ่งจะมีประโยชน์ในการออกแบบและการนำไปใช้งานตามบริบทที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน

2.7 เปรียบเทียบการทดลองในห้องปฏิบัติการกับการทดลองเสมือนจริงที่ใช้การจัดการศึกษา

นักการศึกษาที่มีการวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบการทดลองในห้องปฏิบัติการกับการทดลองเสมือนจริงด้านการศึกษา ดังตารางที่ 8 (Lal, Zakaria, Al-Jindi, Aliaa, 2005 ; Abdul Aziz, 2008, Al-Zharani, 2008)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบการทดลองในห้องปฏิบัติการกับการทดลองเสมือนจริงด้าน
การศึกษา

ลำดับ	คุณลักษณะการทดลองในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม	คุณลักษณะการทดลองเสมือนจริง
1.	สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็นไปในลักษณะปิดไม่มีความยืดหยุ่น	สภาพแวดล้อมทางการเรียนในลักษณะเปิดที่มีความยืดหยุ่นในการจัดการเรียนการสอน
2.	ตำราและครูผู้สอนเป็นปัจจัยหลักในการจัดการเรียนการสอน	ทรัพยากรการจัดการเรียนการสอนมีความหลากหลาย
3.	การจัดการเรียนการสอนทฤษฎีและการสอนปฏิบัติแยกออกจากกัน	ส่วนประกอบระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติในสถานการณ์เสมือนจริงที่สามารถช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน
4.	การจัดการศึกษาอยู่ในรูปแบบที่เป็นในลักษณะที่เป็นทางการ	การเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องขณะที่มีการใช้งาน
5.	การจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนกลุ่มใหญ่	การจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนขนาดเล็กหรือการเรียนรู้ด้วยตนเอง
6.	การจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม	วิธีการสอนแตกต่างจากการสอนในห้องเรียน
7.	ไม่ตระหนักและให้ความสำคัญเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือความสามารถของบุคคล	ตระหนักและให้ความสำคัญเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือความสามารถของบุคคล
8.	การสอนใช้รูปแบบการอธิบายด้วยครูผู้สอน	การสอนใช้รูปแบบการสอนและวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าการจัดการสอนด้วยการทดลองเสมือนจริงมีความยืดหยุ่นกับการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนขนาดเล็กหรือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากให้ความสำคัญกับความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องตามความต้องการและความสนใจของผู้เรียน

2.8 รูปแบบการใช้งานการทดลองเสมือนจริง

การใช้งานการทดลองเสมือนจริงมาใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และ มุ่งใจเกี่ยวกับการนำการทดลองเสมือนจริงมาสนับสนุนการเรียนรู้แบบอิเล็กทรอนิกส์หรืออี เลิร์นนิ่ง (e-Learning) โดยการทดลองผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ในสถานการณ์จำลองผ่านทาง ภาพและภาพที่เปลี่ยนแปลงจากผลที่ได้จากการทดลอง (Al-Baiati, 2006) ซึ่งนั่นหมายถึงว่า การเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนจริงเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบอี เลิร์นนิ่ง (Al-Shehri, 2009) ดังนั้นการใช้งานการทดลองเสมือนจริงซึ่งประยุกต์ในการ จัดการเรียนการสอนในลักษณะสื่อประเภทอีเลิร์นนิ่งมีรูปแบบการใช้งานด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ (Zaitoun,2005 ; AL Shaie, 2006 ; Martinez, 2003)

2.8.1 การเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์พร้อมกับการทดลองเสมือนจริง (Synchronous electronic learning through the virtual lab) คือ รูปแบบการใช้งานการทดลองเสมือน ควบคู่กับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นไปในลักษณะใช้งานพร้อมกัน

2.8.2 การเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ไม่พร้อมกับการทดลองเสมือนจริง (Asynchronous electronic learning through the virtual lab) คือ รูปแบบการใช้งาน การทดลองเสมือนจริงในลักษณะที่ใช้งานที่ไม่พร้อมกัน ซึ่งอาจออกแบบให้เรียนรู้ให้เรียนรู้

2.8.3 การเรียนรู้ลักษณะผสมผสานกันภายในระหว่างสื่ออิเล็กทรอนิกส์กับการ ทดลองเสมือนจริง คือ รูปแบบการผสมผสานกันภายในสื่ออิเล็กทรอนิกส์และการทดลอง เสมือนจริง ซึ่งการจัดการเรียนรู้จะเป็นการนำเสนอการเรียนในลักษณะที่เป็นการผสมผสาน กันทั้งสองสื่อ

3. การศึกษารายบุคคล

3.1 หลักการและแนวคิด

การศึกษาเป็นรายบุคคล (Independent Learning) เป็นการศึกษาที่ครูร่วมกับ ผู้เรียนแต่ละบุคคลเป็นผู้กำหนดหัวข้อปัญหา หรือโครงการซึ่งเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับรายวิชา หรือหลักสูตร ผู้เรียนต้องศึกษา วิเคราะห์ สรุปอ้างอิง และสรุปข้อความรู้บนพื้นฐานของการ วิเคราะห์และประเมินผลกระบวนการ เทคนิคการประเมิน ส่วนครูจะมีบทบาทเป็นผู้แนะนำ ช่วยเหลือให้ข้อมูลป้อนกลับ และการตรวจแก้ งาน การศึกษาเป็นรายบุคคลอาจรู้จักในชื่อการเรียนรู้ แบบอิสระ (Independent Teaming) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-directed Learning) และการสอนตนเอง (Self-Teaching) จุดมุ่งหมายของการศึกษารายบุคคล คือ การพัฒนา

ตนเองและ การฝึกทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตมีผู้ให้ความหมายของการศึกษาเป็นรายบุคคลไว้หลายความหมาย ได้แก่

การศึกษารายบุคคล เป็นการเรียนที่ให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง เรียนตามความสามารถของตนเอง เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียนทั้งนี้รวมถึงการใช้กิจกรรมต่างๆ และวัสดุอุปกรณ์การสอนมาประกอบ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537)

การศึกษารายบุคคล เป็นการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ตามความสามารถ สติปัญญา ความสนใจ สถานที่เรียนและเวลาที่ต้องการ (วัลลภา เทพหัสติน ณ อยุธยา, 2544)

การศึกษารายบุคคล เป็นการจัดการศึกษาที่ประยุกต์ใช้เทคนิคและสื่อการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2526)

การศึกษารายบุคคล เป็นการสอนนักเรียนตัวต่อตัวที่ละคนหรือการสอนนักเรียนกลุ่มหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางด้านระดับสติปัญญา ความสามารถ ความต้องการและแรงจูงใจ โดยผู้สอนจัดวัตถุประสงค์เฉพาะของบทเรียนพร้อมทั้งเนื้อหาและอุปกรณ์การเรียนรู้ (Gange ; Briggs and Wagers, 1992 , อ้างใน ศศิวิมล ทองนิลภักดิ์, 2543)

การศึกษารายบุคคล เป็นการจัดการศึกษาที่ยืดความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยกำหนดวัตถุประสงค์ จัดสภาพการณ์ สื่อการเรียนและวิธีการที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ ความสนใจและความสะดวกของผู้เรียน (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช , 2536)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การศึกษารายบุคคลเป็นการจัดการศึกษาที่ใช้เทคนิคและวิธีการเรียนเพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เช่น สติปัญญา ความสนใจ สิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์ของการเรียน

3.2 ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้

การจัดการศึกษาแบบกลุ่มไม่สามารถตอบสนองความต้องการของสังคมและไม่สอดคล้องกับยุคสมัยมากขึ้น นักวิชาการศึกษาและนักจิตวิทยาจึงหันมาศึกษาหลักการเรียนรู้และลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้เรื่อยมา จนพอที่จะสรุปเป็นลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ได้ ดังนี้ (นิคม ทาแดง, 2537)

3.2.1 ด้านอัตราเวลาในการเรียนรู้ (Individualization of Pace) บุคคลแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ได้ช้าหรือเร็วในอัตราเวลาที่ไม่เหมือนกันและอาจแตกต่างกันในเรื่องที่เรียนด้วย คือ ในบุคคลเดียวกันบางเรื่องเขาอาจเรียนได้เร็ว แต่บางเรื่องเขาอาจเรียนได้ช้า ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับเอกลักษณ์ด้านอัตราเวลาอาจทำได้สองลักษณะ คือ

3.2.1.1 จัดลำดับเนื้อหาไว้เป็นขั้นเล็กๆ จากง่ายไปหายากแล้วให้เสรีภาพด้านเวลาแก่ผู้เรียน

3.2.1.2 จัดเนื้อหาให้มีทางเลือกและแนวทางที่จะข้ามหรือยกเว้นบางเรื่องที่ผู้เรียนมีความรู้มี ความสามารถแล้ว

3.2.2 ด้านเนื้อหา (Individualization of Content) บุคคลจะเรียนได้ดีในเนื้อหาที่มีความหมายสอดคล้องกับความสนใจ ความจำเป็นและความต้องการของตน ซึ่งแต่ละคนล้วนมีความแตกต่างกัน ระบบการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองเอกลักษณ์ด้านเนื้อหาจึงต้องมีขั้นตอนของการวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคลแล้วจึงกำหนดเนื้อหาและโครงสร้างเนื้อหาตามผลการวิเคราะห์

3.2.3 ด้านลำดับความคิด (Individualization of Sequence) ความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านโครงสร้างของความคิดและวิธีคิดนี้จะต้องส่งผลไปสู่การลำดับเรื่อง หรือลำดับหัวเรื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องหรือเหมาะสมกับเอกลักษณ์ด้านลำดับความคิดของผู้เรียนจะทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น ดังนั้นการเตรียมการเพื่อตอบสนองเอกลักษณ์นี้ในระดับมหภาคควรให้โอกาสที่จะเลือกเรียนรายวิชาหรือชุดวิชาใดก่อนหลังในหลักสูตรได้ หรือระดับจุลภาคควรมีโอกาสสร้างการนำเสนอในระดับหัวเรื่องแตกต่างกันไป

3.2.4 ด้านลักษณะการเรียนรู้ (Individualization of Learning) การตอบสนองผู้เรียนในด้านนี้เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการนำเสนอเนื้อหาและการจูงใจ

3.2.5 ด้านสิ่งแวดล้อม (Individualization of Environment) มีความหมายสองลักษณะ คือ แตกต่างกันในเรื่องถิ่นที่อยู่และสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้แต่ละคน

เกณฑ์ในการจัดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลควรพิจารณาดังนี้ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537)

1. ผู้เรียนมีโอกาสเลือกจุดประสงค์ของการเรียน ประสบการณ์เรียนรู้และแหล่งความรู้ได้มากน้อยเพียงใด
2. โปรแกรมการเรียนสามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน ในเรื่องความเชื่อและค่านิยมมากน้อยเพียงไร
3. บทเรียนนั้นได้รับการออกแบบให้ช่วยเหลือผู้เรียนมากน้อยเพียงไร
4. ผู้เรียนมีความสามารถบรรลุผลการเรียนในหน่วยหนึ่งแล้ว ผู้เรียนมีโอกาสสามารถไปเรียนหน่วยการเรียนต่อไปได้มากเพียงไร
5. ระดับของความรู้และทักษะที่นำมาจัดการเรียนการสอนสามารถที่จะสานต่อกับการเรียนรู้ครั้งต่อไป รวมทั้งการประยุกต์ใช้ได้มากน้อยเพียงไร

6. ผู้เรียนได้รับการสนับสนุนการเรียนรู้ตามความสามารถของเขาได้มากน้อยเพียงไร
7. ผู้เรียนมีโอกาสได้รับการตรวจสอบความก้าวหน้าการเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงไร
8. การเรียนรู้ทางด้านจิตพิสัยมีมากน้อยเพียงไร
9. ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดกับผู้สอนมากน้อยเพียงไร
10. ผู้สอนได้ช่วยเหลือแนะนำการเรียนรู้เป็นรายบุคคลและกลุ่มย่อยมากน้อยเพียงไร

3.3 วัตถุประสงค์ของการสอนรายบุคคล

การสอนรายบุคคลมีวัตถุประสงค์ คือ (วัลลภา เทพหัสดิน ณ อยุธยา, 2544)

- 3.3.1 เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถและตามความแตกต่างระหว่างบุคคล
 - 3.3.2 เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการศึกษาด้วยตนเอง การกำหนดเวลา สาระ วิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองและผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
 - 3.3.3 เพื่อฝึกความมีวินัยในการศึกษา ฝึกความรับผิดชอบและบังคับตนเอง ให้สามารถศึกษาได้ตามแผนที่กำหนดร่วมกันกับผู้สอน
 - 3.3.4 เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาในวิชาที่สนใจในระดับสูงต่อไป
- การเลือกวิธีการศึกษาเป็นรายบุคคล สามารถปรับใช้ได้ในทุกๆ สถานการณ์ ตั้งแต่การเรียนในชั้นที่มีครูคอยดูแลควบคุมจนถึงการฝึกทักษะการศึกษาค้นคว้าในห้องสมุดที่ผู้เรียนต้องกำกับการเรียนรู้ของตนโดยหัวข้อที่ศึกษาจะเป็นไปตามข้อกำหนดของรายวิชาหรือไม่ก็ได้ ครูอาจให้วิธีนี้กับนักเรียนทั้งห้องเรียนกับกลุ่มหรือกับผู้เรียนแต่ละคนก็ได้

3.4 การผลิตบทเรียนรายบุคคล

ผู้สอนจะต้องจัดสาระการเรียนรู้ในรายวิชาที่สอนเป็นหน่วยการสอน การสอนรายบุคคลอาจจะจัดเพียงหนึ่งหน่วยของการสอน หรือจัดเป็นการเรียนทางเลือกที่ผู้เรียนจะเข้าเรียนในชั้นปกติหรือเรียนรายบุคคล โดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียนตลอดภาคการศึกษา

ในการผลิตบทเรียนรายบุคคล แต่ละหน่วยมีรายละเอียดของสาระในบทเรียนประกอบด้วย (วัลลภา เทพหัสดิน ณ อยุธยา, 2544)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน ใช้วัดความรู้ของผู้เรียนในหน่วยที่จะสอน เพื่อให้ผู้เรียนทราบระดับความรู้ของตนเองก่อน

2. คำนำ หรือคำชี้แจงในการใช้แบบเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่า จะต้องปฏิบัติอย่างไรในการเรียน มีเงื่อนไขในการทำข้อสอบอย่างไร เกณฑ์ที่วัดใช้ที่ระดับใด แต่ละหน่วยมีจุดที่เน้นในเรื่องใดบ้าง

3. วัตถุประสงค์ ในบทเรียนควรบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการเรียนให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนในหน่วยนั้น

4. สารของหน่วย ผู้สอนต้องเขียนรายละเอียดของเนื้อหาสาระของหน่วยที่สอนเรียงลำดับตามหัวข้อที่ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจ สารของการเรียนจะต้องแบ่งรายละเอียดย่อยออกมาแต่ละประเด็นอย่างชัดเจน

5. กิจกรรมประกอบการเรียน เช่น สั่งให้ผู้เรียนเปิดคอมพิวเตอร์ เรียกแฟ้มข้อมูลที่กำหนดไว้ ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การอ่าน การปฏิบัติ การฟังหรือดู การทำแบบฝึกหัดและการทำแบบทดสอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การศึกษารายบุคคลเป็นการเรียนการสอนที่ต้องการตอบสนองความต้องการของผู้เรียนและผู้สอน เพื่อสนองตอบถึงความต้องการด้านการเรียน ความสามารถด้านการสอน

4. การออกแบบการสอนการทดลองเสมือนจริง

การเรียนการสอนโดยใช้การทดลองเสมือนจริงเป็นการจัดการเรียนการสอน ซึ่งครูผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนในลักษณะดังกล่าวดังมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความสำคัญการทดลองเสมือนจริง

การบูรณาการการทดลองเสมือนจริงกับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งโอเมียน เค. เควิล (Omieno K. Kelvin) และคณะ ได้ทำการวิจัย Integrating Virtual Worlds and Virtual Learning Environments in Schools in Developing Economies โดยกล่าวถึงความสำคัญของการทดลองเสมือนจริงไว้ว่า (Omieno K. Kelvin, Wanyembi Gregory, Mbugua M. Samuel, 2012)

4.1.1 สามารถใช้ได้กับนักเรียนทุกระดับและทุกเพศทุกวัย

4.1.2 นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนที่อาจเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ราคาแพงหรือการทดลองที่เป็นอันตราย

4.1.3 สามารถพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และทางเทคนิคที่จะสอนในลักษณะการประยุกต์ใช้และบูรณาการด้านการสอน

4.1.4 นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหา

4.1.5 สามารถฝึกอบรมที่สมจริงเพื่อพัฒนาทักษะได้อย่างหลากหลายที่เกี่ยวข้องด้านวิทยาศาสตร์

4.1.6 สามารถลดค่าใช้จ่ายและลดความเสี่ยงในการจัดการเรียนการสอนและการทดลอง

4.1.7 อำนวยความสะดวกของสถานศึกษาที่มีปัญหาเกี่ยวกับระยะทางในการเดินทางมายังสถานศึกษาที่มีความแตกต่างด้านความพร้อมของทรัพยากรการเรียน

4.1.8 ลดภาระงานของครูผู้สอนทำให้มีโอกาสได้ปฏิบัติงานด้านอื่นหรือสามารถค้นคว้าความรู้ใหม่ ๆ ให้กับครูผู้สอน

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการทดลองเสมือนจริง สามารถใช้งานกับนักเรียนทุกระดับ ทุกเพศ เป็นสื่อการสอนที่ช่วยพัฒนาทักษะทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ใช้งบประมาณในการจัดการเรียนการสอนที่น้อย ปลอดภัยแก่ผู้เรียน อีกทั้งยังช่วยลดภาระงานซึ่งจะเห็นได้ว่าการทดลองเสมือนจริงมีประโยชน์กับการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมากจึงเห็นควรที่จะนำมาประยุกต์ บูรณาการการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

4.2 แนวคิดการออกแบบการสอนการทดลองเสมือนจริง

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการทดลองเสมือนจริงเห็นได้ว่ามีคุณค่าต่อการเรียนรู้ของนักเรียน พัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การสังเกต การวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง การลดต้นทุนการจัดการศึกษาโดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถทดลองซ้ำจนผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา ทั้งยังลดอันตรายที่เกิดจากกิจกรรมการทดลอง ที่กล่าวมานั้นเป็นคุณลักษณะที่ดีและประโยชน์ของการทดลองเสมือนจริง แต่การประยุกต์และบูรณาการการทดลองเสมือนมาใช้ในการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้สอนและนักการศึกษาจะต้องมีการวางแผนและกลยุทธ์ที่ดีและเหมาะสม การนำการทดลองเสมือนจริงมาใช้ในการเรียนรู้ของผู้เรียนภายหลังที่เรียนรู้โดยใช้การทดลองเสมือนจริง และส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งทั้งหมดนั้นผู้สอนต้องทำการวางแผนการสอนมีการศึกษาวิจัยการออกแบบการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดการออกแบบการสอนดังมีรายละเอียดดังนี้

แนวคิดการออกแบบการสอนด้วยการทดลองเสมือนจริงเหมือนกับการปฏิบัติงานในห้องทดลอง (Design Experiments of Iterative Experimental Designs industrially Situated Virtual Laboratories) แนวคิดการออกแบบการทดลองเสมือนจริงด้วยความเชื่อว่าเป็นการพัฒนาการคาดการณ์และการวิเคราะห์สมมุติฐานการทดลอง โดยให้ผู้เรียนฝึก

ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่มีความแตกต่างหลายมุมมองภายใต้บริบทที่กำหนดให้ ผู้เรียนดำเนินการทดลองและเกิดโครงสร้างความรู้ (constructivist) ที่ได้จากกิจกรรมทดลอง (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer, & Schauble, 2003; Lesh, Kelly, & Yoon, 2008) ดังที่ โคบบ์ (Cobb) ได้กล่าวไว้ว่าCobb (1994):

“การประสานงานของมุมมองหลายด้านสู่มุมมองการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นกระบวนการที่มีส่วนร่วมผ่านการปฏิบัติและการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น”

จากแนวคิดดังกล่าวแสดงว่าการปฏิบัติทดลองหลายแบบหรือหลายมุมมองทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนรู้จากประสบการณ์ที่ได้ทำการทดลองและการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น แนวคิดนี้ผู้เรียนจะต้องทำการทดลองหลาย ๆ แบบเพื่อให้เห็นข้อแตกต่างในแต่ละแบบ ความรู้ที่ได้มาจากการทดลองและมาสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่ของผู้เรียน

4.3 กรอบความคิดการออกแบบการสอนการทดลองเสมือนจริง

การออกแบบการสอนการทดลองเสมือนจริงได้มีกรอบความคิดการออกแบบการสอน ความรู้ ความเข้าใจ และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยมีการยึดกรอบความรู้ 4 รูปแบบ คือ (Shavelson, Ruiz-Primo, & Wiley, 2005)

4.3.1 การอธิบาย (Declarative : knowing that) ผู้เรียนมีความรู้สามารถอธิบายเนื้อหา ความรู้ ผลที่ได้จากการทดลองได้ครบถ้วน

4.3.2 กระบวนการ (Procedural : knowing how) ผู้เรียนมีความรู้สามารถบอกกระบวนการหรือขั้นตอนต่าง ๆ ของการทดลอง

4.3.3 แผนผัง (Schematic : knowing why) ผู้เรียนมีความรู้สามารถอธิบายแผนผัง ทราบสาเหตุการเกิด

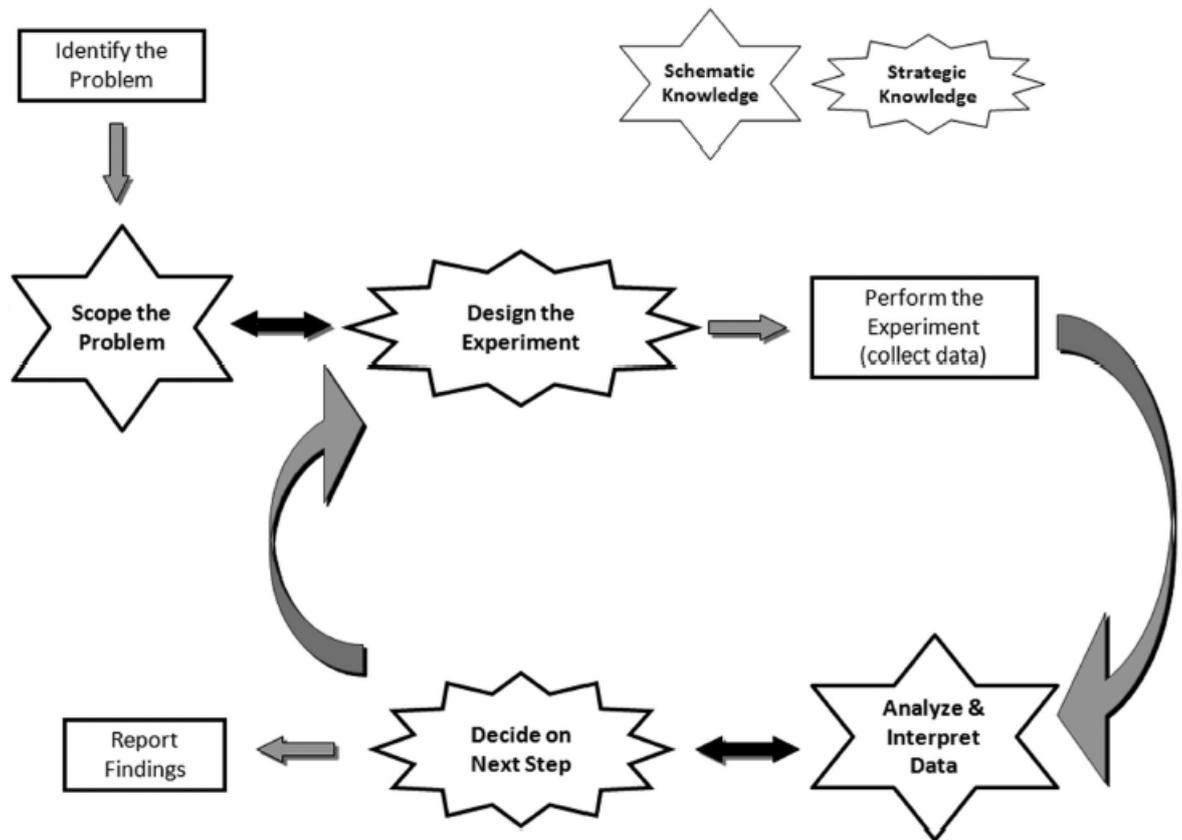
4.3.4 กลยุทธ์ (strategic : knowing when, where, and how our knowledge applies) ผู้เรียนมีความรู้การกำหนดยุทธศาสตร์ในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งาน ณ เวลาใดที่สมควรใช้ และ วิธีการใช้ความรู้อย่างไร

จากกรอบความคิดดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการออกแบบการสอนการทดลองเสมือนจริงควรมีการคำนึงถึงความรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับ โดยภายหลังที่เรียนรู้เสร็จแล้วควรกำหนดเป้าหมายในการเรียนเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนต้องอธิบายความรู้ที่ได้รับ กระบวนการที่เกิดขึ้นจากการทดลอง แผนผังที่ได้จากการทดลองและสามารถนำความรู้ที่ได้มีการประยุกต์ใช้งานเวลาใด ใช้งานที่ไหนและนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการใช้งานแบบใด

4.4 การออกแบบกิจกรรมการทดลอง

การออกแบบกิจกรรมการทดลองให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ การออกแบบการทดลองที่ดีเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์ด้วยการนำกลยุทธ์การสอนให้แสดงถึง ขอบเขตความรู้ การกำหนดวิธีการเรียนรู้ เงื่อนไข การนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น แนวทางการแก้ปัญหาและการตรวจสอบ (Shavelson, Ruiz-Primo, & Wiley, 2003) ด้วยการให้ความสำคัญเกี่ยวกับข้อเท็จจริงที่เปิดเผย กระบวนการเรียนรู้ควรจะมีการผสมผสานในลักษณะการเรียนรู้แบบปลายเปิดที่ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกรูปแบบการเรียนรู้และการเรียนรู้ ในลักษณะปลายปิดที่ผู้ออกแบบกำหนดปัญหาและสถานการณ์ให้กับผู้เรียน แผนผังความรู้ (Schematic Knowledge) และกลยุทธ์การถ่ายทอดความรู้ (Strategic Knowledge)

จากภาพที่ 2 คือแผนผังการออกแบบการสอนการทดลองในลักษณะที่เป็นลำดับขั้นตอน เริ่มจากการกำหนดปัญหา (Identify Problem) , กำหนดขอบเขตของปัญหา (Scope the Problem) , การออกแบบการทดลอง (Design Experiment) , ดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล (Perform the Experiment (Collect data) วิเคราะห์และอธิบายข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (Analyze & Interpret Data) จากนั้นเข้าสู่การตัดสินใจผลที่ได้จากการวิเคราะห์ (Decide Next step) จากนั้นรายงานผลที่ได้จากการทดลอง กรณีที่ไม่มั่นใจผลที่ได้จากการวิเคราะห์กลับไปออกแบบการทดลองใหม่ และเข้าสู่กระบวนการอีกครั้ง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนผังการออกแบบการทดลองแนวทางโดยผู้เชี่ยวชาญ
(Flowchart of expert approach to experimental design.)

ที่มา (M. Koretsky, C. Kelly, & E. Gummer, 2011).

Milo D. Koretsky , Danielle Amatore, Connelly Barnes, and Sho Kimura ได้กล่าวถึงการออกแบบการสอนแบบทดลองไว้ดังภาพที่ 2 (Milo D. Koretsky , Danielle Amatore, Connelly Barnes, and Sho Kimura, 2008)

จากภาพแผนผังแนวทางการออกแบบการสอนโดยใช้แนวคิดและหลักการทางการศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ออกแบบการทดลองพัฒนาการแก้ปัญหา โดยเน้นเรื่องการออกแบบการทดลองซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่เป็นการยากที่จะนำมาบูรณาการกับหลักสูตร ซึ่งการออกแบบจะต้องได้รับการตรวจสอบการผู้เชี่ยวชาญ ดังภาพที่ 3 ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดปัญหา (Identify Problem) ผู้สอนกำหนดปัญหา โดยผู้สอนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ตัวแปรที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตร

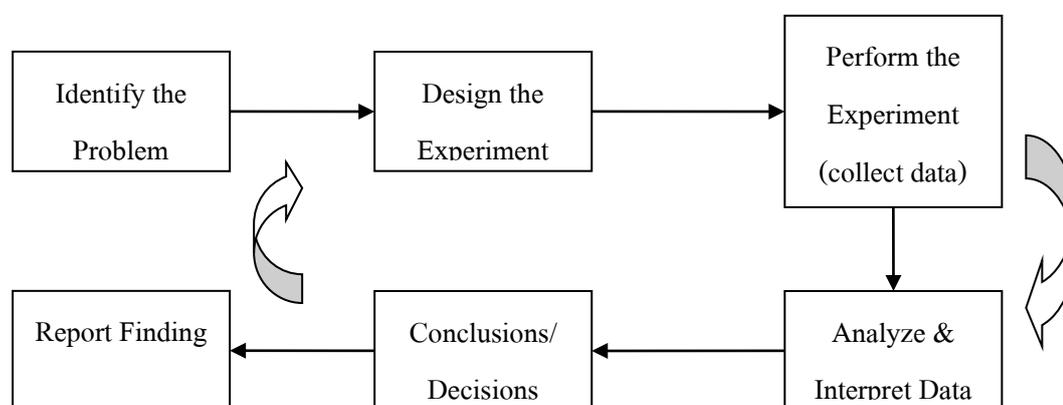
2. ออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา(Design the Experiment) กระบวนการนี้ผู้สอนและผู้เรียนกำหนดการออกแบบการทดลองเพื่อที่นำมาสู่การพิสูจน์ในการแก้ปัญหา ซึ่งการทดลองดำเนินการตามตัวแปรที่ต้องการศึกษาเป็นตัวกำหนด

3. Perform the Experiment (collect data) ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูล ซึ่งต้องเริ่มตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้ จากนั้นเก็บรวบรวมค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง

4. การวิเคราะห์และแปลผลการทดลอง (Analyze & Interpret Data) ความสำคัญของการวิเคราะห์และการแปลผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งได้มาจากผลที่ได้จากการทดลองโดยต้องมีการตัดสินใจกำหนดโครงสร้างความสัมพันธ์เพื่อนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาตอบคำถาม

4. Conclusions/Decisions สรุปผลการทดลองและตัดสินใจผลการทดลอง ให้สอดคล้องกับปัญหาที่ได้กำหนดไว้ ในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ ก็จะเริ่มกระบวนการออกแบบการทดลองใหม่

5. Report Finding รายงานผลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจนำเสนอเป็นรายงานหรือการนำเสนอด้วยปากเปล่ากับเพื่อนนักเรียนร่วมห้องหรือครูผู้สอนก็ได้



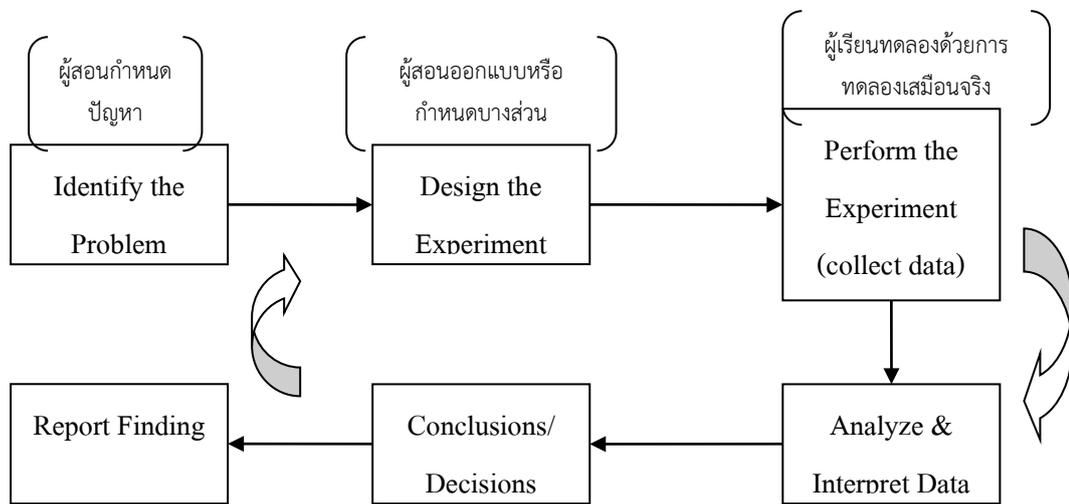
ภาพที่ 3 การออกแบบการสอนการทดลอง

ที่มา (Milo D. Koretsky , Danielle Amatore, Connelly Barnes, and Sho Kimura, 2008)

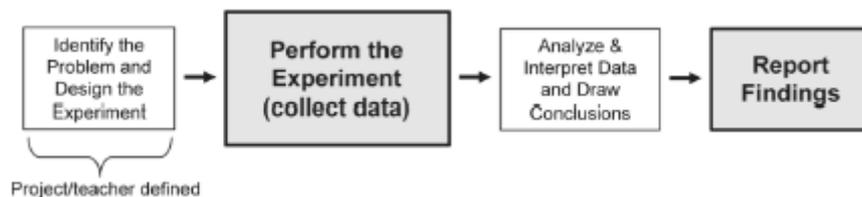
จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าความสำคัญของกระบวนการออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีทักษะการวิเคราะห์

การสังเคราะห์และการประยุกต์ใช้ความรู้ความสามารถของตัวผู้เรียน พัฒนาองค์ความรู้ สร้างความคิดรวบยอดในตัวของผู้เรียนเอง

การพัฒนากลยุทธ์การสร้างมักจะมีอยู่ในรูปแบบการสำรวจ ออกแบบและแนวทางการแก้ปัญหา วิธีการและเนื้อหาควรจะต้องตั้งอยู่อย่างถูกต้องและสะท้อนให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ต้องการของผู้เรียนและผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ในการวิเคราะห์และแปลผลที่ได้จากการออกแบบการทดลอง จากนั้นก็จะเป็นการวิเคราะห์และตัดสินใจผลที่ได้จากการทดลองสู่การสรุปผลและแนวทางของการแก้ปัญหาที่ได้ค้นพบ ซึ่งในบางครั้งอาจมีการเขียนผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในลักษณะที่เป็นความสัมพันธ์และสุดท้ายเป็นการรายงานหรือบรรยายด้วยปากเปล่าได้



ภาพที่ 4 การออกแบบการสอนการทดลองโดยใช้การทดลองเสมือนจริง
 ที่มา (Milo D. Koretsky , Danielle Amatore, Connelly Barnes, and Sho Kimura, 2008)



ภาพที่ 5 แผนผังด้านการกายภาพที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
 ที่มา (Milo D. Koretsky , Danielle Amatore, Connelly Barnes, and Sho Kimura, 2008)

จากภาพที่ 5 การออกแบบการทดลองเป็นการยากต่อการบูรณาการที่จะทำให้สอดคล้องกับหลักสูตร ขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยและตัวที่ที่กำหนดขึ้นในการหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่ได้ถูกกำหนดโดยผู้สอน การออกแบบการทดลองมักจะเป็นลำดับขั้นที่เหมาะสมที่ได้กำหนดขึ้น การทดลองเป็นการวัดหาค่าของตัวแปรอิสระที่ถูกกำหนดขึ้น จากนั้นเป็นการวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการทดลองและสรุปผลที่ได้เพื่อนำมาอภิปรายและสรุปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ทานูจา เซาเรย์ และ วิจาย कुमार กุพเท (Tamuja Sheorey and Vijay Kumar Gupta) ได้ วิ จ ย เรื อ ง Effective Virtual Laboratory Content Generation and Accessibility for Enhanced Skill Development Through ICT ได้เสนอการออกแบบการทดลองสำหรับการทดลองเสมือนจริง ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดลองเสมือนจริงเป็นสิ่งที่สนับสนุนการจัดการเรียนในห้องปฏิบัติการ ก่อนที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนจริง ผู้สอนจะต้องกำหนดให้ชัดเจน

2. ความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนการทดลองและเป็นสื่อสนับสนุนที่อยู่เบื้องหลังกิจกรรมการทดลอง

3. ควรมีการทดสอบผลการเรียนด้วยการทดลองเสมือนจริง

4. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะสนองความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่สนองต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนกิจกรรมการทดลองควรกำหนดตัวแปรที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ ควรมีการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนภายหลังผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนจริง โดยการได้รับกิจกรรมการทดลองเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการไขปัญหา ผู้เรียนต้องตรวจสอบ วางกรอบความคิด การทำความเข้าใจและความคิดสร้างสรรค์ที่ดำเนินการให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งมีแนวคิดการออกแบบกิจกรรม ได้แก่

4.1 กิจกรรมการทดลองเหมาะสมกับการทดลองเสมือนจริง

4.2 ความเหมาะสมกับเนื้อหาและหลักสูตร

4.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน

4.4 สามารถสนับสนุนการเรียน เนื้อหาและทฤษฎีของรายวิชา

4.5 ประเภทของการทดลองเสมือนจริงที่ใช้ในกิจกรรมการทดลอง

4.6 ผู้เรียนได้รับความรู้เสมือนกับการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการทดลองจริง

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการออกแบบกิจกรรมการทดลองผู้วิจัยจะนำหลักการดังกล่าวมาบูรณาการในการออกแบบกิจกรรมการทดลองในการวิจัย

5. ความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นการคงไว้ของประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับมาช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งหลังจากเรียนรู้แล้ว การเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่สำคัญยิ่งของมนุษย์สิ่งที่ควบคู่กับการเรียนรู้ของมนุษย์ คือ ความจำ เมื่อเกิดความจำแล้วจึงมีความคงทนในการจำของความรู้และประสบการณ์ที่ได้มา

1. ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

ความจำเป็นความสามารถในการเก็บเรื่องราวต่าง ๆ ไว้ในตัวของคนเรา และระลึกออกมาได้เมื่อมีการอ้างอิง

ประสาธ อิศรปรีชา (2531) ได้กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การรักษาไว้ ซึ่งผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือการเรียนรู้ให้คงอยู่ต่อไป

นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ (2537) ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่า ขบวนการประทับรอยประสบการณ์ไว้ในสมอง ส่วนที่ทำหน้าที่เก็บความทรงจำของอินทรีย์และอินทรีย์นั้นสามารถแสดงการระลึกถึงประสบการณ์ได้ โดยถ่ายทอดเป็นภาษาหรือแสดงออกมาโดยการทำงานได้ เป็นความสามารถในการแสดงให้เห็นว่าอินทรีย์นั้นได้เรียนรู้สิ่งใดมาบ้าง

สุชา จันทรธม (2541) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่า การเก็บหรือรักษาการรับรู้และความเข้าใจไว้ได้นาน

อดัม (Adam. 1967) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลการเรียน หรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือเคยมีประสบการณ์รับรู้แล้ว หลังจากที่ได้ทอดทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง คือ ความคงทนในการเรียนรู้ และในการประเมินของการเรียนมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นและหรือยัง หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด

ดังนั้นจะเห็นพอสรุปได้ว่าความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึก เรียกคืนความจำและประสบการณ์ที่ผ่านมา ซึ่งสามารถแสดงผ่านทางภาษาหรือการแสดงออก

2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคงทนในการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคงทนในการเรียนรู้ไว้หลายปัจจัย ในที่นี้ผู้วิจัยขอนำเสนอแนวคิดของ วรณีย์ ลิ้มอักษร (2541) : ซึ่งกล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ ดังนี้

1. วัยผู้ใหญ่ที่มีอายุไม่เกิน 35 ปี มีความสามารถในการจำได้เร็วและมีปริมาณที่มากกว่าเด็ก เนื่องจากผู้ใหญ่มีสมองที่พัฒนาการเต็มที่ มีเทคนิคและวิธีการจำมากกว่าเด็ก

2. ระดับสติปัญญา นักจิตวิทยาไม่พบความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างระดับสติปัญญากับความจำ แต่พบว่าผู้ที่มีสติปัญญาระดับสูงจะมีเทคนิคและวิธีการจำที่ดีกว่า ใช้เวลาน้อยกว่า ผู้มีสติปัญญาที่ต่ำ และพบว่าผู้มีระดับสติปัญญาที่ต่ำจะจำสิ่งต่าง ๆ ได้นาน เนื่องจากต้องใช้ความพยายามในการจำ และต้องใช้จำนวนครั้งในการทบทวนมากกว่า จึงจะทำให้เกิดรอยความทรงจำลึกและชัดเจนกว่า

3. ความใส่ใจและแรงจูงใจ เมื่อบุคคลมีความใส่ใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นพิเศษ มักจะมีความจดจำและเอาใจใส่ในเรื่องนั้นมาก ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการบันทึกในความจำระยะยาวได้มาก

4. ความประทับใจ ความประทับใจในด้านดีและไม่ดีจะกระตุ้นให้บุคคลเกิดอารมณ์ ซึ่งอารมณ์จะไปกระตุ้นการกระทำ จะช่วยเพิ่มความสามารถในการบันทึกความจำให้มากขึ้น

5. เพศ มีแนวโน้มว่าเพศหญิงมีความสนใจที่จะจำ มีการพัฒนาความจำมากกว่าเพศชาย และมักมีการฝึกฝนอยู่เสมอ

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำมีอยู่หลายปัจจัย ได้แก่ อายุ ระดับสติปัญญา ความใส่ใจ แรงจูงใจ ความประทับใจ และเพศ ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวล้วนเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำทั้งสิ้น

3. ระบบความจำ

ระบบความจำของมนุษย์เป็นการคงประสบการณ์หรือความรู้ หลังจากเกิดการเรียนรู้แล้ว

วรรณิ ลิ้มอักษรได้จำแนกระบบความจำออกเป็น 3 ชนิดคือ (วรรณิ ลิ้มอักษร, 2541)

1. ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัส หมายถึง ความคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัสหลังจากเสนอสิ่งเร้าได้สิ้นสุดลง

2. ระบบความระยะสั้น หมายถึง ความจำหลังการรับรู้สิ่งเร้าที่ได้รับการตีความจนเกิดการรับรู้แล้วจะอยู่ในความจำระยะสั้น เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับการจำชั่วคราวเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในขณะที่จำอยู่เท่านั้น

3. ระบบความจำระยะยาว หมายถึง ความจำที่มีความคงทนถาวรเราไม่รู้สึกลงในสิ่งที่จำอยู่แต่เมื่อต้องการใช้หรือมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งมาสะกิดใจก็สามารถรื้อฟื้นมาได้ เช่น การจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อหลายชั่วโมง หลายวันหรือหลายปี

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความจำระยะยาวถือได้ว่าเป็นความคงทนในการจำเพราะเป็นการคงไว้ซึ่งประสบการณ์หรือความรู้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งหลังเกิดการเรียนรู้ไปแล้ว แต่ความจำเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าความจำระยะสั้นจะเป็นเพียงความจำชั่วคราว แต่ถ้าหากทบทวนอยู่เสมอก็จะกลายเป็นความจำระยะยาว แต่ถ้าไม่มีการทบทวนก็จะสลายไปอย่างรวดเร็ว

กมลรัตน์ หล้าสูงค์ (2528) กล่าวว่า การจำจะต้องประกอบด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. การเรียนรู้ (Learning) ผู้ที่สามารถจำมักจะต้องเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง มีเหตุมีผล และมีหลักเกณฑ์ที่สามารถสะสมหรือจำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ เช่น เรียนรู้ว่ 1 บาท มี 4 สลึง เป็นต้น

2. ความสามารถในการสะสม (Retention) การรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การที่ลิงชิมแพนซีของโคร์เลอร์รวบรวมประสบการณ์ การสอยผลไม้มาแก้ปัญหาการสอยกล้วยกินเมื่ออยู่ในกรง เป็นต้น

3. ความสามารถในการถ่ายทอด (Reproduction) การที่บุคคลสามารถดึงเอาสิ่งที่สะสมอยู่มาใช้งาน โดยการเล่าหรืออธิบายให้ผู้อื่นฟัง ซึ่งแบ่งออกมาได้ 2 รูปแบบ คือ

3.1 การระลึกได้ (Recall) หมายถึง การถ่ายทอดความจำออกมาโดยการเล่าบรรยาย หรืออธิบายสิ่งที่เคยจำได้นั้นออกมาถูกต้อง โดยมีต้องมึสิ่งนั้นมาปรากฏให้เห็น เช่น การบรรยายรูปร่างหน้าตาของชโยที่ขึ้นบ้านเมื่อคืนนี้ การเล่าถึงสภาพดินฟ้าอากาศ หรือการตอบข้อสอบอัตนัย เป็นต้น

3.2 การจำได้ (Recognition) หมายถึง การถ่ายทอดความจำออกมา โดยการชี้สิ่งนั้นได้ถูกต้อง เมื่อมีสิ่งเร้าอื่น ๆ มาปะปนอยู่ เช่น การชี้ตัวผู้ต้องหาบนโรงพัก แม้จะมีคนที่ไม่ใช่ปะปนมา หรือการตอบข้อสอบปรนัย เป็นต้น

การที่บุคคลบางครั้งจำบางสิ่งไม่ได้ทั้งที่เรียนรู้มาไม่นาน บางครั้งก็สามารถจำได้นานสามารถจำได้อย่างสมบูรณ์ถึงแม้ว่าเวลาจะผ่านไปนานแล้วก็ตาม อาจพิจารณาปัญหาของการจำได้จากขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการจำ ซึ่งวิมลสิทธิ์ หรยางกูร ได้เสนอไว้ 3 ขั้นตอน โดยขั้นตอนทั้งสามมีความสำคัญต่อการจำ ซึ่งปัญหาในการจำอาจอยู่ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง (วิมลสิทธิ์ หรยางกูร, 2530 : 146) ดังนี้

1. ขั้นตอนการเก็บ (Store) เป็นขั้นตอนกำหนดข่าวสารที่สะสมไว้ด้วยการจำแนกเป็นสิ่งที่แน่นอน หากยังไม่สะสมข่าวสารย่อมไม่เกิดการจำนั่นเอง การที่เกิดความจำเพราะไม่ร่องรอยบางอย่างเกี่ยวกับความรู้หรือประสบการณ์ที่ค้างอยู่ในความทรงจำ ดังนั้นการที่เรา

จำบางสิ่งบางอย่างไม่ได้ เป็นเพราะว่าไม่มีการเก็บไว้เพียงพอ ร่องรอยที่สะสมไว้อย่างขาดความเป็นปึกแผ่น และสลายไปตามเวลา

2. ขั้นตอนการทรงตัวไว้ (Retention) เป็นขั้นตอนที่เหนียวรั้งสิ่งที่สะสมให้คงไว้ในความจำเพื่อที่จะนำกลับมาให้ใหม่ในภายหลังด้วยการจำ การที่บุคคลลืมหรือจำสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่ได้ อาจเป็นเพราะสิ่งที่เหนียวรั้งไว้ในความทรงจำ

3. ขั้นตอนการเรียกกลับ (Retrieval) เมื่อข่าวสารที่ได้เก็บสะสมและทรงไว้ในความจำบางส่วนจะได้เรียกกลับมาใช้ในขณะที่เกิดความจำ และเป็นไปได้ว่าแม้จะมีการเก็บข่าวสารอย่างเพียงพอ

4. การสอนเพื่อให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพจะส่งผลทำให้ผู้เรียนมีความคงทนการเรียนรู้ได้อเนกกุล กริแสง ได้เสนอแนะวิธีการจัดการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ ไว้ 2 ประการ (อเนกกุล กริแสง, 2526)

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaning Fullness) เพื่อให้ให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หรือความจำดีขึ้น อาจกระทำดังนี้

1.1 การสื่อสัมพันธ์ (Mediation) เป็นวิธีการสร้างความสัมพันธ์ที่มีความหมายช่วยในการจำบทเรียนที่ขาดความหมาย

1.2 การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (Advance Organization) เป็นการสรุปโครงสร้างหรือกระบวนการเกี่ยวกับบทเรียนให้นักเรียนทราบก่อนการเรียนรู้ เนื้อหาวิชาในตอนนั้น ๆ

1.3 การจัดลำดับชั้น (Hierarchy Structure) เป็นการจัดบทเรียนให้เป็นลำดับตามขั้นตอน การเรียนรู้ในลำดับชั้นต่ำกว่าจะเป็นพื้นฐานให้เรียนรู้ขั้นตอนที่สูงขึ้นเป็นลำดับไป ผู้เรียนต้องมีความรู้ขั้นแรกก่อนที่จะเรียนรู้ขั้นตอนถัดไป

1.4 การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (Organization) เป็นการแยกประเภทของสิ่งที่ต้องการจำเป็นหมวดหมู่

2. การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ (Mathemagenic) ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับบทเรียนมากขึ้น ทั้งในระหว่างการเรียนการสอนและภายหลังการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนไม่เป็นฝ่ายรับแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจทำได้ดังนี้

2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนขณะกำลังฝึกฝนอยู่ (Recall During Practice) หมายถึง การทบทวนบทเรียนภายหลังจากที่อ่านจบแต่ครั้ง เช่น บทเรียนหนึ่งต้องใช้เวลาอ่านทีละ 30 นาที ครูกำหนดเวลาอ่าน 2 ชั่วโมง นักเรียนอ่านจนจบครบ 4 เทียว จะจำได้

น้อยกว่าที่อ่านจบ 1 เที้ยว แล้วทบทวนข้อความที่อ่านนั้นเพื่อเพิ่มความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้น แม้จะใช้เวลา 2 ชั่วโมงเท่ากันก็ตาม

2.2 การเรียนเพิ่มเติม (Over Learning) หมายถึง การเรียนภายหลังจากที่จำบทเรียนได้แล้ว ลักษณะเช่นนี้เห็นได้ชัดกรณีที่จำข้อความสั้น ๆ ซึ่งอ่านเพียงครั้งเดียวก็จำได้ แต่ถ้าเราอ่านเพียงเทียวเดียวในเพียงไม่กี่นาทีก็ลืม หากเราได้อ่านทบทวนอยู่ 4-5 เที้ยว จะทำให้จำได้ดีขึ้นและจำได้นาน

2.3 การท่อง (Recitation) การท่องยิ่งจะทำให้จำได้นานยิ่งขึ้น เพราะผู้ที่ท่องอย่างมีความตั้งใจมักจะมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง และเมื่อท่องไปได้ระยะหนึ่ง ผู้ท่องจะทราบถึงความก้าวหน้าของตนเอง ทำให้เกิดกำลังใจที่จะท่องต่อไป นอกจากนี้การท่องเป็นกิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายแน่ชัด ผู้ท่องจะตั้งระบุมุ่งความหวังไว้ และจะมุ่งมั่นให้บรรลุเป้าหมายนั้น

2.4 การสร้างจินตนาการ (Imagery) หมายถึง การสร้างรหัสโดยการนึกภาพในใจ เป็นการเอาสิ่งที่ต้องการจำไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่จำได้ที่อยู่แล้ว โดยการนึกภาพเป็นคู่สัมพันธ์ หากนึกภาพแปลกเท่าไร ความคงทนการเรียนรู้ยิ่งนานมากขึ้น การทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดี โดยการจัดบทเรียนให้มีระเบียบหมวดหมู่ พยายามเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อให้ผู้เรียนจำบทเรียนได้ง่ายและนานขึ้น ส่วนการจัดสถานการณ์ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้แก่ การจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และคงไว้ซึ่งประสบการณ์ หรือความรู้ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นความคงทนในการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ที่จำได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การวัดความคงทนในการเรียนรู้

การวัดความคงทนในการเรียนรู้เป็นการวัดความจำ เมื่อผู้เรียนเรียนรู้สิ่งใดไปแล้วหยุดไประยะหนึ่งโดยไม่มี การปฏิบัติใด ๆ ซึ่งความคงทนในการเรียนรู้จำมากหรือน้อยเพียงใดนั้น จำเป็นต้องหาวิธีการวัดสภาพความคงทนในการเรียน ชม ภูมิภาค ได้กล่าวถึงการวัดความคงทนในการเรียนรู้ว่ามีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ (ชม ภูมิภาค, 2535)

1. วิธีแห่งการระลึกได้ (The Recall Method) วิธีการนี้เป็นการเปรียบเทียบระหว่างผลการสอบหลังเรียนเสร็จทันที กับการทดสอบหลังจากเว้นระยะไประยะหนึ่ง

2. วิธีแห่งการรู้จัก (Recognition Method) คือ เป็นวิธีการให้เลือกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วออกมาจากสิ่งที่ปนอยู่ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกัน

3. การเรียนใหม่ (Relearning Method) คือ การเรียนเปรียบเทียบการเรียนเดิมกับการเรียนอันใหม่ ถ้าให้ระดับเดิมจะใช้เวลาเท่าใด

โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยวิธีการระลึกได้ คือ จะทำการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบหลังจากเรียนเสร็จ 2 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงที่มีความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาว ซึ่งเรียกว่าความคงทนในการเรียนรู้ตัวเอง

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ioannis Lefkos, Dimitris Psillos และ Euripides Hatzikraniotis ได้ทำการวิจัยเรื่อง Designing experiments on thermal interactions by secondary-school students in a simulated laboratory environment ในบทความของวารสาร Research in Science & Technological Education โดยทำการทดลองกับนักเรียนระดับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศกรีซจำนวน 40 คน โดยให้นักเรียนทำงานทดลองในลักษณะของสถานการณ์จำลองเสมือนจริง ซึ่งเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนพบว่า ความสามารถของนักเรียนของที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการออกแบบการทดลองได้ดีมากขึ้น (Ioannis Lefkos, Dimitris Psillos & Euripides Hatzikraniotis, 2011)

Z.C. Zacharia ได้ทำการวิจัยเรื่อง Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students conceptual understanding of electric circuits โดยทำการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ทำการทดลองโดยบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับการทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการทดลองจริง ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับการทำกิจกรรมทดลองโดยใช้ชุดการทดลองเสมือนจริงพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการทดลองเสมือนจริงสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง (Z.C. Zacharia, 2007)

Koum-Tem Sun , Yuan-Cheng Lin และ Chia-Yui Yu ได้ทำการวิจัย A Study on learning among different learning styles in Web-Base Lab of Science for elementary school students วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การสำรวจผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่แตกต่างกันรูปแบบในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนเว็บที่ใช้สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในบทเรียนวิทยาศาสตร์ ผลที่ได้จากวิธีการสอนการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า (ก) นักเรียนในกลุ่มทดลองใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนออนไลน์ประสบความสำเร็จที่ดีกว่าผู้ที่อยู่ในกลุ่มควบคุมภายใต้การเรียนการสอนในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม (ข) ในกลุ่มทดลองสำเร็จผลการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

ไม่แตกต่างจากคนอื่น ๆ นำเราจะสรุปได้ว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนบนเว็บเหมาะสำหรับรูปแบบการเรียนรู้ต่าง ๆ (ค) นักเรียนที่มี "accommodator" สไตล์การเรียนรู้ทำให้ความสำเร็จที่สำคัญที่สุดในการศึกษา นี้ คะแนนที่ได้รับจากกลุ่มทดลองเป็นดีกว่าผู้ที่อยู่ในกลุ่มควบคุมและ (ง) 75% ของนักเรียนที่สำรวจชี้ให้เห็นว่าพวกเขาต้องการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนบนเว็บเพื่อการอ่านตำราเท่านั้น ผลที่ได้จากการเรียนการสอนและการทดลองการสำรวจแสดงให้เห็นความเป็นไปได้และประสิทธิผลของการเรียนรู้สภาพแวดล้อมบนเว็บ การศึกษาส่งเสริมให้พัฒนาต่อไปของเว็บที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (Koum-Tem Sun , Yuan-Cheng Lin and Chia-Yui Yu, 2008)

Mikhail Morozov และคณะได้ทำการศึกษา Virtual Chemistry Laboratory for School Education ห้องปฏิบัติการและการจำลองเสมือนเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการเรียนรู้การใช้งาน สำหรับการศึกษาของโรงเรียนการพัฒนาขึ้นในห้องปฏิบัติการระบบมัลติมีเดีย MarSTU แล็บเสมือนมีจำนวนมากของการทดลองที่มีการประสบความสำเร็จผ่านการใช้ที่เวลาจริงกราฟิก 3 มิติและภาพเคลื่อนไหว ก่อนการแสดงผล กิจกรรมที่ห้องปฏิบัติการสามารถที่จะเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนของกระบวนการทางเคมีและทักษะการปฏิบัติ เพื่อที่จะทำให้คอมพิวเตอร์ปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ที่สนุกสนานมากขึ้นและมีประสิทธิผลตัวแทนสอนเคลื่อนไหวถูกบันทึกอยู่ในอินเทอร์เน็ตของห้องปฏิบัติการ วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Mikhail Morozov and other, 2004)

Nazan Kunduz และ Nilgun Sesken เรื่อง Development and Application of 7E Learning Model Based Computer- Assisted Teaching Materials on Precipitation Titration วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ การพัฒนาวัสดุการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวในห้องปฏิบัติการเสมือนจริงและการใช้งานคอมพิวเตอร์การศึกษาบนพื้นฐานของ 7E รูปแบบการเรียนรู้ที่มีต่อวิธีการ Mohr และ Volhard ในเนื้อหา "ไทเตรทแรงรัด" ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การออกแบบของกึ่งทดลอง กลุ่มควบคุมและการทดสอบที่ก่อนและหลังการทดสอบ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยม ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการบริหารงานของการทดสอบซึ่งถูกใช้เป็นที่ก่อนและหลังการทดสอบ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าเป็น 0.756 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังการทดสอบของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแตกต่างนี้แสดงให้เห็นว่าซอฟต์แวร์ที่มีผลกระทบในเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Nazan Kunduz and Nilgun Sesken, 2013)

John เพื่อให้ให้นักศึกษามีความหลากหลายของการเรียนรู้และประสบการณ์ วิธีการเหล่านี้รวมถึงมัลติมีเดียการนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์คำถาม คำตอบและจำลองจริง ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายหรืออันตรายที่จะนำไปใช้ในห้องเรียน การประยุกต์ใช้ความเป็นจริงเสมือนเป็นที่เครื่องมือการศึกษาที่ใหม่ โดยออกแบบมาเพื่อรับนักเรียนอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น ใช้งานร่วมในแบบจำลองคอมพิวเตอร์และที่จะนำเสนอประสบการณ์การศึกษาไม่สามารถใช้วิธีการอื่น ๆ (John T. Bell, 2004)

Katerina Chrustova และ Martin Bilek ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง Effectiveness of Education Software in Science education with Focus on Chemistry – Focus the Result of Research ผลการศึกษายืนยันประโยชน์ของซอฟต์แวร์เพื่อการศึกษาในการศึกษาวิทยาศาสตร์เราสามารถมองเห็นการใช้งานของซอฟต์แวร์เพื่อการศึกษาที่มีผลกระทบในเชิงบวกต่อแรงจูงใจและทัศนคติให้สูงขึ้น ความเข้าใจในปัญหนามธรรมและหัวข้อที่ซับซ้อน ซอฟต์แวร์ที่มีคุณค่าทางเลือกที่เป็นไปได้จริงในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิมโดยทั่วไป การเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการแบบดั้งเดิมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการที่ยั่งยืนความสำเร็จ (Katerina Chrustova and Martin Bilek, 2014)

Javad Hashiemi และคณะ ได้ทำการวิจัยเรื่อง Element of a Realistic Virtual Laboratory Experience in Material Science : Development and Evaluation พบว่าห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระดับสูงและได้รับการออกแบบพิจารณาจำนวนรูปแบบการเรียนรู้ ฟังก์ชันทั้งหมดในห้องปฏิบัติการมาตรฐาน เช่น ระบุวัตถุประสงค์ของการทดสอบ, พื้นหลัง, ขั้นตอนการวิเคราะห์และข้อสรุปที่มีการจัดตั้งโดยวัตถุประสงค์ของเครื่องมือ คือ 1) เน้นและตรวจสอบวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 2) การเตรียมนักเรียนสำหรับการเกิดขึ้นจริงในระดับห้องปฏิบัติการทดลอง และ 3) ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนประสบการณ์สำหรับมหาวิทยาลัยและวิทยาลัยที่ไม่ได้มีวัสดุศาสตร์ ห้องปฏิบัติการ การประเมินผลเบื้องต้นของซอฟต์แวร์โดยนักศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าซอฟต์แวร์ที่สามารถที่มีประสิทธิภาพในการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้และในการให้บริการเป็นเครื่องมือในการเตรียมการสำหรับการตรวจทางห้องปฏิบัติการนักเรียน รุ่นโต้ตอบของกระดานนี้สามารถใช้ได้บนเว็บไซต์ (Javad Hashiemi and other, 2005)

Shuang Li ที่กล่าวไว้ในการศึกษาวิจัยเรื่อง Research on Network Cooperative Learning System Based on Virtual Reality ผลการวิจัยพบว่าการประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายเพิ่มขึ้นของความเป็นจริงเสมือน (VR) ที่เทคโนโลยีในด้านการศึกษา วิธีการสำหรับการเรียนการสอนที่ทันสมัย และการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเป็นรูปแบบของวิธีการสอนที่

เป้าหมายของการเรียนการสอนที่เฉพาะเจาะจงเสร็จสิ้นการร่วมกันโดยผู้เรียนหลาย ๆ คนในการเรียนแบบร่วมมือและสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ บนพื้นฐานของเทคโนโลยีเสมือนจริง ได้รับการออกแบบลักษณะแบบบูรณาการ ขั้นตอนการทำงานและการไหลของข้อมูลของโปรแกรมทั่วไปที่ได้รับการวิเคราะห์ มันสะดวกที่จะทำให้เป็นจริงการเรียนแบบร่วมมือระยะไกล, การกระจายการเรียนรู้หรือการเรียนรู้ที่เป็นอิสระขึ้นอยู่กับระบบการสร้าง (Shuang Li, 2010)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ยึดแบบแผนการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนแบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest Posttest Control Group Design) ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนโรงเรียนวิเชียรชม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 322 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยกัน 2 ส่วน คือ

1. กลุ่มตัวอย่างสำหรับการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ด้วยการจำแนก กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน เพื่อใช้ในการทดสอบรายบุคคลจำนวน 3 คน การทดสอบกลุ่มเล็กจำนวน 9 คน และทดสอบภาคสนามจำนวน 33 คน

2. กลุ่มตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงและต้องไม่เคยเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพ จำนวน 65 คน ดังตารางที่ 9

ตาราง 9 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความคงทน

รายละเอียด	จำนวน (คน)
กลุ่มทดลอง	33
กลุ่มควบคุม	32
รวม	65

หมายเหตุ ต้องไม่เคยเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา กำหนดเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert's Scale)

โดยการกำหนดเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคำถามในแต่ละข้อ หากข้อใดได้ค่าเฉลี่ย “ดี” ถึง “ดีมาก” และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 จึงจะยอมรับ นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยรวมกันต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ “ดี” ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533) ดังภาคผนวก ข ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

คะแนน 1.00-1.49 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุงอย่างยิ่ง

คะแนน 1.50-2.49 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

คะแนน 2.50-3.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 3.50-4.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดี

คะแนน 4.50-5.00 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน หลังเรียนและค่าความคงทนการเรียนรู้ที่ผ่านการหาคุณภาพ โดยมีค่าความยากง่าย (P) มีค่าตั้งแต่ 0.2223 - 0.7222 , ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.206 - 0.429 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (rtt) โดยการใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Richardson Method) มีค่าเท่ากับ 0.604 ดังตารางที่ 23 ภาคผนวก ข

3. แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กำหนดเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท ดังภาคผนวก ข

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พัฒนาโดยใช้โปรแกรมเฟรสภาษาจาวาสคริปต์ (JAVA Script) และผ่านการหาประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80 ดังตารางที่ 24 ภาคผนวก ข

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง โดยการลำดับดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 กำหนดระยะเวลาในการทดลอง

1.2 ประสานงานกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

1.3 ปฐมนิเทศอธิบายและตอบข้อซักถามต่าง ๆ

2. ขั้นการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยแจกแบบทดสอบก่อนเรียนให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยผู้วิจัยกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำเสร็จแล้วเก็บแบบทดสอบและกระดาษคำตอบเพื่อนำไปวิเคราะห์

2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับกลุ่มทดลอง ศึกษาเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มตัวอย่างเรียนและทำกิจกรรมตามที่กำหนดจำนวนเนื้อหา 5 เรื่อง จากนั้นเมื่อเรียนรู้ครบทุกเนื้อหาให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน และทำแบบสอบถามความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.3 ผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับกลุ่มควบคุม ศึกษาเรียนรู้เนื้อหา เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการสอนปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างเรียนและทำกิจกรรมตามที่กำหนดจำนวนเนื้อหา 5 เรื่อง จากนั้นเมื่อเรียนรู้ครบทุกเนื้อหาให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.4 หลังจากนั้น 2 สัปดาห์ ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนมาเปรียบเทียบโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบ

ความแตกต่างโดยใช้ค่าสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน(t-test independent samples) และ ค่าสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นไม่อิสระต่อกัน(Pair sample t-test) เพื่อหาค่านัยสำคัญทางสถิติ

2. การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างโดยใช้ค่าสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Independent) และค่าสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นไม่อิสระต่อกัน (Pair sample t-test) เพื่อหาค่านัยสำคัญทางสถิติ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

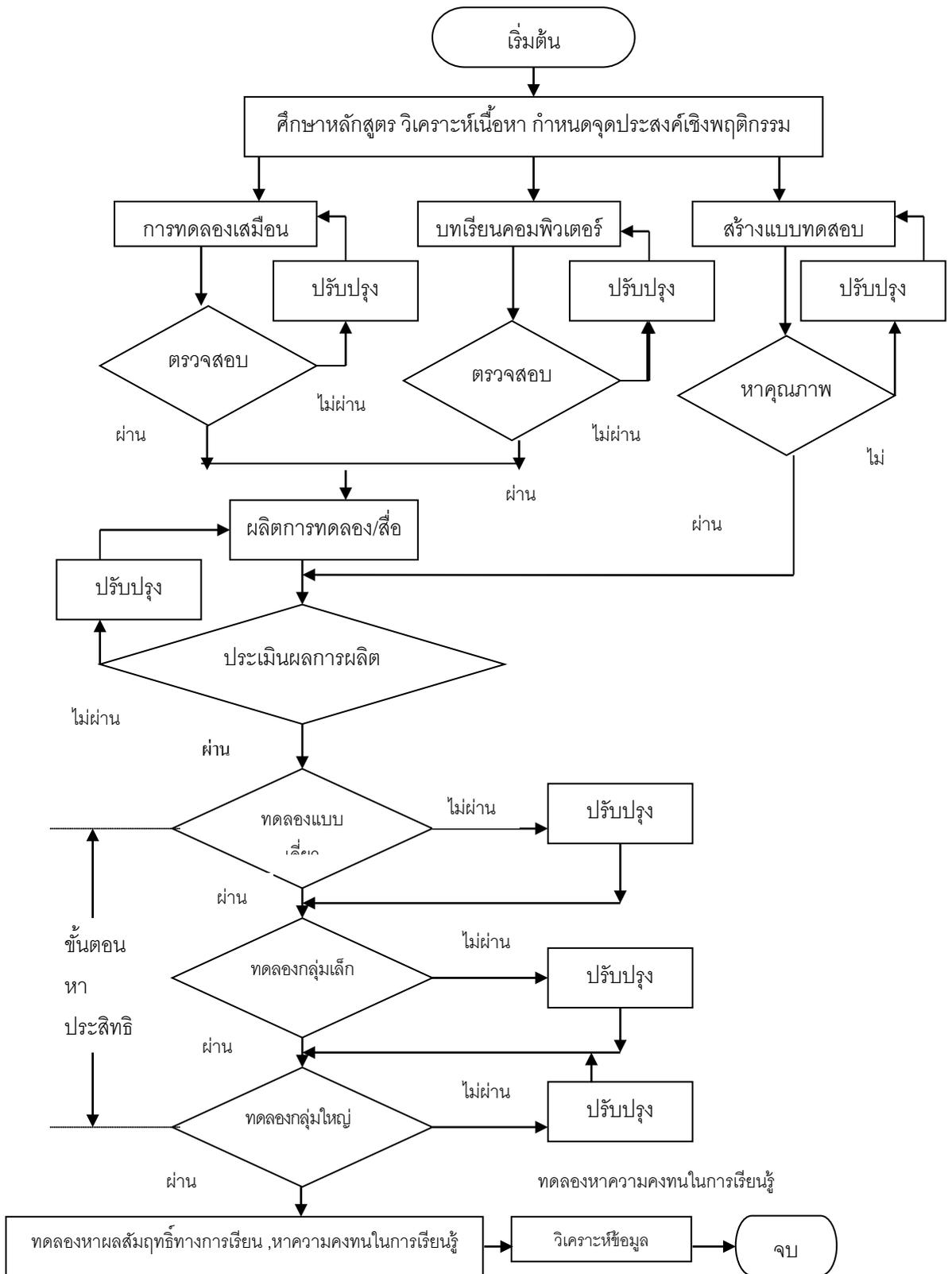
คะแนน 1.00-1.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

คะแนน 1.50-2.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

คะแนน 2.50-3.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 3.50-4.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คะแนน 4.50-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ , 2525) คำนวณโดยใช้สูตร

80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเทียบกับคะแนนเต็มของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน คำนวณโดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ หมายถึง คะแนนรวมของกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ตอบถูกในการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
 N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง
 A หมายถึง คะแนนเต็มทั้งหมดของแบบทดสอบระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเทียบกับคะแนนเต็มของการทำแบบทดสอบหลังเรียน คำนวณโดยใช้สูตร

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนในการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน
 $\sum F$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

B หมายถึง คะแนนเต็มการสอบหลังเรียน

2. หาความเที่ยงตรงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีโรวิเนลลีและแฮมเบิลตัน (บุญชม ศรีสะอาด, 2535) คำนวณโดยใช้สูตร

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

เมื่อ IC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดประสงค์

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3. การหาค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ (Difficulty) ของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535) คำนวณโดยใช้สูตร

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p หมายถึง ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูกในแต่ละข้อ

N หมายถึง จำนวนคนที่ทำในแบบทดสอบข้อนั้นทั้งหมด

4. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Discrimination) (บุญชม ศรีสะอาด, 2535) คำนวณโดยใช้สูตร

$$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ

R_U	หมายถึง จำนวนที่ผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
R_L	หมายถึง จำนวนที่ผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N	หมายถึง จำนวนผู้สอบทั้งหมด

5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยการให้คะแนนได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน คำนวณจากสูตร KR-20 (บุญชม ศรีสะอาด, 2535) คำนวณโดยใช้สูตร

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} หมายถึง ความเชื่อมั่นที่คำนวณจากสูตรคูเดอร์ริชาร์ดสัน KR-20

k	หมายถึง จำนวนของข้อสอบทั้งหมด
p	หมายถึง สัดส่วนผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
q	หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)
S^2	หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

6. การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองและทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยวิเคราะห์โดยใช้สถิติต่าง ๆ ดังนี้

6.1 การหาค่าเฉลี่ยหรือมัชฌิมเลขคณิตศาสตร์ (Mean) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) คำนวณโดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	หมายถึง ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	หมายถึง จำนวนข้อมูล

6.2 การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) คำนวณโดยใช้สูตร

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยก

$(\sum X)^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยก

N หมายถึง จำนวนนิสิตทั้งหมด

กำลัง

กำลัง

6.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังทดลอง และความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test แบบ Dependent samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2541) คำนวณโดยใช้สูตร

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

เมื่อ D หมายถึง ผลต่างระหว่างคู่คะแนน

N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่

คะแนน

6.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังทดลอง และความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test แบบ independent samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2541) คำนวณโดยใช้สูตร

ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

เมื่อ \bar{X}_1 , \bar{X}_2 แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

S_p^2 แทนความแปรปรวนร่วม (Pooled variance)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา ในครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และรูปแบบการบูรณาการ การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา

1.2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา ด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา

2. ผลการหาประสิทธิภาพของผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4. ผลการหาความคงทนในการเรียนรู้ของผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

5. ผลการหาความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

6. การศึกษารูปแบบการบูรณาการการใช้งานผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 คน โดยเครื่องมือประเมินคุณภาพคัดแปลงจาก ชลาภรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์และคณะ (ชลาภรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์และคณะ, ดังตารางที่ 10 ดังมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 10 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลอง
เสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ด้านเนื้อหา

รายละเอียด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล
1. เนื้อหาครอบคลุม หัวเรื่อง แนวคิด และ วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.00	1.00	ดี
2. เนื้อหาสาระมีความถูกต้อง	4.00	0.00	ดี
3. เนื้อหาสาระมีความทันสมัย	4.33	1.15	ดี
4. ปริมาณของเนื้อหาต่อหน่วยการเรียนรู้มี ความเหมาะสม	4.00	1.00	ดี
5. เนื้อหาสาระเรียบเรียงลำดับจากง่ายไปหา ยาก	4.00	0.00	ดี
6. เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.33	0.577	ดี
7. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมสำหรับการเรียน	4.00	1.00	ดี
8. ภาษาที่เขียนในเนื้อหาสาระเข้าใจง่าย	4.33	0.577	ดี
9. ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.577	ดี
10. คำอธิบายภาพประกอบมีความถูกต้อง	4.66	0.577	ดี
11. เนื้อหาสาระนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.66	0.577	ดี
12. แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.577	ดี
13. คำถามของแบบฝึกหัดมีความชัดเจน	4.33	1.15	ดี
14. แนวตอบของแบบฝึกหัดมีความชัดเจน	4.33	0.577	ดี
ภาพรวม	4.23	0.18	ดี

จากตารางที่ 10 พบว่าผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุด
ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา ภาพรวมการประเมินที่ระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.23

1.2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 คน โดยเครื่องมือประเมินคุณภาพคัดแปลงจาก ชลาภรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์และคณะ (ชลาภรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์และคณะ, ดังตารางที่ 11 ดังมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 11 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา

รายละเอียด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. การออกแบบหน้าจอ			
1.1 การออกแบบหน้าจอโดยรวม	3.66	0.577	ดี
1.2 การใช้ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร	4.66	0.577	ดี
1.3 การใช้สีในการออกแบบ	4.00	0.00	ดี
1.4 การใช้สัญลักษณ์ และการวางตำแหน่งเมนูต่างๆ	5.00	0.00	ดี
1.5 การมีปฏิสัมพันธ์ของบทเรียน	3.66	0.577	ดี
2. การออกแบบด้านเนื้อหาในบทเรียน			
2.1 คำแนะนำการเรียนก่อนเข้าสู่บทเรียน	4.00	1.00	ดี
2.2 ข้อความ/คำสั่ง มีความชัดเจน	4.00	1.00	ดี
2.3 ภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหาบทเรียนเข้าใจง่าย	4.66	5.77	ดี
2.4 ปริมาณข้อมูลของการนำเสนอของแต่ละหน้าจอ	4.00	1.00	ดี
2.5 มีการประเมินด้วยแบบฝึกหัดระหว่างเรียน	4.33	1.15	ดี
2.6 แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	3.66	.577	ดี
2.7 การใช้งานไม่ยุ่งยาก	5.00	0.00	ดี
ภาพรวม	4.22	0.13	ดี

จากตารางที่ 11 พบว่าผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ภาพรวมการประเมินที่ระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.22

2. ผลการหาประสิทธิภาพของผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบประสิทธิภาพและวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นตามเกณฑ์ 80/80 และผลการวิจัยดังนี้

ผลการทดลองครั้งที่ 1 (รายบุคคล)

ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ทดลองใช้งานพร้อมสังเกตการณ์ใช้งานและซักถามปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อความในเนื้อหาบางส่วนเข้าใจยาก
2. การสะกดคำบางคำยังไม่ถูกต้อง
3. การเชื่อมโยงมีความสับสน
4. สีพื้นหลังกับข้อความยังไม่ชัดเจน

ผลการทดลองครั้งที่ 2 (กลุ่มเล็ก)

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 1 มาปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน ทดลองใช้งานพร้อมสังเกตการณ์ใช้งานและซักถามปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อความและสัญลักษณ์ทำให้สับสน
2. ชุดการทดลองเสมือนจริงควรจัดทำเนื้อหาให้เรียนร้อย เพื่อความรวดเร็วในการเรียน
3. ควรนำการทดลองเนื้อหาเดียวกัน ควรอยู่ในแฟ้มข้อมูลเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบกับการทดลองอื่น ๆ

ผลการทดลองครั้งที่ 3 (ทดลองภาคสนาม)

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 2 มาปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 33 คน ซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 ดังตารางที่ 12 และภาคผนวก ข

ตารางที่ 12 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รายการ	คะแนนระหว่างเรียน	คะแนนหลังเรียน
N	33	33
คะแนนรวม	1359	1342
คะแนนเฉลี่ย	41.18	40.67
คะแนนเต็ม	50	50
E_1/E_2	82.36	81.33

จากตารางที่ 12 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ $82.36/81.36$ เมื่อ $E_1 = 82.36$ คือ ร้อยละค่าเฉลี่ยของผลรวมของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม และ $E_2 = 81.33$ คือ ร้อยละค่าเฉลี่ยของผลรวมของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผ่านเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ 80/80 เมื่อคำนวณจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าทดสอบภาคสนาม ดังตารางที่ 24 ภาคผนวก ข

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิเชียรชม โดยได้จากผลการประเมินในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน มาทำการแปลงคะแนนให้เป็นโค้งปกติ (Normal Curve) ด้วยวิธีการแปลงโดยยึดพื้นที่ของโค้งเป็นหลัก (Area transformation) จากนั้นแยกกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำ ของกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม ที่เรียนรู้ด้วยวิธีปกติ มีรายละเอียดตารางที่ 13 และตารางที่ 14

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายละเอียด	ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)
กลุ่มทดลอง	สูง	9
	ปานกลาง	13
	ต่ำ	11
รวม		33
กลุ่มควบคุม	สูง	10
	ปานกลาง	12
	ต่ำ	10
รวม		32
รวมทั้งสิ้น		65

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจาก
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม

รายละเอียด	N	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	df	Sig. (2-tailed)
กลุ่มทดลอง	33	17.6970	7.40137	8.216	63	.000**
กลุ่มควบคุม	32	4.0938	5.82741			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 14 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจาก
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้นแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจาก
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำแนกกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม

รายละเอียด	N	คะแนนเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	Sig	
กลุ่มทดลอง	33	ก่อนเรียน	19.52	4.988	13.736	.000**
		หลังเรียน	37.21	5.867		
กลุ่มควบคุม	32	ก่อนเรียน	24.00	6.525	3.974	.000**
		หลังเรียน	28.09	7.389		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 15 พบว่าการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนภาพรวมภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้นแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

4. เปรียบเทียบผลการหาความคงทนในการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการหาความคงทนในการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายละเอียด	N	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
กลุ่มทดลอง	33	11.5758	8.39282	.007	.935	4.445	63	.000**
กลุ่มควบคุม	32	2.0000	8.97308					

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 16 พบว่าความคงทนในการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าความคงทนการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง

ตารางที่ 17 ผลการหาความคงทนในการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำแนกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายละเอียด		ค่าเฉลี่ย	N	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	df	Sig. (2-tailed)
กลุ่มทดลอง	หลัง เรียน	37.21	33	5.867	7.923	32	.000**
	วัดซ้ำ	25.64	33	6.850			
กลุ่มควบคุม	หลัง เรียน	28.09	32	7.389	1.261	31	.217
	วัดซ้ำ	26.09	32	8.445			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 17 พบว่าผลการหาความคงทนในการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้น แสดงให้เห็นว่าความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองไม่มีความคงทนในการเรียนรู้ และกลุ่มทดลองความคงทนการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันนั้นแสดงว่ากลุ่มควบคุมมีความคงทนการเรียนรู้ดีกว่ากลุ่มทดลอง

5. ผลการหาความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การหาความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มทดลองจำนวน 31 คน ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการ
ทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อ	ประเด็นคำถาม	N	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล
1	อธิบายเนื้อหาเข้าใจง่าย	31	4.68	.475	มากที่สุด
2	เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียน	31	4.39	.761	มาก
3	ภาพสอดคล้องกับบทเรียน	31	4.52	.626	มากที่สุด
4	ความสวยงามของรูป	31	4.58	.502	มากที่สุด
5	การนำเสนอต่อเนื่อง	31	4.58	.564	มากที่สุด
6	ความชัดเจนของตัวอักษร	31	4.81	.402	มากที่สุด
7	สามารถทบทวนบทเรียนได้	31	4.61	.495	มากที่สุด
8	ความเหมาะสมการใช้สี	31	4.52	.626	มากที่สุด
9	สัญลักษณ์เครื่องมือชัดเจน	31	4.65	.551	มากที่สุด
10	การใช้งานง่าย	31	4.52	.626	มากที่สุด
11	ความสะดวกในการใช้งาน	31	4.52	.570	มากที่สุด
12	ความเหมาะสมของภาพกับเนื้อหา	31	4.61	.495	มากที่สุด
13	ความเหมาะสมการฝึกปฏิบัติ	31	4.55	.568	มากที่สุด
14	สามารถใช้งานได้ด้วยตนเอง	31	4.52	.570	มากที่สุด
ภาพรวม		31	4.5737	.31541	มากที่สุด

จากตารางที่ 18 พบว่าความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมมีความพึงพอใจที่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.5737 เมื่อพิจารณารายข้อมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ความชัดเจนของตัวอักษรมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.81 รองลงมา คือ อธิบายเนื้อหาเข้าใจง่ายมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.68 และน้อยที่สุด คือ เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.39

บทที่ 5

อภิปรายผลสรุปและข้อเสนอแนะ

การอภิปรายผลสรุปและข้อเสนอแนะการวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา โดยในบทนี้ครอบคลุมสาระสำคัญดังนี้ คือ วัตถุประสงค์การวิจัย สมมุติฐานการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไม่น้อยกว่า 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของภาพรวม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของภาพรวม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4. เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของภาพรวม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
5. เพื่อนำเสนอรูปแบบการบูรณาการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

สมมุติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน และนักเรียนด้วยวิธีการเรียนปกติไม่แตกต่างกัน
2. คะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนด้วยวิธีการเรียนปกติไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิเชียรชม จำนวน 332 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิเชียรชม โดยได้จากผลการประเมินในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน มาทำการแปลงคะแนนให้เป็นโค้งปกติ (Normal Curve) ด้วยวิธีการแปลงโดยยึดพื้นที่ของโค้งเป็นหลัก (Area transformation) จากนั้นแยกกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำมีรายละเอียดตารางที่ 19

ตาราง 19 ช่วงคะแนนในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำ

ลักษณะกลุ่ม	ช่วงคะแนน (เปอร์เซ็นต์ไทล์)
สูง	> 66.66
ปานกลาง	33.33-66.66
ต่ำ	< 33.33

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 45 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

2.1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวน 3 คน

2.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพกลุ่มเล็ก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจำนวน 9 คน จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คนและไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบแบบเดี่ยวด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

2.1.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพกลุ่มใหญ่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจำนวน 33 คน และไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบแบบเดี่ยวและกลุ่มเล็ก ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

2.1.4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จำนวน 33 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากประชากรและไม่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง โดยได้จากผลการประเมินในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน มาทำการแปลงคะแนนให้เป็นโค้งปกติ (Normal Curve) ด้วยวิธีการแปลงโดยยึดพื้นที่ของโค้งเป็นหลัก (Area transformation) จากนั้นแยกกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำมีรายละเอียดตารางที่ 20

ตารางที่ 20 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ
คงทนในการเรียนรู้กลุ่มทดลอง

รายละเอียด	ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)
กลุ่มทดลอง	สูง	9
	ปานกลาง	13
	ต่ำ	11
รวม		33

หมายเหตุ ต้องไม่เคยเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพ

2.1.5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิธีการเรียนปกติเพื่อเป็นกลุ่มควบคุม (Control Group) จำนวน 32 คน โดยทำการเรียนด้วยวิธีการปกติด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จากประชากร และไม่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ดังรายละเอียดตารางที่ 21

ตารางที่ 21 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการ
เรียนรู้กลุ่มควบคุม

รายละเอียด	ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)
กลุ่มควบคุม	สูง	10
	ปานกลาง	12
	ต่ำ	10
รวม		32

หมายเหตุ ต้องไม่เคยเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพ

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้าง คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยเนื้อหาต่าง ๆ ดังนี้

- 3.1 วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
- 3.2 ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า
- 3.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

3.4 การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

3.5 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง โดยการลำดับดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 กำหนดระยะเวลาในการทดลอง

1.2 ประสานงานกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

1.3 ปฐมนิเทศอธิบายและตอบข้อซักถามต่าง ๆ

2. ขั้นการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยแจกแบบทดสอบก่อนเรียนให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยผู้วิจัยกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำเสร็จแล้วเก็บแบบทดสอบและกระดาษคำตอบเพื่อนำไปวิเคราะห์

2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับกลุ่มทดลอง ศึกษาเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มตัวอย่างเรียนและทำกิจกรรมตามที่กำหนดจำนวนเนื้อหา 5 เรื่อง จากนั้นเมื่อเรียนรู้ครบทุกเนื้อหาให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน และทำแบบสอบถามความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.3 ผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับกลุ่มควบคุม ศึกษาเรียนรู้เนื้อหา เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการสอนปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างเรียนและทำกิจกรรมตามที่กำหนดจำนวนเนื้อหา 5 เรื่อง จากนั้นเมื่อเรียนรู้ครบทุกเนื้อหาให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.4 หลังจากนั้น 2 สัปดาห์ ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างโดยใช้ t-test independent samples และ Pair sample t-test เพื่อหาค่านัยสำคัญทางสถิติ

2. การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างโดยใช้ t-test independent samples และ Pair sample t-test เพื่อหาค่านัยสำคัญทางสถิติ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

1. จากการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 82.36 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม และ คะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 81.33 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม จึงมีประสิทธิภาพ 82.36/81.33 ซึ่งสูงกว่าที่กำหนดไว้ 80/80

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของภาพรวม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้นแสดงให้เห็นว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3. การศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนและคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ผลปรากฏดังนี้

3.1 คะแนนความความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้นแสดงให้เห็นว่าความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง

3.2 คะแนนความความคงทนในการเรียนรู้ภายในกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้นแสดงให้เห็นกลุ่มทดลองไม่มีความคงทนในการเรียนรู้

3.3 คะแนนความความคงทนในการเรียนรู้ภายในกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันนั้นแสดงให้เห็นว่าความความคงทนในการเรียนรู้กลุ่มควบคุมมีค่าความคงทนในการเรียนรู้ดีกว่ากลุ่มทดลอง

4. การศึกษาความพึงพอใจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่ามีความพึงพอใจที่ระดับ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยภาพรวม 4.5737 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .31541

5. การหารูปแบบการบูรณาการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนรู้ด้วยวิธีการปกติ รูปแบบการบูรณาการจึงเป็นกิจกรรมเสริมในการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียน แนวทางการในการลดแรงต่อต้านการใช้งานควรจัดเป็นกิจกรรมบางส่วนของเนื้อหาในรายวิชา การบูรณาการกิจกรรมการสร้างเสริมประสบการณ์ การจัดการเรียนในกลุ่มใหญ่ ๆ ได้พร้อมกัน และการนำไปใช้ในการลดความแตกต่างระหว่างบุคคลในกลุ่มผู้เรียน โดยใช้ในการเป็นกิจกรรมซ่อมเสริมในกลุ่มนักเรียนที่เป็นกลุ่มต่ำ เนื่องจากสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น

อภิปรายผล

การศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ

ละ 83.36 และคะแนนเฉลี่ย 81.33 จึงมีประสิทธิภาพ 82.36/81.33 ซึ่งสูงกว่าที่กำหนดไว้ 80/80

นอกจากนี้จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ทั้งสองวิธีสามารถทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้พบว่า จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์จากการวัดความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้นแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงมีความคงทนในการเรียนรู้ น้อยกว่าการเรียนรู้ด้วยวิธีการปกติ

จากการหาความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด สาเหตุเนื่องจากเพราะมีความสะดวกในการใช้งาน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีความเหมาะสมที่จะนำมาฝึกปฏิบัติ

จากการหารูปแบบการบูรณาการการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริง การใช้งานเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของรายวิชาหรือกิจกรรมซ่อมเสริมเพื่อลดความแตกต่างระหว่างบุคคล กระตุ้นให้เกิดการระลึกความจำและทบทวนเนื้อหา ก่อนเข้าสู่เนื้อหาใหม่

จากการวิจัยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา จะเห็นได้ว่าผลการวิจัยที่พบมีปัจจัยในแต่ละด้านต่าง ๆ ที่ค้นพบสามารถจำแนกได้ดังนี้

ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เนื่องจากผู้เรียนได้รับการกระตุ้นความสนใจการเรียนรู้ มีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติและทบทวนหรือปฏิบัติซ้ำจนเกิดความเข้าใจตามความสนใจ การมีอิสระในการเรียนรู้ และสามารถใช้งานกับกลุ่มผู้เรียนที่มีความแตกต่าง โดยสามารถใช้งานได้กับกลุ่มผู้เรียนที่เป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Koum-Tem Sun , Yuan-Cheng Lin และ

Chia-Yui Yu ได้ทำการวิจัย A Study on learning among different learning styles in Web-Base Lab of Science for elementary school students ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ของวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการทดลองเสมือนจริงเป็นการเสริมสร้างความสนใจ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความต้องการ สามารถทบทวนและทำกิจกรรมซ้ำ ๆ และช่วยสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Koum-Tem Sun , Yuan-Cheng Lin and Chia-Yui Yu, 2008) ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงช่วยยกระดับการเรียนรู้และความสำเร็จในการเรียนรู้ด้วยกำหนดเป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และ Mikhail Morozov และคณะได้ทำการศึกษา Virtual Chemistry Laboratory for School Education ได้กล่าวว่า การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมเป็นส่วนสำคัญและเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญที่จะประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนมีความเป็นอิสระในการเรียนรู้ (Mikhail Morozov and other, 2004) เพราะการสร้างการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ผู้เรียนมีความเป็นอิสระในการคิด วิเคราะห์ และเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาทำให้เกิดการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Nazan Kunduz และ Nilgun Sesken เรื่อง Development and Application of 7E Learning Model Based Computer- Assisted Teaching Materials on Precipitation Titration ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำให้เกิดผลกระทบและช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Nazan Kunduz and Nilgun Sesken, 2013) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างการมีส่วนร่วมส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา อีกทั้งสามารถนำมาใช้ในการซ่อมเสริมและลดความแตกต่างระหว่างบุคคลภายในกลุ่มผู้เรียน

ด้านความคงทนในการเรียนรู้

จากผลการวิจัยความคงทนในการการเรียนรู้พบว่า ค่าเฉลี่ยการทดลองความคงทนในการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้วิธีการปกติมีค่าเฉลี่ยความคงทนในการเรียนรู้ที่ไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าความคงทนในการเรียนรู้ด้วยวิธีการปกติมีค่าความคงทนในการเรียนรู้ดีกว่าการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการ

ทดลองเสมือนจริง สาเหตุเนื่องจากการเรียนรู้ด้วยวิธีการปกติผู้เรียนมีโอกาที่จะทบทวนเนื้อหาจากสื่อประเภทตำรา เอกสารหลังจากที่ได้ทำการทดลองหลังเรียน แต่กลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงไม่ได้มีโอกาสเรียนรู้และฝึกปฏิบัติหรือทบทวนเนื้อหาหลังจากที่ได้ทำการทดสอบหลังเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Javad Hashemi และ คณะที่กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงจะต้องมีการทบทวน ปฏิบัติ และทำซ้ำ เพื่อเรียกคืนและเก็บรักษาความรู้ โดยอาจสนับสนุนและส่งเสริมกิจกรรมดังกล่าวในกระบวนการเรียนรู้ให้มากขึ้น (Javad Hashimi and other, 2005) และสอดคล้องกับคำกล่าวของ John T. Bell ที่กล่าวว่าการใช้งานการเรียนรู้ในรูปแบบสถานการณ์จำลองต้องเปิดโอกาสการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เพื่อการเก็บและเรียกคืนความรู้และการจำ (John T. Bell, 2004) ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริง ควรมีการจัดกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียกคืนและเก็บรักษาความรู้ของผู้เรียน โดยอาจใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงเป็นเครื่องมือในการเรียกคืนความรู้ของผู้เรียน

ด้านความพึงพอใจ

จากผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจความพึงพอใจการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจการใช้งานภาพรวมมีความพึงพอใจมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย 4.5737 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .31541 เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงสามารถใช้งานในลักษณะที่สามารถทบทวนเนื้อหาและสามารถใช้งานและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีความสะดวกในการใช้งาน ความเหมาะสมที่จะนำมาฝึกปฏิบัติ ก่อให้เกิดสนุกและสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ Katerina Chrustova และ Martin Bilek ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง Effectiveness of Education Software in Science education with Focus on Chemistry – Focus the Result of Research ที่กล่าวว่าการใช้งานซอฟต์แวร์เพื่อการศึกษาที่มีผลกระทบทางบวกต่อแรงจูงใจและทัศนคติของนักเรียนให้สูงขึ้น สร้างความเข้าใจในปัญหาและประเด็นต่างๆ ที่ซับซ้อน (Katerina Chrustova and Martin Bilek, 2014) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงสามารถจัดการเรียนรู้ที่มีคุณค่า และเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้จริงที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนที่ประสบความสำเร็จและยั่งยืน

ด้านรูปแบบการบูรณาการ

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง มีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบปกติ นั้นแสดงให้เห็นว่าแนวทางการบูรณาการการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง สามารถจัดการเรียนรู้ได้ด้วยวิธีการออกแบบให้เป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของรายวิชาด้วยการบูรณาการกับการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Javad Hashiemi และคณะ ได้ทำการวิจัยเรื่อง Element of a Realistic Virtual Laboratory Experience in Material Science : Development and Evaluation ที่พบว่า การใช้งานการทดลองเสมือนจริงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ไม่ได้เรียนด้วยการทดลองเสมือนจริง และสามารถลดปัญหาดังกล่าวโดยการออกแบบกิจกรรมการทดลองเสมือนจริงเป็นกิจกรรมบางส่วนของรายวิชา (Javad Hashiemi and other, 2005)

การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงสามารถออกแบบและประยุกต์ใช้งานในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการสร้างประสบการณ์ทำงานกับกลุ่มนักเรียนขนาดใหญ่ที่สามารถเรียนรู้ได้พร้อม ๆ กัน ผู้เรียนมีอิสระในการบริหารการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถสร้างการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ John T. Bell ที่กล่าวไว้ในบทความงานวิจัย The VRUPL Lab Serving Education on Two Fronts ได้กล่าวถึงแนวทางการใช้งานการทดลองเสมือนจริงสามารถจัดการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์เรียนรู้ ที่เป็นตามความต้องการของผู้เรียน (John T. Bell, 2004) ดังนั้นแนวทางการบูรณาการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง สามารถนำไปออกแบบการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์เรียนรู้แก่นักเรียน นักเรียนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนด้วยการควบคุมการเรียนได้อย่างอิสระและสนองตอบความต้องการของผู้เรียน

การใช้งานการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงด้วยการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถทบทวนเนื้อหาตามความต้องการของผู้เรียน ภายใต้บริบทความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีความสามารถในการเรียนรู้ไม่เท่าเทียมกัน ซึ่งผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงมีประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นั้นแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงสามารถใช้งานได้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล

โดยเฉพาะกลุ่มต่ำที่มีการเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบหลังเรียนเมื่อเทียบกับคะแนนทดสอบก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Shuang Li ที่กล่าวไว้ในการวิจัยเรื่อง Research on Network Cooperative Learning System Based on Virtual Reality ที่กล่าวว่าการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้โดยการใช้คอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกับการเรียนรู้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาความคิดของคน และเพิ่มประสิทธิภาพของกลุ่มนักเรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลในกลุ่มนักเรียน และมีผลกระทบทางด้านบวกที่ชัดเจนในการปรับปรุงและพัฒนา ความคิด ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Shuang Li, 2010) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการบูรณาการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดการทดลองเสมือนจริงสามารถประยุกต์การใช้งานในการจัดการเรียนรู้ให้กลุ่มผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล และยังนำไปใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะการวิจัยดังนี้

1. ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงด้วยการบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนในห้องเรียนเพื่อลดความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งจะส่งผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
2. การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงควรนำมาใช้งานในการกระตุ้น ทำซ้ำ หรือใช้เป็นเครื่องมือในการรำลึกความรู้เดิมก่อนที่เริ่มเข้าสู่เนื้อหาใหม่
3. ควรมีการบูรณาการการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงร่วมกับสื่อประเภทอื่น เพื่อจะได้เติมเต็มในส่วนที่ขาดหายไป
4. จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าความคงทนในการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีความคงทนในการเรียนรู้น้อยกว่าการสอนแบบปกติ ดังนั้นผู้สอนควรเปิดโอกาสหรือสร้างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสทำซ้ำ เพื่อกระตุ้นความคิด ประสบการณ์และความคิดสร้างสรรค์ของทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาโมเดลรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อด้วยเทคโนโลยีการทดลอง
เสมือนจริงที่ส่งผลต่อระดับความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสว่างษ์. (2528). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ศรีเดชา
 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). **คู่มือการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 1)**.
 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและ
 เว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การคลังสินค้า
 และพัสดุภัณฑ์.
- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. (2538, มิถุนายน). “แนวคิดว่าประสิทธิภาพบทเรียน CAI”,
วารสารพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 5(3), 11-14.
- กิดานันท์ มะลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ : โรง
 พิมพ์ชวนพิมพ์.
- กุนธรี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ. (2550). **สุดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์ นำไปสู่ การ
 จัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ชม ภูมิภาค. (2535). **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ชลารณณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์ นภาพรณณ์ ปาลวัฒน์วิไชย อภิญญา สนกกน ฐิติรัศญาณ์
 แก่นเพชรและดวงพร ทรัพย์ลักษณ์. (2552). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการ
 สอนกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เว็บแคสต์แบบปฏิสัมพันธ์ สำหรับนักศึกษา
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (รายงานการวิจัย) กรุงเทพฯ :**
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัชวาล ชุมรักษา. (2558). “การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง รายการ
 วิทยุกระจายเสียง สำหรับนิสิตสาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะ
 ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ”, **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิณ**,
 15(1) 56-69.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). **สื่อการสอนระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- _____. (2525). **ชุดการสอนระดับประถมศึกษาในเอกสารการสอนชุดวิชา
 สื่อการสอนระดับประถมศึกษา หน่วยที่ 8-15**. กรุงเทพฯ : ป.สัมพันธ์พาณิชย์
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). **เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย**. กรุงเทพฯ :
 โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

- ดุสิต ชาวเหลือง. (2549). “การบูรณาการใช้สื่อประสมและสื่อหลายมิติเพื่อการสอนและการเรียนรู้”, **วารสารศึกษาศาสตร์**. 8(1), 29-44
- ทักษิณา วิไลลักษณ์. (2551). **ออกแบบบทเรียน**. ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- นวลจิตต์ เขาวีร์ติพงศ์. (2531). **ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน**. **สารพัฒนาหลักสูตร (57)**
- นิคม ทางแดง. 2537. **ประมวลสาระชุดวิชา สัมมนาการวิจัยและทฤษฎีทางเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา หน่วยที่ 5-7**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). **การวิจัยเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : วงกลม โพรดักชั่น.
- บุปผชาติ ทพิทกรรม และคณะ. (2544). **ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา**. **พิมพ์ครั้งที่ 1**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- บุปผชาติ ทพิทกรรม และคณะ. **ความรู้เกี่ยวกับมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา**. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ประสาธ อิศรปรีชา. 2531. **จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน**. กรุงเทพมหานคร : กราฟิกอาร์ต.
- ปิยธิดา กุณดิลก. (2541). **การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาศิลปะกับชีวิต 3 เรื่องการพ่อนรำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2539). **เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการสอน**. **หน่วยที่ 9-15**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- วรรณิ ลิมอักษร. (2541). **จิตวิทยาการศึกษา**. สงขลา : งานส่งเสริมผลิตตำรา มหาวิทยาลัยทักษิณ
- วรวิทย์ นิเทศศิลป์. (2551). **สื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์.
- วัลภา เทพหัสติน ณ. อยุธยา. (2540). **การพัฒนาการเรียนการสอนทางการสอนทางการอุดมศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัลภา เทพหัสติน ณ. อยุธยา. (2544). **การพัฒนาการเรียนการสอนทางการสอนทางการอุดมศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). **กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการสอบภาคปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ : สุวีริยสาสน์.

- วิภา อุดมฉันท (2544). **ปฏิรูปสื่อเพื่อสังคม**. กรุงเทพฯ : ไอคอน พรินติ้ง.
- วิมลสิทธิ์ หรยางกุล. (2530). **พฤติกรรมมนุษย์กับสภาพแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิวิมล ทองนิลภักดี. 2542. “การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมเทปโทรทัศน์ เรื่อง **ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาพในการเขียนบทโทรทัศน์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง**”, วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- สมาคมวิจัยสถาบันและพัฒนาอุดมศึกษา. **การแก้ปัญหาและการพัฒนาคุณภาพการศึกษาไทย**. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2559 จาก <http://digitallib.stou.ac.th/handle/6625047444/1306>.
- สุชา จันทน์เอม. (2541). **จิตวิทยาทั่วไป**. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สุรัชย์ ฉายศิริพันธ์. (2548). **การผลิตสื่อการเรียนการสอนขั้นพื้นฐาน**. สงขลา : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยทักษะการใช้คำถาม**. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- องอาจ ชาญเชาว์. (2550). **การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบการนำเสนอบทสรุปต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. (2542). **วิจัยเทคโนโลยีทางการศึกษา : ประสบการณ์วิจัย**. กรุงเทพฯ : เทมการพิมพ์.
- เอนกุล กรี่แสง. (2526). **จิตวิทยาการศึกษา**. พิษณุโลก : โครงการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- A. , Martinez. (2003). Learning in chemistry with virtual laboratories. **Journal of Chemical Education**, 80, (3), 346-352.
- A. Al-Shehri. (2009). **The effect of using the virtual labs in gaining the laboratory experiments skills, in biology course, to 3rd secondary school students**. MA Thesis, Umm Al-Qura University

- Adams, Jack A. 1967. **Human Memory**. New York : McGraw – Hill Book Company.
- Bell, J. T., and Fogler, H. S. (1995, June). “The investigation and application of virtual reality as an educational tool” , **In Proceedings of the American Society for Engineering Education**.
- Bhukuvhani, C., Mupa, M., Mhishi, M., & Dziva, D. (2012). Science practical work instructional technologies and open distance learning in science teacher training: A case study in Zimbabwe. **International Journal of Education and Development using ICT**, 8(2), 17-27.
- Bruner, J.s. (1990). **Acts of meaning**. Cambridge , MA : Harvard University Press.
- Carnevale, D. (2003). The virtual lab experiment. **The Chronicle of Higher Education**, 49, A30.
- Cengiz, TUYSUZ. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students’ Achievement and Attitude in Chemistry. **International Online Journal of Education Sciences**, 2, 37-53
- Chroustová, K., and Bílek, M. (2014). “EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL SOFTWARE IN SCIENCE EDUCATION WITH FOCUS ON CHEMISTRY– FROM THE RESULTS OF RESEARCH PROJECTS”, **New Technologies in Science Education**, 47-59
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. **Educational Researcher**, 32(1), 9–13.
- Crispen , Bhukuvhani. Mathew , Mupa. Misheck , Mhishi. & Daimond , Dziva. (2012). Science practical work instruction technology and open distance learning in science training : A case study in Zimbabwe. **International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)**, 2012, 8, 17-27.
- Cui ,Xiaoyan. Zhang, Xiaodong, & Chen Xi. (2005). A Virtual Laboratory for Electrical and Electronics Teaching. **IEEE International Symposium**

on Microwave, Antenna, Propagation And EMC Technologies for wireless Communication Proceeding, 5, 491-494.

D. Carnival. (2003) The Virtual lab experiment some colleges use computer to expand science offerings online. **The Chronicle of Higher Education**, 49, (21), 30-32.

Demirci, N. (2003). **Bilgisayarla etkili ogretme stratejileri ve fizik ogretimi**. Ankara : Nobel Yayincilik.

Dobrzański, L. A., & Honysz, R. (2010). The idea of material science virtual laboratory. **ISSUES**, 1, 2

Duffy, T., & Jonassen, R. (Eds.). (1992). **Constructivism and the technology of instruction : A conversation**. Hillsdale. NJ: Lawrence Erlbaum.

E.J. Al-Zharani. (2008). The virtual labs. **Journal of Curricula and Educational Supervision**, 3, .29-35.

Enhancement of Student Learning in Experimental Design Using a VirtualLaboratory. **IEEE TRANSACTION ON EDUCATION** , 51(1) , 76-85

F. S. Al-Shaie. The reality of using the computerized science labs in the secondary grade, and the trends of science's teachers towards it. **Journal King Saudi University**, 2006, 19,441-497.

Forum, W. E. (2014). **The Global Competitiveness Report 2014–2015**. bound in Switzerland: World Economic Forum.

Gagné, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1992). **Principles of instructional design (4th ed.)**. New York : Harcourt Brace.

H. Zaitoun. (2005). **New Vision in Electronic Learning**. Riyadh : Aldar Al-Soltiah.

Hashemi, J., and Fatemizadeh, E. (2005, November). "Biometric identification through hand geometry. In Computer as a Tool, 2005. **EUROCON 2005**", **The International Conference on** (Vol. 2, pp. 1011-1014). IEEE.

- Huda, Mohammad, Babateen. (2009). The role of Virtual Laboratories in Science Education. **International Conference on Distance Learning and Education**, 12, 100-1
- Isman, A., Baytekin, C., Balkan, F., Horzum, B., Kiyici, M. (2002). fen bilgisi eğitimi ve yapısalcı yaklaşım. **The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET**, 1(1), Article 7
- Jamie Robinson. 2002. **Virtual Laboratories as a Teaching environment A tangible solution or a passing novelty ?**. Retrieved November 14, 2012, from <http://mms.ecs.soton.ac.uk/mms2003/papers/5.pdf>
- Karamustafaoglu, O., Aydin, M., Ozmen, H., (2005). Bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: basit harmonik hareket örneği. **The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET**. 4 (4) Article 10
- Kemp, J.E. (1985). **Planning and Procucing Instructional Media**. 5th ed. New York : Harper&Row Publisher.
- Kiyici, G., Yumusak, A., (2005) Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi; asit-baz kavramları ve titrasyon konusu örneği, **The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET**. 4(4) Article 16
- Koretsky, M. D., Kelly, C., & Gummer, E. (2011). Fundamental Research in Engineering Education. Student Learning in Industrially Situated Virtual Laboratories. **Chemical Engineering Education**, 45(3), 219-228.
- Kunduz, N., and Seçken, N. (2013). “DEVELOPMENT AND APPLICATION OF 7E LEARNING MODEL BASED COMPUTER-ASSISTED TEACHING MATERIALS ON PRECIPITATION TITRATIONS”, **Journal of Baltic Science**
- L.A, Dobrzanski. R, Honysz. (2010). The idea of material science virtual laboratory. **Journal of Achievement in Material and Manufacturing Engineering**, 42, 196-203.
- Leader, L. D., Robinson, J. A., & Wilson, C. J. (2012). Numerical modelling of fluid infiltration constrained by fault and bedding relationships in the

- Fosterville goldfield, Victoria, Australia. **Ore Geology Reviews**, 48, 384-402.
- Lefkos, I., Psillos, D., & Hatzikraniotis, E. (2011). Designing experiments on thermal interactions by secondary-school students in a simulated laboratory environment. **Research in Science & Technological Education**, 29(2), 189-204.
- Lesh, R., Kelly, A., & Yoon, C. (2008). Multitiered design experiments in mathematics, science and technology education. Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, engineering and mathematics learning and teaching, 131-148.
- Li, S. (2010, January). "Research on Network Cooperative Learning System Based on Virtual Reality. In e-Education, e-Business, e-Management, and e-Learning, 2010", **IC4E'10. International Conference on** (pp. 43-46). IEEE.
- M, Koretsky. C, Kelly. & E, Gummer. , (2011). Student Perceptions of Learning in the Laboratory : Comparison of Industrially Situated Virtual Laboratories to Capstone Physical Laboratories. **Journal of Engineering Education**, 100, 540-573
- M. M. Al-Baiati. (2006) The applied & scientific dimensions in electronic learning. **The Arabian net for open electronic learning**,: Amman.
- Milo D. Koretsky , Danielle Amatore, Connelly Barnes, and Sho Kimura. (2008). Enhancement of Student Learning in Experimental Design Using a Virtual Laboratory. **IEEE TRANSACTION ON EDUCATION** , 51(1) , 76-85
- Morozov, M., Tanakov, A., Gerasimov, A., Bystrov, D., and Cvirco, E. (2004, August). "Virtual chemistry laboratory for school education In Advanced Learning Technologies", 2004. **Proceedings. IEEE International Conference**. (pp. 605-608). IEEE.
- Omieno K. Kelvin., Wanyembi Gregory. & Mbugua M. Samuel. (2012). Integrating Virtual Worlds and Virtual Learning Environments in Schools in Developing Economies. **International Journal of**

- Information and Communication Technology Research . 2(1) 17-21.
- Price, R.V. (1991). **Computer-Aided Instruction : A Guide for Authors**. California : Brooks/Cole Publishing.
- Rauwerda, H., Roos, M., Hertzberger, B. & Breit, T. (2006). The promise of a virtual lab in drug discovery, **Drug Discovery Today**, 11(5-6), 228-236
- Rodrigues, S. (1997). Fitness for Purpose: A Glimpse at When, Why and How To Use Information Technology in Science Lessons. **Australian Science Teachers Journal**, 43 (2), 38-39.
- Romiszowski, A.J.. (1986). **Development Auto-Instruction Material**. New York : London Nicols Publishing.
- Roul, Cordeiro & Helena, Passos. (2009). **Virtual Labs in the e-Learning Context as tools of Collaborative work**. Retrieved November 14, 2012, from http://hpassos.com/luna/VIRTUAL_LABS.pdf
- S. Dillon. Virtual Science Labs. New York Times Upfront, fed, 2007, 193, 10, **Research Library**. 26.
- Shavelson, R. J., Ruiz-Primo, M. A., & Wiley, E. W. (2005). Windows into the mind. **Higher Education**, 49(4), 413-430.
- Shavelson, R., Ruiz-Primo, M. A., Li, M., & Ayala, C. C. (2003). **Evaluating new approaches to assessing learning** (Report No. 604). Los Angeles, CA: National Center for Research on Evaluation.
- Sun, K. T., Lin, Y. C., & Yu, C. J. (2008). "A study on learning effect among different learning styles in a Web-based lab of science for elementary school students", **Computers & Education**, 50(4), 1411-1422.
- Sung, W, T. and Ou, S, C (2002). Learning computer graphics using virtual reality technologies based on constructivism – case study of the webdegator system. **Interactive Learning Environments**, 10(3), 177-197
- Tamuja , Sheorey. & Vijay , Kumar , Gupta. (2011). Effective Virtual Laboratory Content Generation and Accessibility for Enhanced Skill Development

- Through ICT. **International Conference on Distance Learning and Education IPCSSIT**, 12(2011) 33-39
- Tekdal, M. (2002). **Etkilesimli fizik simulasyonlarının geliştirilmesi ve etkin kullanılması, V. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ**, Ankara, Turkey
- Temel, H., Oral, B., Avanoglu, Y., (2000). Kimya öğrencilerinin deneye yönelik tutumları ile titrimetri deneylerini planlama ve uygulamaya ilişkin bilgi ve becerileri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. **Çağdas Eğitim Dergisi**, 264, 32-38.
- Tucker, B. (1997). **Handbook of Technology Base Training**. Vermont : Gover Publishing.
- ULRICH, HARMS. (n.d.). **VIRTUAL AND REMOTE LABS IN PHYSICS EDUCATION**. Retrieved November 14, 2012, from ftp://labattmot.ele.ita.br/ele/lfilipe/Lab_Real_Remoto/Artigos/Lab_Remoto/Harms_U_Virtual_Real_Remote_Lab_Physics_Education.pdf
- Walkington, J., Pemberton, P. and Eastwell, J. (1994). **Practical work in engineering: A challenge for distance education**. *Distance Education* 15, 160-171
- Windschitl M., & Andre, T. (1998) Using computer simulations to enhance conceptual change: the role of constructivist instruction and student epistemological beliefs. **Journal of Research in Science Teaching**, 35(2), 145-160.
- Xiaoyan, C., Xiaodong, Z., & Xi, C. (2005, August). A virtual laboratory for electrical and electronics teaching. In *Microwave, Antenna, Propagation and EMC Technologies for Wireless Communications, 2005. MAPE 2005. IEEE International Symposium on* (Vol. 1, pp. 491-494). IEEE.
- Z. Lal, and A. Al-Gindi. (2005). **Electronic Communication and Education Technology**. Riyadh : Al-Obaikan.

Zacharia, Z. C. (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. **Journal of Computer Assisted Learning**, 23(2), 120-132.

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรณี แพงทิพย์ หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

1.2 นายธรรมชาติ ทองแดงศึกษานิเทศก์ ชำนาญการ กลุ่มนิเทศติดตามฯ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสงขลา เขต 2

1.3 ดร. ปรียา สงค์ประเสริฐ ครูชำนาญการ โรงเรียนวัดพระมหาธาตุ สพป. นครศรีธรรมราช เขต 1

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา ด้านเนื้อหา

2.1 นางอังคลักษณ์ พลไชย ครู คศ.2 โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

2.2 นางสาวอารมณ มีศรีสุข ครู คศ.2 โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

2.3 นางมณฑา คำสุข ครู คศ.2 โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 รองศาสตราจารย์ ดร.พูนสุข อุดม สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

3.2 นางพีระพันธ์ ชูชาติ ครู คศ.2 โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

3.3 นางอังคลักษณ์ พลไชย ครู คศ.2 โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

3.4 นางมณฑา คำสุข ครู คศ.2 โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

3.5 นางวิภา นกแก้ว ครู คศ.2 โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

ภาคผนวก ข
การหาคุณภาพเครื่องมือ

ตารางที่ 22 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ดัชนีความสอดคล้อง
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1
11	1	1	1	1	1	5	1
12	1	1	1	1	1	5	1
13	1	1	1	1	1	5	1
14	1	1	1	1	1	5	1
15	1	1	1	1	1	5	1
16	1	1	1	1	1	5	1
17	1	1	1	1	1	5	1
18	1	1	1	1	1	5	1
19	1	1	1	1	1	5	1
20	1	1	1	1	1	5	1
21	1	1	1	1	1	5	1
22	1	1	1	1	1	5	1
23	1	1	1	1	1	5	1
24	1	1	1	1	1	5	1
25	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 22 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ดัชนีความสอดคล้อง
	1	2	3	4	5		
26	1	1	1	1	1	5	1
27	1	1	1	1	1	5	1
28	1	1	1	1	1	5	1
29	1	1	1	1	1	5	1
30	1	1	1	1	1	5	1
31	1	1	1	1	1	5	1
32	1	1	1	1	1	5	1
33	1	1	1	1	1	5	1
34	1	1	1	1	1	5	1
35	1	1	1	1	1	5	1
36	1	1	1	1	1	5	1
37	1	1	1	1	1	5	1
38	1	1	1	1	1	5	1
39	1	1	1	1	1	5	1
40	1	1	1	1	1	5	1
41	1	1	1	1	1	5	1
42	1	1	1	1	1	5	1
43	1	1	1	1	1	5	1
44	1	1	1	1	1	5	1
45	1	1	1	1	1	5	1
46	1	1	1	1	1	5	1
47	1	1	1	1	1	5	1
48	1	1	1	1	1	5	1
49	1	1	1	1	1	5	1
50	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 23 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.6667	.272
2	.6000	.206
3	.4778	.284
4	.4778	.229
5	.7889	.223
6	.8222	.243
7	.5222	.258
8	.7222	.242
9	.4444	.316
10	.4667	.269
11	.8111	.345
12	.2556	.222
13	.7444	.206
14	.7222	.242
15	.7778	.219
16	.7222	.238
17	.6333	.292
18	.2222	.271
19	.5667	.294
20	.5333	.206
21	.8000	.236
22	.3333	.285
23	.5556	.256
24	.5111	.256
25	.3667	.216
26	.3778	.231

ตารางที่ 23 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
27	.3889	.283
28	.5889	.279
29	.6667	.406
30	.4333	.429
31	.2333	.257
32	.2556	.250
33	.2333	.275
34	.4889	.370
35	.3889	.294
36	.2556	.243
37	.2000	.291
38	.3333	.269
39	.2889	.220
40	.3333	.242
41	.5556	.265
42	.4000	.233
43	.3667	.220
44	.4222	.310
45	.4889	.230
46	.3444	.207
47	.3889	.279
48	.2556	.279
49	.5444	.293
50	.4889	.243

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) มีค่าเท่ากับ 0.604

ตารางที่ 24 หาประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการ
ทดลองเสมือนจริง

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 50)					รวม	คะแนนหลังเรียน (50 คะแนน)
	หน่วยที่ 1 (10 คะแนน)	หน่วยที่ 2 (8 คะแนน)	หน่วยที่ 3 (12 คะแนน)	หน่วยที่ 4 (12 คะแนน)	หน่วยที่ 5 (8 คะแนน)		
1	8	7	11	11	7	44	45
2	6	6	10	10	8	40	38
3	5	7	9	9	7	37	45
4	7	8	11	10	6	42	39
5	8	8	12	8	8	44	38
6	9	8	10	10	7	44	32
7	7	7	8	9	6	37	44
8	9	6	10	10	8	43	42
9	8	8	9	10	7	42	36
10	7	4	9	11	6	37	35
11	6	8	10	11	7	42	28
12	8	7	10	10	8	43	35
13	6	7	9	9	7	38	40
14	8	8	9	8	7	40	43
15	9	7	11	10	7	44	44
16	7	6	10	10	7	40	36
17	8	8	9	10	8	43	48
18	9	7	10	9	6	41	39
19	5	8	8	10	8	39	38
20	8	6	9	8	7	38	45
21	6	7	10	8	6	37	46
22	4	7	8	10	8	37	41
23	9	8	10	9	5	41	43

24	8	8	9	10	8	43	44
----	---	---	---	----	---	----	----

ตารางที่ 24 หาประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการ
ทดลองเสมือนจริง (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 50)					รวม (50 คะแนน)	คะแนน หลังเรียน (50 คะแนน)		
	หน่วยที่ 1 (10 คะแนน)	หน่วยที่ 2 (8 คะแนน)	หน่วยที่ 3 (12 คะแนน)	หน่วยที่ 4 (12 คะแนน)	หน่วยที่ 5 (8 คะแนน)				
25	9	7	10	10	7	43	41		
26	8	6	10	10	7	41	42		
27	9	8	11	9	7	44	44		
28	6	7	10	10	8	41	47		
29	8	7	9	11	7	42	42		
30	7	8	10	10	8	43	40		
31	8	4	11	10	6	39	45		
32	7	8	12	11	8	46	38		
33	9	6	10	12	7	44	39		
ค่าเฉลี่ย						41.18182	40.67		
						E ₁	82.36	E ₂	81.33

ตารางที่ 25 ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา

ประเด็นคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1. เนื้อหาครอบคลุม หัวเรื่อง แนวคิด และ วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4	5	3
2. เนื้อหาสาระมีความถูกต้อง	4	4	4
3. เนื้อหาสาระมีความทันสมัย	5	5	3
4. ปริมาณของเนื้อหาต่อหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4	3	5
5. เนื้อหาสาระเรียงเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	4	4
6. เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	4
7. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมสำหรับการเรียน	4	5	3
8. ภาษาที่เขียนในเนื้อหาสาระเข้าใจง่าย	4	4	5
9. ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	4
10. คำอธิบายภาพประกอบมีความถูกต้อง	4	4	5
11. เนื้อหาสาระนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	4
12. แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	4	5
13. คำถามของแบบฝึกหัดมีความชัดเจน	5	5	3
14. แนวตอบของแบบฝึกหัดมีความชัดเจน	4	4	5

ตารางที่ 26 ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา

ประเด็นคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1. การออกแบบหน้าจอ			
1.1 การออกแบบหน้าจอโดยรวม	4	4	3
1.2 การใช้ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร	5	5	4
1.3 การใช้สีในการออกแบบ	4	4	4
1.4 การใช้สัญลักษณ์ และการวางตำแหน่งเมนูต่างๆ	5	5	5
1.5 การมีปฏิสัมพันธ์ของบทเรียน	4	3	4
2. การออกแบบด้านเนื้อหาในบทเรียน			
2.1 คำแนะนำการเรียนก่อนเข้าสู่บทเรียน	3	5	4
2.2 ข้อความ/คำสั่ง มีความชัดเจน	5	4	3
2.3 ภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหาบทเรียนเข้าใจง่าย	4	5	5
2.4 ปริมาณข้อมูลของการนำเสนอของแต่ละหน้าจอ	5	3	4
2.5 มีการประเมินด้วยแบบฝึกหัดระหว่างเรียน	3	5	5
2.6 แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	3
2.7 การใช้ง่ายไม่ยุ่งยาก	5	5	5

ภาคผนวก ค
ตารางวิเคราะห์หลักสูตร

ตารางที่ 27 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พลังงาน

เนื้อหา	ระดับการวัด (ข้อ)				รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	
วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	2	3	2	3	10
ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า	2	2	2	2	8
การต่อหลอดไฟฟ้าแบบ อนุกรม	3	3	3	3	12
การต่อหลอดไฟฟ้าแบบ ขนาน	3	3	3	3	12
แม่เหล็กไฟฟ้า	2	2	2	2	8
รวม	12	13	12	13	50

หน่วย : ข้อ

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบ

การวิจัย เรื่อง การศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการ

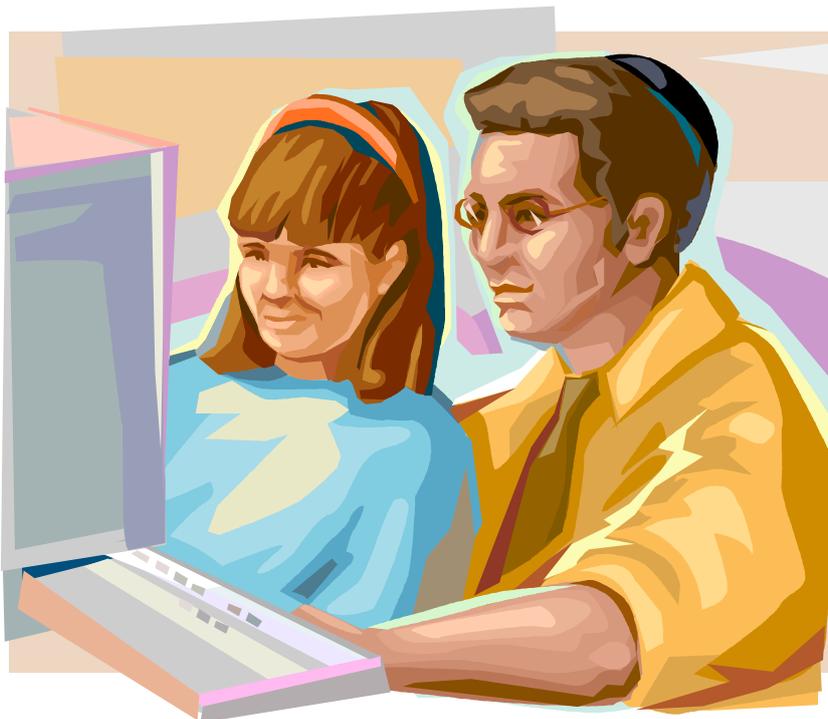
ทดลองเสมือนจริง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

: กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม จังหวัดสงขลา

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบทั้งหมดมี 50 ข้อ
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบทุกข้อ
3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง
4. นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
5. แบบทดสอบมีคะแนนเต็ม 50 คะแนน
6. แบบทดสอบแต่ละข้อมีคะแนนเท่ากับ 1 คะแนน



คำสั่ง จง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. วงจรไฟฟ้าปิด มีลักษณะอย่างไร

1. กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วลบไปขั้วบวก
2. กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ไม่ครบวงจร
3. กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ครบวงจร
4. ถูกทั้ง ข้อ1 และ ข้อ 2

2. วงจรไฟฟ้ามีกี่ชนิด

1. 2 ชนิด
2. 3 ชนิด
3. 4 ชนิด
4. 5 ชนิด

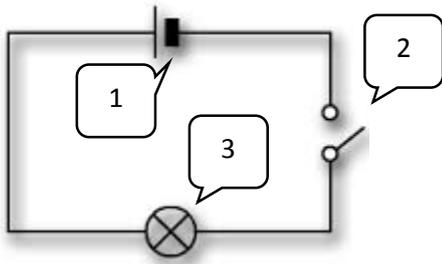
3. ข้อใดมีความจำเป็นน้อยที่สุดสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

1. สายไฟ
2. สวิตช์
3. หลอดไฟ
4. ถ่านไฟฉาย



4. จากภาพ สัญลักษณ์นี้หมายถึงอะไร

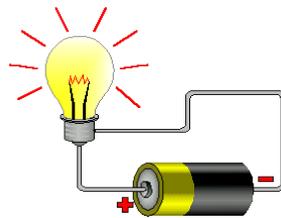
1. สายไฟ
2. ถ่านไฟฉาย
3. หลอดไฟ
4. สวิตช์



5. จากภาพวงจรไฟฟ้า กรณีอุปกรณ์หมายเลข 1 ขำรด นักเรียนต้องซื้ออุปกรณ์ใดมาทดแทน

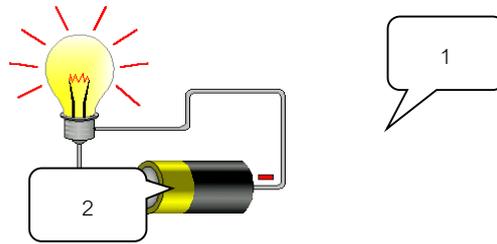
1. ถ่านไฟฉาย
2. หลอดไฟ
3. สวิตช์
4. สายไฟ

6. จากภาพ ถ้าเกิดเหตุการณ์ที่สายไฟฟ้าขาดเส้นใดเส้นหนึ่งขาด สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร



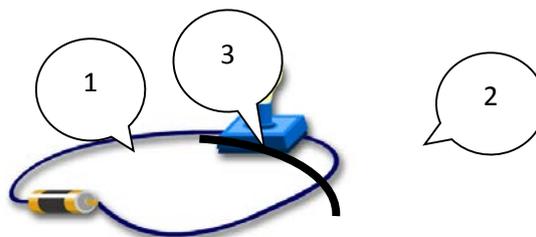
1. หลอดไฟยังคงสว่างอยู่เช่นเดิม
2. หลอดไฟดับ
3. หลอดไฟสว่างมากขึ้น
4. ถูกทั้งข้อ 1 และ ข้อ 3

7. จากกรณีที่ต้องการควบคุมการปิดและการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องปฏิบัติอย่างไร



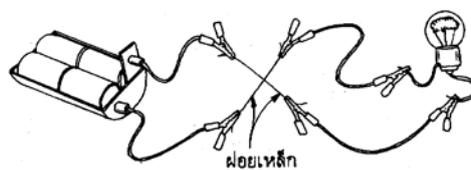
1. ติดตั้งสวิตช์ตำแหน่งที่ 1 เท่านั้น
2. ติดตั้งสวิตช์ตำแหน่งที่ 2 เท่านั้น
3. ติดตั้งสวิตช์ตำแหน่งที่ 1 หรือ 2
4. ไม่จำเป็นต้องติดตั้งสวิตช์

8. จากภาพ กรณีที่ต้องการให้วงจรไฟฟ้าทำงานตามปกติ ต้องนำสายไฟเส้นใดออกจากวงจร



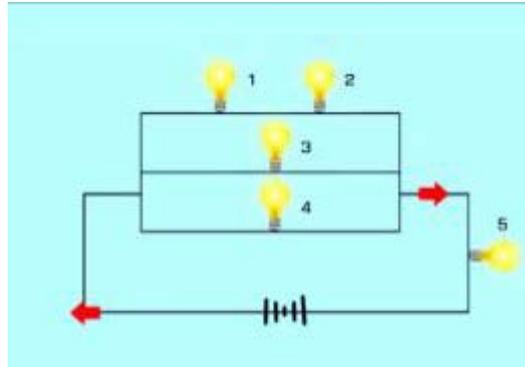
1. เอาสายไฟเส้นที่ 1 ออก ทำให้หลอดไฟติด
2. เอาสายไฟเส้นที่ 2 ออก ทำให้หลอดไฟติด
3. เอาสายไฟเส้นที่ 3 ออก ทำให้หลอดไฟติด
4. ถูกทั้งข้อ 1 และ 2

9. จากภาพ เกิดปรากฏการณ์ใด



1. หลอดไฟดับ เนื่องจากเกิดการลัดวงจร
2. หลอดไฟติด เนื่องจากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟ
3. หลอดไฟดับ เนื่องจากไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟ
4. ถูกทั้งข้อ 1 และ 3

10. จากภาพ หลอดไฟทั้งหมดเป็นอย่างไร



1. หลอดไฟทั้งหมดดับ เนื่องจากเกิดการลัดวงจร
2. หลอดไฟ 1-4 ดับ และ หลอดไฟหมายเลข 5 สว่าง เนื่องจากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
3. หลอดไฟทั้งหมดสว่าง เนื่องจากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจร
4. ถูกทั้งข้อ 1 และ 3

11. ข้อใด คือ ความหมายตัวนำไฟฟ้า

1. สิ่งของที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
2. สิ่งของที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
3. สิ่งของที่ไม่นำกระแสไฟฟ้า
4. ถูกทั้งข้อ 1 และ 3

12. ข้อใด คือ ความหมายฉนวนไฟฟ้า

1. สิ่งของที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
2. สิ่งของที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
3. สิ่งของที่เป็นของแข็ง
4. ถูกทั้งข้อ 1 และ 3

3. วัสดุต่อไปนี้วัสดุใดที่เป็นตัวนำไฟฟ้า

1. ไม้ , 2. เบริลลูบัท , 3. ตะปู , 4. ปลอกปากกาพลาสติก

1. 1 , 3

2. 1 , 2

3. 2 , 3

4. 3 , 4

14. วัสดุที่กล่าวมาวัสดุใดที่เป็นฉนวนไฟฟ้า

1. ไม้พาย , 2. มีด , 3. ตะปู , 4. ปลอกปากกาพลาสติก

1. 1 , 3

2. 1 , 2

3. 2 , 4

4. 1, 4

15. ถ้าต้องการสร้างอุปกรณ์ที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าควรเลือกใช้อุปกรณ์ใด

1. เหล็ก

2. ทองแดง

3. พลาสติก

4. เงิน

16. ถ้าต้องการผลิตที่สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ ควรเลือกวัสดุประเภทใด

1. เหล็กเป็นวัสดุหลักเนื่องจากเป็นฉนวนไฟฟ้า

2. เหล็กเป็นวัสดุหลักเนื่องจากเป็นตัวนำไฟฟ้า

3. ทองแดงเป็นวัสดุหลักเนื่องจากเป็นตัวนำไฟฟ้า

4. ถูกทั้ง ข้อ 2 และ ข้อ 3

17. วัสดุต่อไปนี้ ควรเลือกวัสดุใดที่นำมาใช้ในการนำกระแสไฟฟ้า

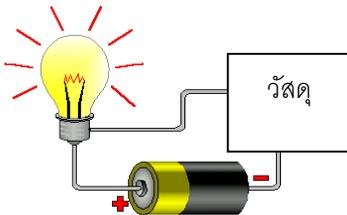
1. ทองแดง , 2. ไม้ , 3. เหล็ก 4. หนังสัตว์

1. 1

2. 2

3. 1, 3

4. 1 , 4



1. คลิปหนีบ , 2. ไม้ , 3. ลวดตากผ้า

วัสดุ	หลอดไฟ
คลิปหนีบ	สว่าง
ไม้	ดับ
ลวดตากผ้า	สว่าง

18. จากตาราง วัสดุใดเป็นตัวนำไฟฟ้า

1. คลิปหนีบ

2. ไม้

3. ลวดตากผ้า

4. ถูกทั้ง ข้อ 1 และข้อ 3

19. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วบวก และขั้วบวกกับขั้วลบ

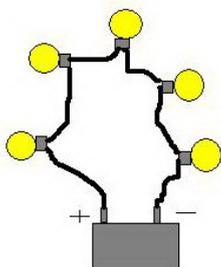
2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วลบเรียงต่อกัน

3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วบวกและขั้วลบกับขั้วลบ

4. การต่อแบบข้อ 2 และ ข้อ 3 ผสมกัน

20. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม เมื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ไฟฟ้า หลอดไฟจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1. หลอดไฟดับ
2. หลอดไฟสว่างเท่าเดิม
3. หลอดไฟสว่างกว่าเดิม
4. ถูกทั้งข้อ 2 และ 3



21. จากรูป กรณีที่หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งหลอดใดขาดจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ใด

1. หลอดไฟทั้งหมดดับ
2. หลอดไฟสว่างเท่าเดิม
3. หลอดไฟสว่างขึ้น
4. ถูกทั้งข้อ 2 และ 3

22. การต่อเซลล์ไฟฟ้าในกระบอกไฟฉายเป็นการต่อในลักษณะใด

1. การต่อแบบผสม
2. การต่อแบบขนาน
3. การต่อแบบอนุกรม
4. ถูกทั้งข้อ 2 และ 3

23. ในการประดับไฟป้ายโฆษณาแห่งหนึ่งเกิดเหตุหลอดไฟหลอดหนึ่งขาด ทำให้หลอดไฟป้ายโฆษณาดับหมด ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
1. หลอดไฟต่อวงจรแบบขนาน
 2. หลอดไฟต่อวงจรแบบอนุกรม
 3. หลอดไฟต่อวงจรอนุกรมและวงจรขนาน
 4. ข้อ 1 และ ข้อ 3 ถูก
24. ในการสำรวจถ้า ถ้าต้องการเพิ่มความสว่างของหลอดไฟฉายควรทำอย่างไร
1. นำแบตเตอรี่มาต่อเพิ่มด้วยการต่อแบบขนาน
 2. นำแบตเตอรี่มาต่อเพิ่มด้วยการต่อแบบอนุกรม
 3. นำแบตเตอรี่มาต่อเพิ่มด้วยการต่อแบบผสม
 4. ถูกทั้งข้อ 2 และข้อ 3
25. ไฟฉายที่ใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน และ 3 ก้อน แบบใดให้ความสว่างน้อยกว่า
1. ไฟฉายที่ใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน
 2. ไฟฉายที่ใช้ถ่านไฟฉาย 3 ก้อน
 3. ไฟฉายทั้งสองแสงสว่างเท่ากัน
 4. ถูกทั้งข้อ 2 และข้อ 3
26. กรณีที่มีหลอดไฟสองหลอด ถ้าหลอดหนึ่งหลอดใดขาดหลอดที่เหลือยังทำงานตามปกติ ควรต่อวงจรหลอดไฟรูปแบบใด
1. ต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม
 2. ต่อหลอดไฟฟ้าแบบผสม
 3. ต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน
 4. ถูกทั้ง ข้อ 1 และ ข้อ 2

27. รถยนต์คันหนึ่งใช้แบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์ แต่เนื่องจากแบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์ไม่มีจำหน่าย **ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด**

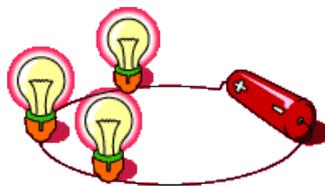
1. การต่อสวิตช์แบบขนาน
2. แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 2 ลูก มาต่อแบบอนุกรม
3. แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 2 ลูก มาต่อแบบขนาน
4. แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 2 ลูก มาต่อกัน

28. ในการต่อหลอดไฟเพื่อส่องคูสตั้วป่าในเวลากลางคืน **กรณีที่ต้องการลดแสงสว่างของหลอดไฟ** ควรปฏิบัติอย่างไร

1. นำถ่านไฟฉายมาต่อเพิ่มแบบขนาน
2. นำถ่านไฟฉายมาต่อเพิ่มแบบอนุกรม
3. ลดจำนวนจำนวนถ่านไฟฉาย
4. เพิ่มสวิตช์ไฟ

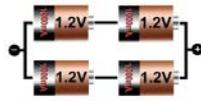
29. ในการต่อวงจรไฟฟ้าหลอดไฟหน้ารถของเล่น ซึ่งใช้เซลล์ไฟฟ้า 3 ก้อนที่ต่อแบบอนุกรม เมื่อลดเซลล์ไฟฟ้าเหลือ 1 ก้อน เกิดการเปลี่ยนแปลงที่หลอดไฟอย่างไร

1. หลอดไฟสว่างเท่าเดิม
2. หลอดไฟสว่างขึ้น
3. หลอดไฟสว่างลดลง
4. หลอดไฟขาดหรือชำรุด



30. จากรูปซึ่งหลอดไฟสว่าง ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องมากที่สุด

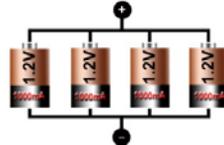
1. เมื่อใส่หลอดไฟหลอดใดหลอดหนึ่งขาด ทำให้หลอดไฟที่เหลือบางดวงสว่าง
2. เมื่อใส่หลอดไฟหลอดใดหลอดหนึ่งขาด ทำให้หลอดไฟที่เหลือดับทุกดวง
3. เมื่อใส่หลอดไฟหลอดใดหลอดหนึ่งขาด ทำให้หลอดไฟที่เหลือทุกดวงสว่าง
4. ถูกทั้ง ข้อ2 และ ข้อ3



(1)



(2)



(3)

31. จากรูป รูปใดเป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

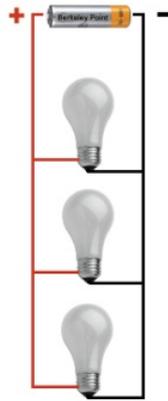
1. รูปที่ 1
2. รูปที่ 2
3. รูปที่ 3
4. ถูกทั้ง ข้อ1 และ ข้อ3

32 ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วบวก และขั้วลบกับขั้วลบ
2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วลบ และขั้วบวกกับขั้วลบ
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน หลอดไฟสว่างมากกว่าการต่อแบบอนุกรม
4. ถูกทั้ง ข้อ2 และ ข้อ3

33 ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วบวก –ขั้วลบกับขั้วลบ
2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วลบ –ขั้วลบกับขั้วบวก
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน หลอดไฟสว่างมาก
4. ถูกทั้ง ข้อ2 และ ข้อ3



34 กรณีที่ใส่หลอดไฟดวงหนึ่งขาด ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

1. หลอดไฟดับหมดทุกดวง
2. หลอดไฟดวงอื่นยังทำงานปกติ
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน หลอดไฟสว่างมาก
4. หลอดไฟบางดวงมีแสงกระพริบ

35 กรณีที่ต้องการจะต่อวงจรให้หลอดไฟทำงานได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะหลอดไฟหลอดอื่นชำรุดหรือยังทำงานอยู่ ควรต่อหลอดไฟอย่างไร

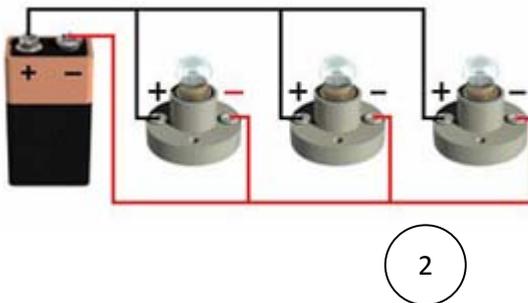
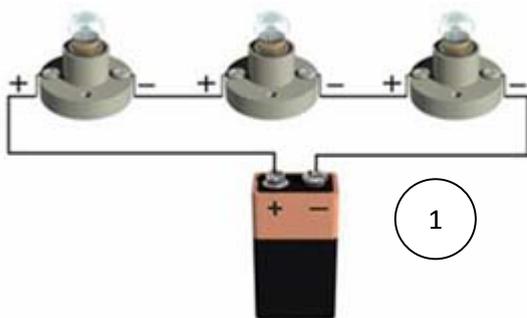
1. ต่อหลอดไฟแบบอนุกรม
2. ต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วบวก - ขั้วลบกับขั้วลบ
3. ต่อหลอดไฟแบบขนาน
4. ถูกทั้ง ข้อ2 และ ข้อ3

36 ถ้าต้องการให้หลอดไฟมีความสว่างเท่ากัน ควรต่อหลอดไฟฟ้าแบบใด

1. ต่อหลอดไฟแบบอนุกรม
2. ต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วบวก - ขั้วลบกับขั้วลบ
3. ต่อหลอดไฟแบบขนาน
4. ถูกทั้ง ข้อ2 และ ข้อ3

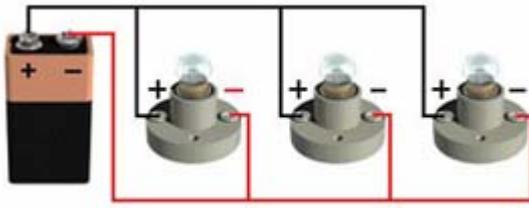
37 ถ้าต้องการต่อหลอดไฟให้มีแสงสว่างเท่ากันควรเลือกต่อหลอดไฟแบบใด

1. การต่อหลอดไฟแบบวงจรรอนุกรม
2. การต่อหลอดไฟแบบวงจรมวล
3. การต่อหลอดไฟแบบวงจรรขนาน
4. ถูกทั้ง ข้อ2 และ ข้อ3

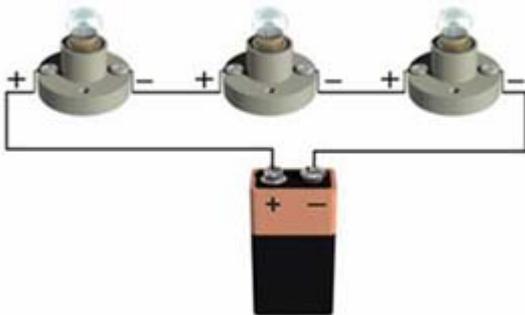


38 จากรูป ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

1. รูปที่ 1 หลอดไฟทุกดวงมีแสงสว่างไม่เท่ากัน
2. รูปที่ 2 หลอดไฟทุกดวงมีแสงสว่างเท่ากัน
3. ข้อ1 และ 2 ถูก
4. ข้อ1 และ 2 ผิด



1



2

39 จากภาพ ถ้าต้องการต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านควรต่อวงจรแบบใด เพราะเหตุใด

1. ภาพที่ 1 เนื่องจากให้แสงสว่างน้อยที่สุด
2. ภาพที่ 1 เนื่องจากหลอดไฟหลอดใดขาด หลอดอื่นยังสว่างและสามารถใช้งานได้
3. ภาพที่ 2 เนื่องจากหลอดไฟทุกดวงมีแสงสว่างเท่ากัน
4. ถูกทั้ง ข้อ 2 และ ข้อ 3

40 กรณีที่ต้องการให้หลอดไฟมีแสงสว่างที่เท่ากัน จะต้องปฏิบัติอย่างไร

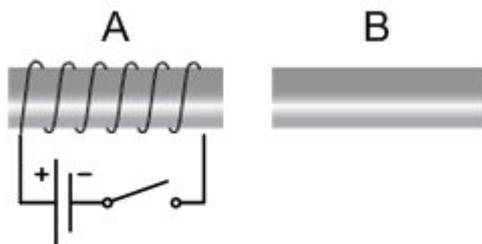
1. การต่อหลอดไฟแบบวงจรอนุกรม
2. การต่อหลอดไฟแบบวงจรผสม
3. การต่อหลอดไฟแบบวงจรขนาน
4. ถูกทั้ง ข้อ 2 และ ข้อ 3

41 ข้อใดคือผลที่ได้จากการต่อไฟฟ้าแบบขนาน

1. หลอดไฟทุกดวงมีความสว่างไม่เท่ากัน
2. หลอดไฟทุกดวงจะใช้พลังงานไม่เท่ากัน
3. เมื่อนำหลอดไฟออก 1 ดวง หลอดไฟที่เหลือยังคงสว่าง
4. ผิดทั้ง ข้อ 2 และ ข้อ 3

42 ข้อใด ไม่ใช่ ส่วนประกอบของแม่เหล็กไฟฟ้า

1. ขดลวด
2. พลาสติก
3. แท่งเหล็ก
4. ถูกทั้ง ข้อ1 และ ข้อ2



43 จากรูป เมื่อกดสวิตช์ปรากฏว่า A ผลัก B ข้อใดถูกต้อง

1. A เป็นแม่เหล็ก B เป็นแม่เหล็ก
2. B เป็นแม่เหล็ก A เป็นเหล็กธรรมดา
3. เป็นไปได้ทั้ง 1. และ 2.
4. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

44 ข้อใดคือความแตกต่างของแม่เหล็กกับแม่เหล็กไฟฟ้า

1. แม่เหล็กมีสภาพการเป็นแม่เหล็กตลอดเวลา
2. แม่เหล็กไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้ขดลวดให้เกิดสนามแม่เหล็ก
3. แม่เหล็กจำเป็นต้องใช้ถ่านไฟฉาย
4. ถูกทั้ง ข้อ1 และ ข้อ2

45 กรณีที่มีเพิ่มจำนวนเซลล์ไฟฟ้าโดยการต่ออนุกรม จะมีผลให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอย่างไร

1. สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีกำลังลดลง
2. สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีกำลังเพิ่มขึ้น
3. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเท่าเดิม
4. ถูกทั้ง ข้อ1 และ ข้อ3

46 กรณีที่แบตเตอรี่อ่อนกำลัง ถ้าต้องการให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพิ่มขึ้นต้องปฏิบัติอย่างไร

1. เพิ่มจำนวนขดลวด
2. ถ่านไฟฉายอีกก้อนมาต่อแบบขนาน
3. ลดจำนวนขดลวด
4. ถูกทั้ง ข้อ1 และ ข้อ3

47 เหตุใดการยกของที่เป็นโลหะจะใช้แม่เหล็กไฟฟ้าแทนการใช้แม่เหล็ก

1. สามารถเพิ่ม-ลดสนามแม่เหล็ก
2. สนามแม่เหล็กกำลังอ่อน
3. สามารถปิดเปิดสนามแม่เหล็ก
4. ถูกทั้ง ข้อ1 และ ข้อ3

48 การเพิ่มขึ้นและลดลงของสนามแม่เหล็ก ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

1. แรงดันไฟฟ้าเพิ่ม สนามแม่เหล็กเพิ่ม
2. จำนวนขดลวดลด สนามแม่เหล็กเพิ่ม
3. จำนวนขดลวดเพิ่ม สนามแม่เหล็กเพิ่ม
4. ถูกทั้ง ข้อ1 และ ข้อ3

49 ถ้าต้องการยกแผ่นเหล็กโดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า จะต้องทำอย่างไรที่จะให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีความความแรงมากขึ้น

1. แรงดันไฟฟ้า
2. เพิ่มจำนวนขดลวดลด
3. เพิ่มจำนวนขดลวด , เพิ่มแรงดันไฟฟ้า
4. วัสดุที่เป็นแกน

50 ข้อใดคือ ข้อได้เปรียบของแม่เหล็กไฟฟ้า

1. สนามแม่เหล็กคงที่
2. สามารถปรับระดับความเข้มของสนามแม่เหล็ก
3. สามารถควบคุมการเกิดสนามแม่เหล็ก
4. ข้อ 2 และ ข้อ 3 ถูก

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
นายสุวัฒน์ ไชติการ และ อาจารย์ณัฏญ์ อิ่มทอง มหาวิทยาลัยทักษิณ

เมนูหลัก

คำแนะนำ

โครงสร้างบทเรียน

วงจรไฟฟ้า

ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า

การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

แม่เหล็กไฟฟ้า

โปรดเลือกรายการที่ต้องการศึกษา

โครงการจัดการศึกษาการใช้นาเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้ เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรมาศ จังหวัดสงขลา สมบูรณ์แผ่นดิน 2556

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
นายสุวัฒน์ ไชติการ และ อาจารย์ณัฏญ์ อิ่มทอง มหาวิทยาลัยทักษิณ

เมนู : วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

โปรดเลือกรายการที่ต้องการศึกษา

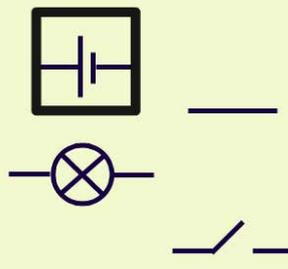
- ความหมายวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
- สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ไฟฟ้า
- ส่วนประกอบวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
- วงจรไฟฟ้าปิดและวงจรไฟฟ้าเปิด
- แบบฝึกหัด

โครงการจัดการศึกษาการใช้นาเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้ เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 กรณีศึกษา โรงเรียนวิเชียรมาศ จังหวัดสงขลา สมบูรณ์แผ่นดิน 2556

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
นางสุพรรณ ไช้ดีกร และ อารยรัตน์พัทธ์ อินทอง มหาวิทยาลัยทักษิณ

สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ไฟฟ้า

เมื่อรู้แล้วว่าจะจไฟฟ้าเป็นอย่างไร มารู้จักสัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดดังนี้





โครงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้ เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 กรณีศึกษา โรงเรียนวังเอื้องชม จังหวัดสงขลา งบประมาณแผ่นดิน 2556

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
นางสุพรรณ ไช้ดีกร และ อารยรัตน์พัทธ์ อินทอง มหาวิทยาลัยทักษิณ

วงจรไฟฟ้าปิดและวงจรไฟฟ้าเปิด

วงจรไฟฟ้าปิด คือกระแสไฟฟ้ามีทิศทางจากขั้วบวกของ
 ผ่านไฟฉายผ่านสายไฟ สวิตช์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังขั้วลบของ
 ผ่านไฟฉาย

วงจรไฟฟ้าเปิด คือ การต่อวงจรแล้วไม่ครบวงจร
 หลอดไฟไม่สว่าง หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน



วงจรไฟฟ้าเปิด

คลิก

โครงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้ เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 กรณีศึกษา โรงเรียนวังเอื้องชม จังหวัดสงขลา งบประมาณแผ่นดิน 2556


บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นายสุวัฒน์ ไชยดีกร และ อารามันันท์ มีนทอง มหาวิทยาลัยทักษิณ

วงจรไฟฟ้าปิดและวงจรไฟฟ้าเปิด

วงจรไฟฟ้าปิด คือกระแสไฟฟ้ามีทิศทางจากขั้วบวกของ
 ถ่านไฟฉายผ่านสายไฟ สวิตช์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังขั้วลบของ
 ถ่านไฟฉาย

วงจรไฟฟ้าเปิด คือ การต่อวงจรแล้วไม่ครบวงจร
 หลอดไฟไม่สว่าง หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน

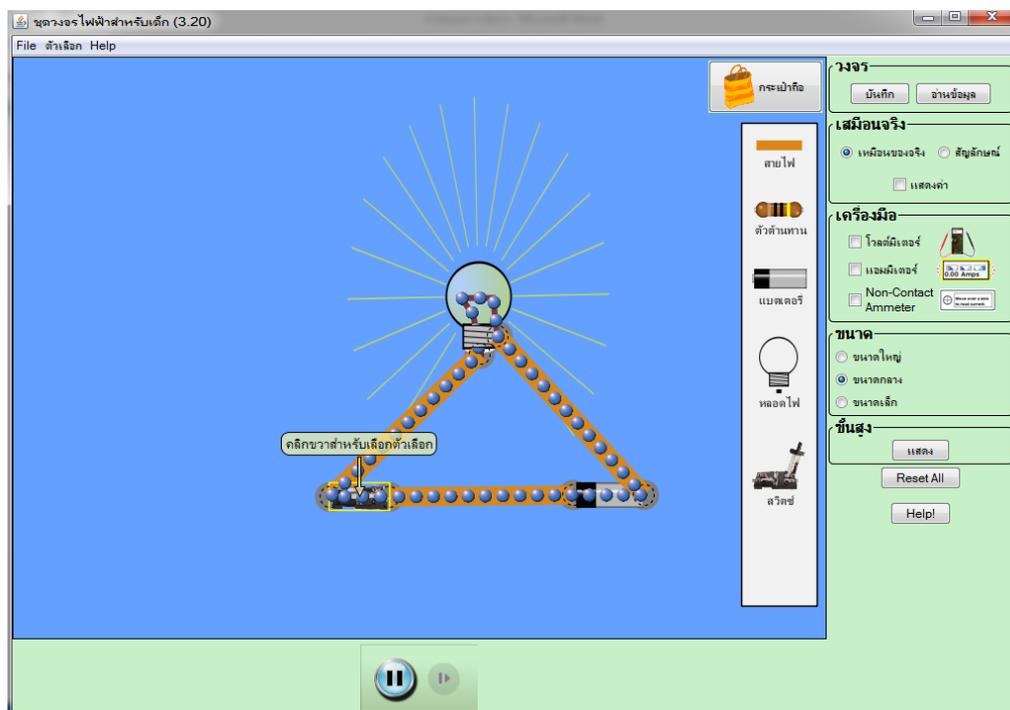
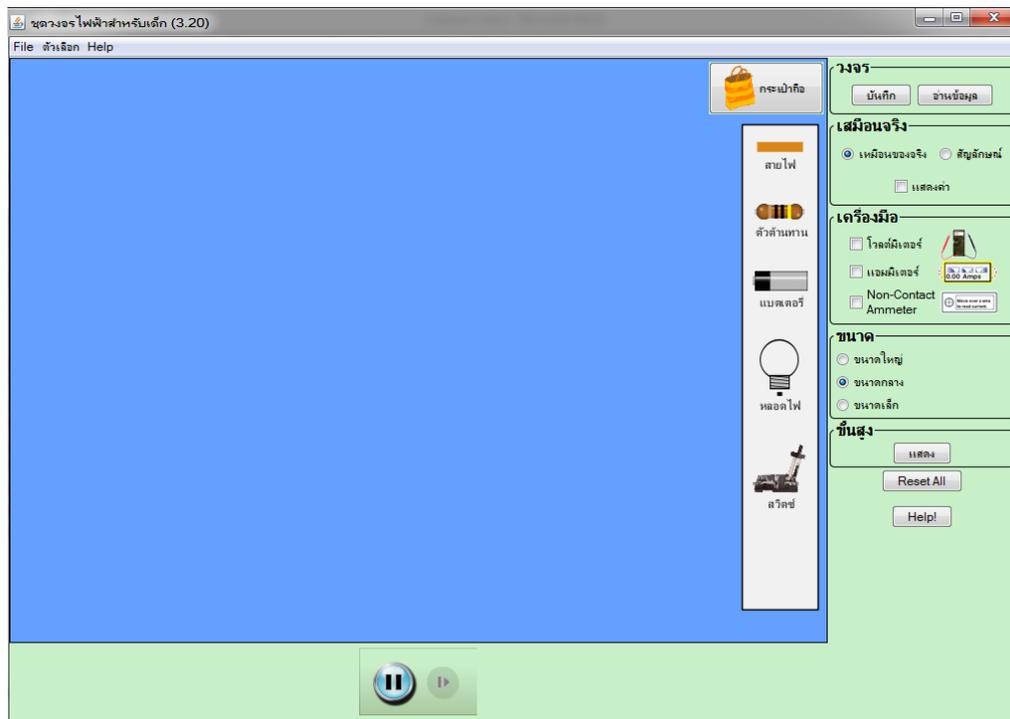


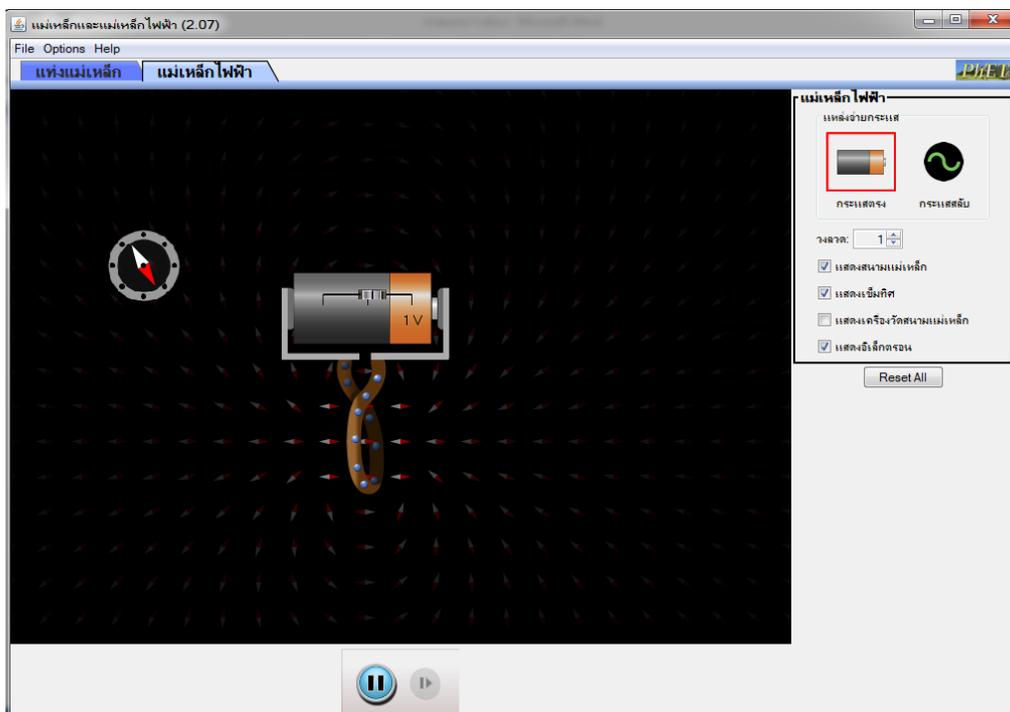
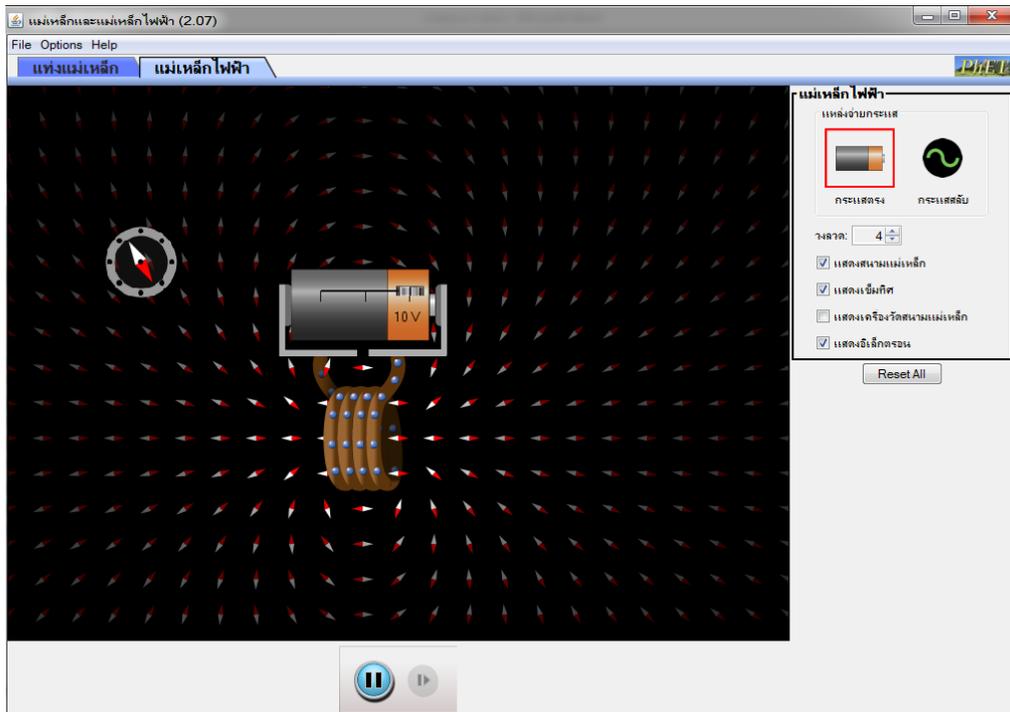
วงจไฟฟ้าปิด

คลิก

โครงการจัดการศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้ เรื่อง "พลังงาน" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 ภาควิชาการ วิทยาลัยเทคโนโลยีพระยาภิรมย์ จันทบุรีสงขลา สมประมาณแผ่นดิน 2556

ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง





ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแบบฝึกการทดลองเสมือนจริง

แบบฝึกการทดลองเสมือนจริง

เรื่อง วงจรไฟฟ้า

สาระสำคัญ

วงจรไฟฟ้าเป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบ วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย เซลล์ไฟฟ้า สายไฟ หลอดไฟ หรืออุปกรณ์อื่น และสวิตช์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าและการใช้ประโยชน์ของวงจรไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้
2. เขียนแผนภาพและทิศทางของกระแสในวงจรไฟฟ้าโดยใช้สัญลักษณ์ได้
3. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าปิดและวงจรไฟฟ้าเปิดได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้ากับความสว่างของหลอดไฟได้
5. สามารถสื่อสารและนำความรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

นักเรียนเคยเห็นฟ้าแลบและฟ้าผ่าหรือไม่ ปรากฏการณ์ฟ้าแลบและฟ้าผ่าเกิดจากกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านก้อนเมฆและอากาศ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่กระแสไฟฟ้าไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในธรรมชาติเท่านั้น มนุษย์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ได้

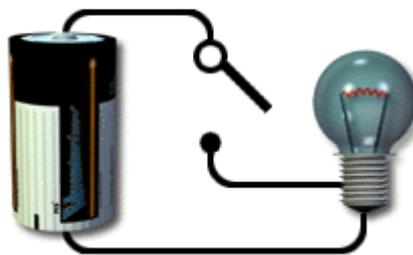
เบนจามิน แฟรงคลิน ค้นพบไฟฟ้าขณะทดลองชั้วว่าเวลาฟ้าผ่า

ไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถทำงานได้ เราใช้ประโยชน์จากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยต่อสายไฟระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น พัดลม โทรทัศน์ วิทยุ เตารีด เมื่อเปิดสวิตช์แล้วเครื่องใช้ไฟฟ้าจะทำงานโดยเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานแสง พลังงานเสียง พลังงานกล

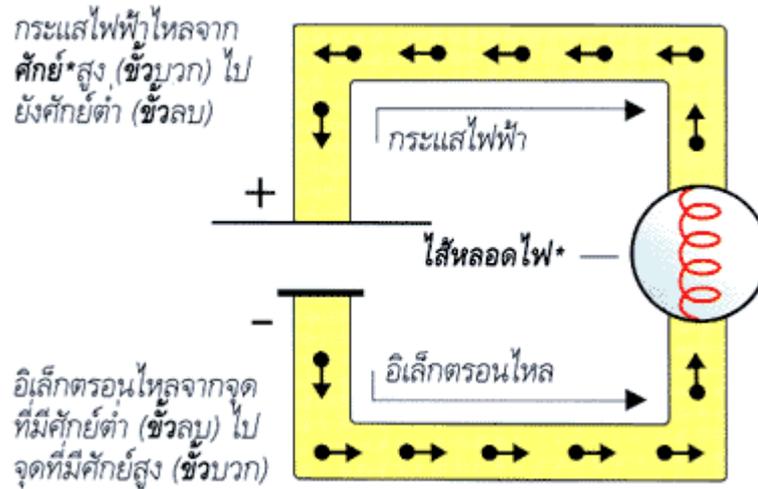


วงจรไฟฟ้า

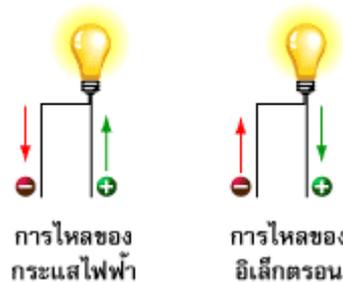
หมายถึง ทางเดินของกระแสไฟฟ้าซึ่งไหลมาจากแหล่งกำเนิดผ่านตัวนำ และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือโหลด แล้วไหลกลับไปยังแหล่งกำเนิดเดิม



จากปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าต่างๆ ที่เกิดขึ้น จะพบว่ามีสาเหตุมาจากการไหลของไฟฟ้า สายไฟทั่วไปทำด้วยลวดตัวนำ คือ โลหะทองแดงและอะลูมิเนียม อะตอมของโลหะมีอิเล็กตรอนอิสระ ไม่ยึดแน่นกับอะตอม จึงเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ ถ้ามีประจุลบเพิ่มขึ้นในสายไฟ อิเล็กตรอนอิสระ 1 ตัวจะถูกดึงเข้าหาประจุไฟฟ้าบวก แล้วรวมตัวกับประจุไฟฟ้าบวกเพื่อเป็นกลาง ดังนั้น อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ เมื่อเกิดสภาพขาดอิเล็กตรอนจึงจ่ายประจุไฟฟ้าลบบอกไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนในสายไฟจนกว่าประจุไฟฟ้าบวกจะถูกทำให้เป็นกลางหมด การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือการไหลของอิเล็กตรอนในสายไฟนี้เรียกว่า กระแสไฟฟ้า (Electric Current)



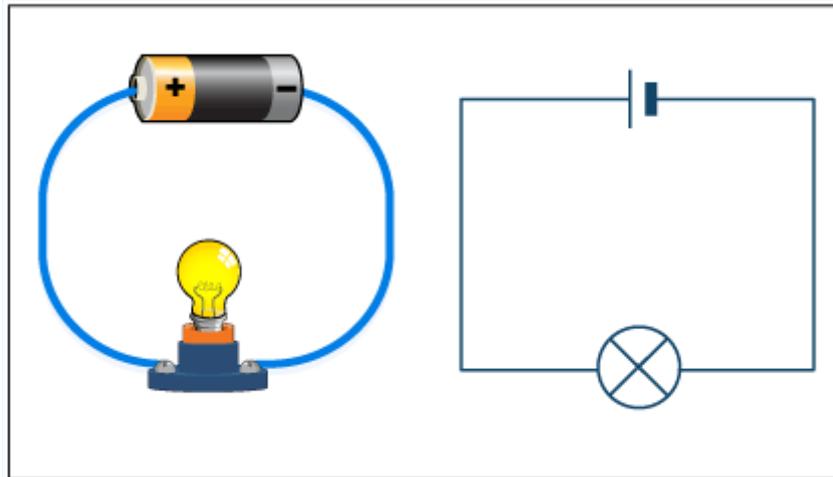
สำหรับในตัวนำที่เป็นของแข็ง กระแสไฟฟ้าเกิดจากการไหลของอิเล็กตรอน โดยอิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วลบไปหาขั้วบวกเสมอ ในตัวนำที่เป็นของเหลวและก๊าซ กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนกับโปรตอน โดยจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วไฟฟ้าที่มีประจุตรงข้าม ถ้าจะเรียกว่า กระแสไฟฟ้าคือการไหลของอิเล็กตรอนก็ได้ แต่ทิศทางของกระแสไฟฟ้าจะตรงข้ามกับการไหลของอิเล็กตรอน



วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า หมายถึง แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังวงจรไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่
2. ตัวนำไฟฟ้า หมายถึง สายไฟฟ้าหรือสื่อที่จะเป็นตัวนำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งต่อระหว่างแหล่งกำเนิดกับเครื่องใช้ไฟฟ้า
3. เครื่องใช้ไฟฟ้า หมายถึง เครื่องใช้ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานรูปอื่น ซึ่งจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โหลด

สำหรับสวิตช์ไฟฟ้านั้นเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า มีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานให้มีความสะดวกและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ถ้าไม่มีสวิตช์ไฟฟ้านี้ก็จะไม่มีผลต่อการทำงานวงจรไฟฟ้าใดๆ เลย



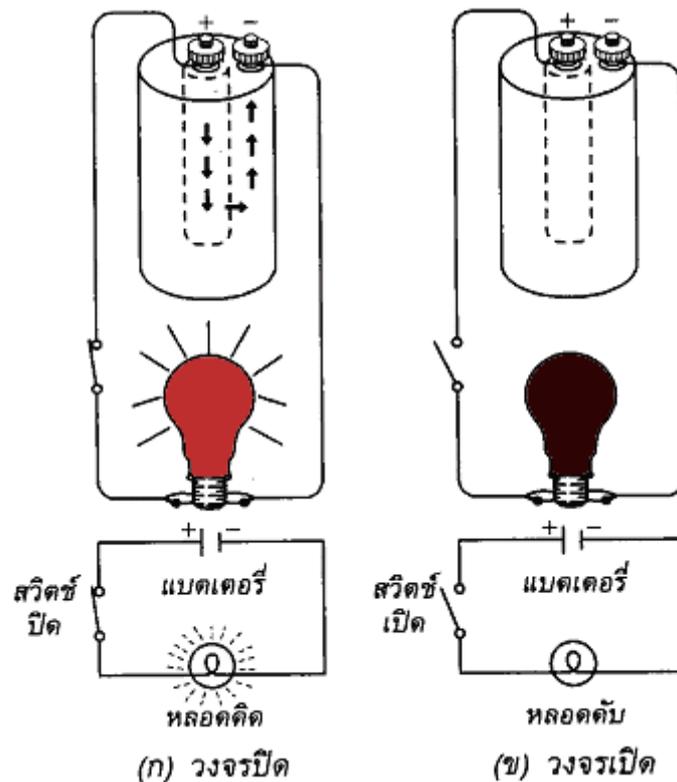
สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตามที่เราได้รู้มาแล้วหลอดไฟฟ้าจะสว่างเมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้ครบรอบ ซึ่งเราเรียกว่าวงจรไฟฟ้า ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนได้ ดังนี้

กรณีไฟฟ้า	สัญลักษณ์	ความหมาย
		ถ่านไฟฉายหรือเซลล์ไฟฟ้า ชีดยาวแทนขั้วบวก ชีดสั้นแทนขั้วลบ
		หลอดไฟฟ้า
		มอเตอร์
		ฮอดไฟฟ้า
		สวิตช์

กรณีไฟฟ้า	สัญลักษณ์	ความหมาย
		สายไฟ

เมื่อนำถ่านไฟฉาย สายไฟ หลอดไฟฟ้า มาต่อกันแล้ว หลอดไฟฟ้าสว่าง แสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้ามีทิศทางจากขั้วบวกของถ่านไฟฉาย ผ่านสายไฟ และหลอดไฟฟ้า ไปยังขั้วลบของถ่านไฟฉาย จนครบวงจรแบบนี้เรียกว่า วงจรไฟฟ้าปิด (หลอดติด) แต่ถ้าต่อแล้วไม่ครบวงจรหลอดไฟฟ้าไม่สว่าง เรียกว่าวงจรไฟฟ้าเปิด (หลอดดับ)



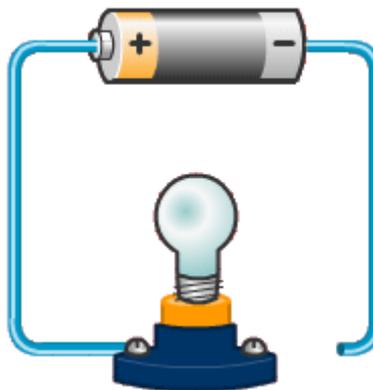
วงจรไฟฟ้าปิด

วงจรปิด คือวงจรที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร ทำให้หลอดหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรนั้นๆ ทำงาน



วงจรไฟฟ้าเปิด

วงจรเปิด คือวงจรที่กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลได้ครบวงจร ซึ่งเป็นผลทำให้
 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรไม่สามารถจ่ายพลังงาน ออกมาได้ สาเหตุของวงจรเปิดอาจเกิด
 จากสายหลุด สายขาด สายหลวม สวิตซ์ไม่ต่อวงจร หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุด เป็นต้น



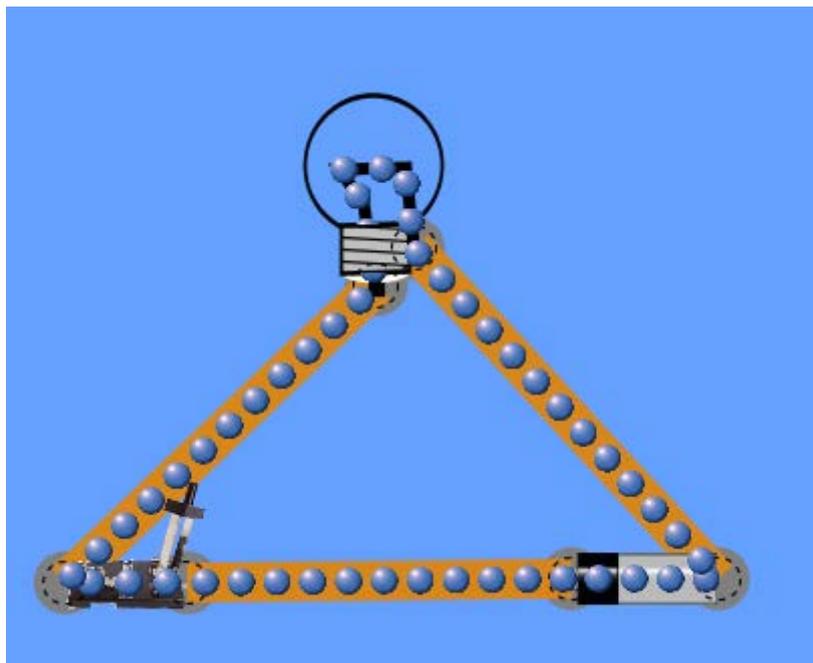
การทดลองที่ 1 เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

กำหนดปัญหา

1. หลอดไฟฟ้าสว่างได้อย่างไร
2. วงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิดแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นตอนการเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดโปรแกรมการทดลองเสมือนจริง
2. เปิดไฟล์ Lab1 ดังภาพที่ 1
3. สับสวิตช์ เพื่อให้วงจรไฟฟ้าทำงาน
4. สังเกตทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 1 วงจรไฟฟ้า

คำถาม

1. หลอดไฟฟ้าสว่างสว่างได้อย่างไร

.....

.....

.....

2. อธิบายความแตกต่างของวงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิด

.....

.....

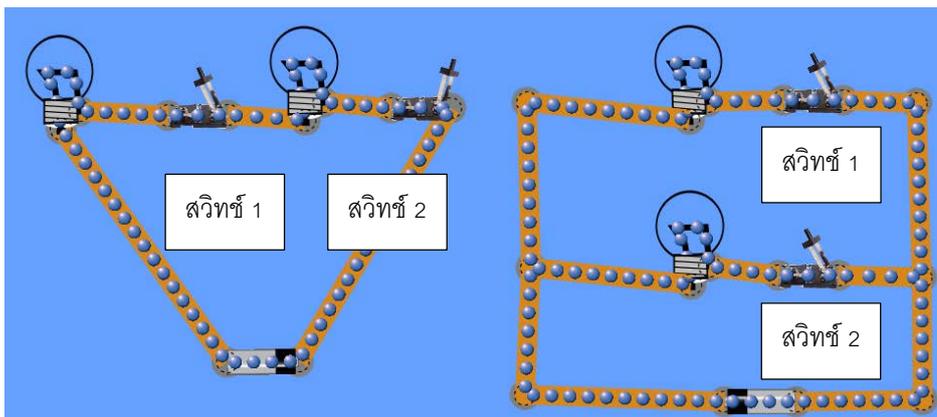
การทดลองที่ 2 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนาน

กำหนดปัญหา

การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนานต่างกันอย่างไร

ขั้นตอนการเรียนรู้

1. นักเรียนเปิดโปรแกรมการทดลองเสมือนจริง
2. เปิดไฟล์ Lab2 ดังภาพที่ 2



ภาพ ก การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม

ภาพ ข การต่อหลอดไฟฟ้าแบบ

อนุกรม

ภาพที่ 2 การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนาน

3. สับสวิตช์ 1 ทั้งสองวงจร สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดไฟ
4. สับสวิตช์ 2 ทั้งสองวงจร สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดไฟ
5. ยกสวิตช์ 1 ทั้งสองวงจร สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดไฟ

อธิบายความแตกต่างของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

.....

.....

ประวัติคณะวิจัย

1. ประวัติหัวหน้าโครงการผู้วิจัย (นายสุวรรณ โชติการ)

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายสุวรรณ โชติการ

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Suwan Chotikarn

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการ

หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา

หมู่ 4 ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

โทร. 074 – 317600 ต่อ 4402-3 e-mail suwan1962@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ศษ.ม. เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต

ปัตตานี

กศ.บ. เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคใต้

2. ประวัติผู้ร่วมโครงการผู้วิจัย (นายนิพัทธ์ อินทอง)

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายนิพัทธ์ อินทอง

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Nipat Inthong

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110 โทรศัพท์ 074-693995

โทร. 074 – 317600 ต่อ 4402-3 e-mail nipatintong@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

วท.ม.วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

วท.บ.คณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับสอง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา