

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน วิชาฟิสิกส์
เรื่องการหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

A DEVELOPMENT OF PHYSICS COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
FOR REMEDIAL IN REFRACTION OF LIGHT
FOR MATTAYOMSUKSA 4 STUDENTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974 . 648 . 829 - 5

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน วิชาฟิสิกส์
เรื่องการหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

A DEVELOPMENT OF PHYSICS COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
FOR REMEDIAL IN REFRACTION OF LIGHT
FOR MATTAYOMSUKSA 4 STUDENTS



วรรณวลัย วิจันทร์โต

WANWALAI WICHANTO

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน: 44062
วัน, เดือน, ปี: 25 ต.ค. 2545

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

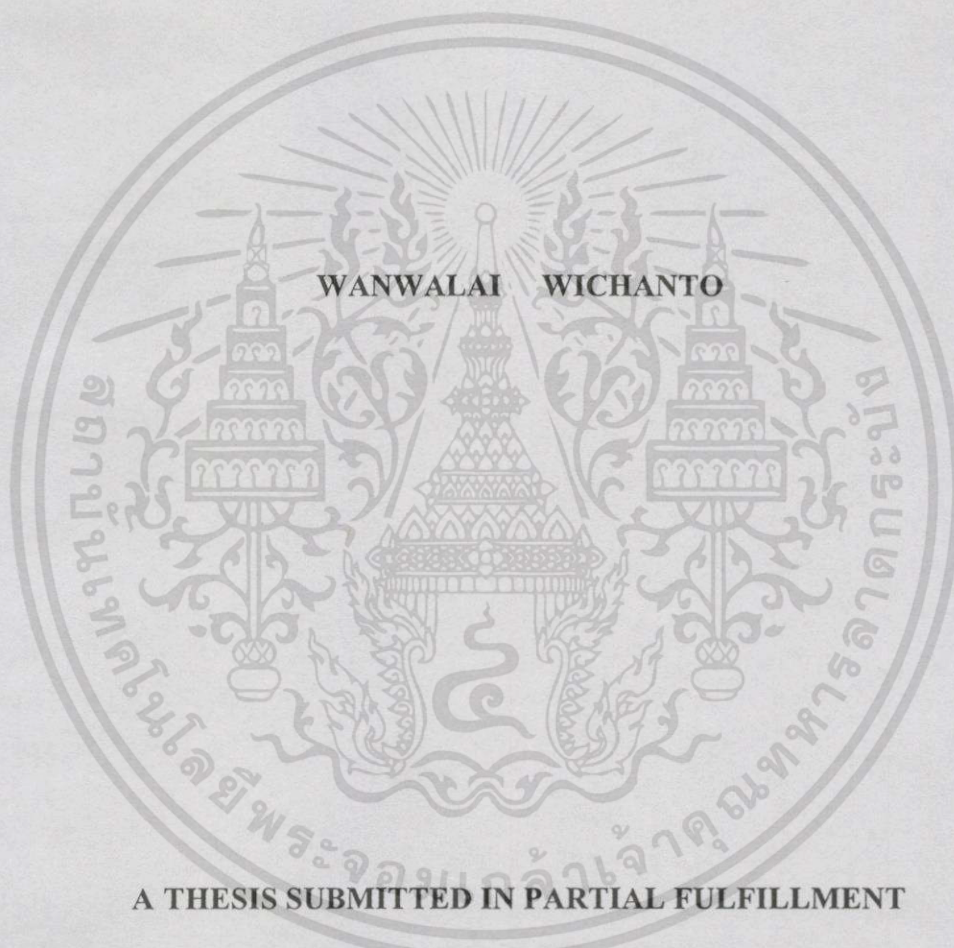
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2545

ISBN 974-648-829-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**A DEVELOPMENT OF PHYSICS COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
FOR REMEDIAL IN REFRACTION OF LIGHT
FOR MATTAYOMSUKSA 4 STUDENTS**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2002

ISBN 974-648-829-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

A DEVELOPMENT OF PHYSICS COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION FOR REMEDIAL IN REFRACTION OF LIGHT FOR MATTAYOMSUKSA 4 STUDENTS

ชื่อนักศึกษา นางสาววรรณวลัย วิจันทร์โต

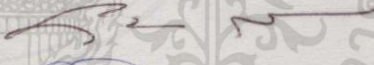
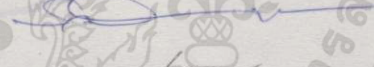


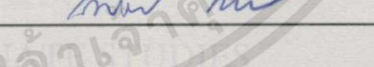
รหัสประจำตัว 41064205

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.รวิวรรณ เทนอิสสระ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.วิไลพร	วรจิตตานนท์	
ดร.รวิวรรณ	เทนอิสสระ	
รศ.ดร.รวิวรรณ	ชินะตระกูล	
รศ.ดร.ปริยาพร	วงศ์อนุตรโรจน์	
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 13 พฤษภาคม 2545 เวลา 15.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



วันที่.....19.....เดือน.....พ.ศ.....๒๕๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
นักศึกษา	นางสาววรรณวลัย วิจันทร์โต
รหัสประจำตัว	41064205
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.รวีวรรณ เทนอิสสระ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพในวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน แล้วทำการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับสลากเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการหักเหของแสง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.36 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.68 และค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.78

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยนี้ ใช้เกณฑ์ 75/75 และสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ t-test แบบ Dependent Samples ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การหักเหของแสง มีประสิทธิภาพ 71.48/69.50
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



Thesis Title	A Development of Physics Computer Assisted Instruction for Remedial in Refraction of Light for Mattayomsuksa 4 Students
Student	Miss Wanwalai Wichanto
Student ID.	41064205
Degree	Master of Science
Programme	Science Education
Year	2002
Thesis Advisor	Dr. Wilaiporn Worrachittanont
Thesis Co-advisor	Dr. Rawiwan Tenissara

ABSTRACT

The purpose of the research were to develop the efficient physics computer assisted instruction for remedial in Refraction of Light for Mattayomsuksa 4 students and to compare the physics achievement prior and after learning by using the developed computer assisted instruction.

The sample consisted of thirty subjects selected from the population employing the cluster and simple random sampling technique. The population involved Mattayomsuksa 4 students during second semester, 2001 academic year at Benchama Rat Rangsarit School, Chachoengsao Province.

Research instruments were the physics computer assisted instruction and the achievement test in Refraction of Light. The achievement test comprised 20 items possessing the degree of difficulty ranging from 0.36 – 0.80, the degree of discrimination between 0.20 – 0.68 and the reliability coefficient of 0.78

To examine the efficiency of the computer assisted instruction, the 75/75 standard criterion was used. The t-test for Dependent Samples was also employed to compare the students' achievement prior and after learning by using the computer assisted instruction.

The results of the research revealed that :

1. The efficiency of the computer assisted instruction was 71.48/69.50
2. The physics achievement in Refraction of Light of students after using the computer assisted instruction was statistically significantly higher than that of the students prior to using the computer assisted instruction at 0.01 level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.รวีวรรณ เทนอิสสระ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนสามารถจัดทำสำเร็จอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล รองศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์บุญยะ บุญสนองสุภา และอาจารย์พิพัฒน์ กงทอง อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาสตร โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ฉะเชิงเทรา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนะเวชกุล อาจารย์ประจำคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ สถาบันราชภัฏราชนครินทร์ ฉะเชิงเทรา และอาจารย์สรพัศ ยิ้มนวล หัวหน้างานนวัตกรรมเทคโนโลยีการฝึกอบรม สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิช่วยตรวจสอบในเรื่องเนื้อหาวิชา แบบทดสอบ ตลอดจนการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ คณะครูอาจารย์ และขอขอบคุณนักเรียน โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ฉะเชิงเทรา ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์บรรจบ รูปพงษ์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ฉะเชิงเทรา ที่ให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 5.0 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การหักเหของแสง

ขอขอบคุณนายคณาวิทย์ ฤทธิ์รัฐไทย ที่ให้คำแนะนำในการทำกราฟิกต่าง ๆ จนทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการหักเหของแสง ในงานวิจัยครั้งนี้ น่าสนใจและมีคุณค่ายิ่งขึ้น

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแต่บิดามารดา นายมานพ นางวิลาวรรณ วิจันทร์โต พร้อมทั้งคุณยายทักทว่า แซ่ผู้ ผู้ให้ความรักความเอาใจใส่ เป็นกำลังใจและดูแลช่วยเหลือผู้วิจัยอย่างดียิ่งตลอดมา รวมทั้งขอมอบแด่ครูอาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

วรรณวลัย วิจันทร์โต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 หลักสูตรพีสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	7
2.2 ทฤษฎีการสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษา.....	10
2.3 สื่อการสอน.....	13
2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	16
2.5 โปรแกรม Authorware Professional.....	23
2.6 ประสิทธิภาพของบทเรียน.....	31
2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	33
2.8 การสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	44
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	44
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	44
3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	53

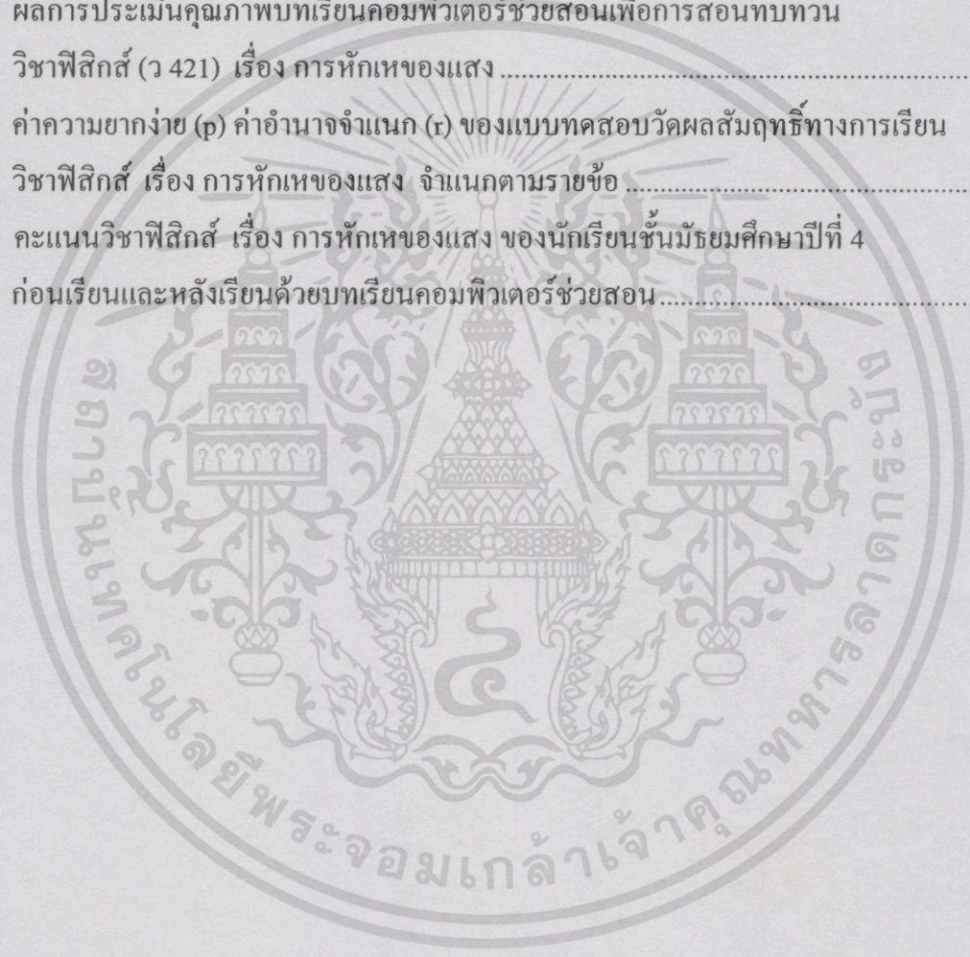
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	55
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	55
5.2 การอภิปรายผล.....	56
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	60
ภาคผนวก.....	65
ภาคผนวก ก เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่องการหักเหของแสง.....	66
ภาคผนวก ข ตัวอย่างบทเรียน.....	78
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่องการหักเหของแสง.....	98
ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนทบทวน วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่องการหักเหของแสง.....	106
ภาคผนวก จ ตารางที่ 6.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนทบทวน วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่องการหักเหของแสง.....	110
ภาคผนวก ฉ ตารางที่ 6.2 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเห ของแสง จำแนกตามรายข้อ.....	113
ภาคผนวก ช ตารางที่ 6.3 คะแนนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	115
ประวัติผู้เขียน.....	117

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนทบทวนเรื่อง การหักเหของแสง	53
4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน เรื่อง การหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	54
6.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่อง การหักเหของแสง	111
6.2 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง จำแนกตามรายข้อ	114
6.2 คะแนนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	116



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนภาพแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างง่าย.....	16
2.2 เส้น Flow line.....	24
2.3 หน้าต่างของโปรแกรม Authorware Professional	25
2.4 หน้าต่างออกแบบบทเรียน.....	30
2.5 หน้าต่างเสนอบทเรียน.....	30
2.6 กล้องเครื่องมือสร้างภาพ	31
6.1 การหักเหของแสงเมื่อผ่านแท่งพลาสติก	67
6.2 รังสีตกกระทบในตัวกลาง I และรังสีหักเหในตัวกลาง 2.....	68
6.3 การกลับทางเดินของแสง	69
6.4 แสงเดินทางจากอากาศไปยังตัวกลางต่างชนิดกัน	69
6.5 แสงเดินทางจากตัวกลางสองชนิดที่มีดัชนีหักเหต่างกัน.....	71
6.6 การสะท้อนกลับหมดในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมาก.....	71
6.7 การสะท้อนกลับหมดจากปริซึมที่มีมุม $45^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ เมื่อวางปริซึมรับแสง ในลักษณะต่างกัน.....	72
6.8 ความลึกของวัตถุที่ปรากฏแก่สายตาและความลึกจริงของวัตถุ.....	72
6.9 การหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลม	73
6.10 เลนส์นูนและเลนส์เว้าในแบบต่าง ๆ	73
6.11 ส่วนสำคัญของเลนส์และรังสีบางรังสีที่ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้า.....	73
6.12 ศูนย์กลางเลนส์ของเลนส์นูนและเลนส์เว้า.....	74
6.13 การเขียนรังสีของแสงเพื่อหาภาพที่เกิดจากเลนส์นูน.....	74
6.14 การเขียนรังสีของแสงเพื่อหาภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเมื่อวางวัตถุไว้ที่ระยะต่าง ๆ กัน.....	75
6.15 การเขียนรังสีของแสงเพื่อหาภาพที่เกิดจากเลนส์เว้า.....	77

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีความต้องการสิ่งหนึ่งที่ตรงกับประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก นั่นคือการเร่งพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าทัดเทียมกับนานาอารยประเทศ ซึ่งปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาประเทศก็คือ การให้การศึกษาแก่ประชาชนในชาติ เพื่อที่จะได้มีความรู้ ความสามารถ เป็นทรัพยากรบุคคลอันมีค่าและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาในกลุ่มวิทยาศาสตร์ที่จัดไว้ใน โครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้รับการยอมรับกันทั่วไปว่าเป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์หลายสาขา ทฤษฎีและความรู้จากวิชาฟิสิกส์สามารถประยุกต์ใช้กับวิทยาการสาขาอื่น ได้อย่างกว้างขวาง เช่น เคมี ชีววิทยา เกษตร วิศวกรรมศาสตร์ และการแพทย์ ฯลฯ วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศ เพราะผลจากวิชาฟิสิกส์จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาและพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอันทันสมัย แต่ในขณะเดียวกันฟิสิกส์ยังเป็นวิชาที่ประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนมากที่สุดวิชาหนึ่ง ซึ่งสาเหตุของปัญหามีอยู่ด้วยกันหลายประการ อาทิ ครูฟิสิกส์ยังมีจำนวนไม่เพียงพอ มีจำนวนชั่วโมงในการสอนต่อสัปดาห์สูง ไม่มีเวลาในการเตรียมการสอนหรือตรวจแบบฝึกหัด เนื้อหาที่เรียนมีมาก ทำให้ครูสอนไม่ทัน ทำการสอบย่อยได้น้อยเพราะเวลาไม่เพียงพอ วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องใช้ความรู้ หลักการข้อเท็จจริง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ จึงเป็นวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ ทำให้นักเรียนส่วนมากไม่บรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นักเรียนมักจะได้รับระดับคะแนนไม่ดีเท่าวิชาอื่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีความซับซ้อนและมีราคาแพง นอกจากนั้นความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนที่แตกต่างกันมาก ก็ยังทำให้การจัดการเรียนการสอนไม่สะดวก สภาพการเรียนเป็นที่น่าเบื่อหน่าย นักเรียนที่เก่งก็จะรู้สึกเบื่อเมื่อครูสอนช้า ในทางตรงกันข้ามนักเรียนที่เรียนอ่อนจะรู้สึกว่าน่าเบื่อถ้าครูสอนเร็ว (สันติ ม่วงปาน. 2530 : 2, ประกายวรรณ มณีแจ่ม. 2536 : 1 – 2, จีรพัฒน์ ชัยพร. 2539 : 3, วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม. 2539 : 2, ประเสริฐ เลิศชยันตี. 2540 : 6)

จากสภาพปัญหาในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ตามที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ทำให้มีนักการศึกษาจำนวนมากพยายามศึกษาวิจัยค้นคว้าและหาวิธีปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น วิธีการหนึ่งก็คือการใช้สื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพสูง โดยนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ ผู้เรียนสามารถใช้บทเรียนได้โดยง่าย สามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีกิจกรรมการเรียนการสอนตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามหลักสูตร เป็นสื่อการสอนที่เร้าความสนใจของผู้เรียนได้ดี และสามารถประเมินผลการเรียนได้ทันที (จิรพัฒน์ ชัยพร. 2539 : 3)

สื่อการสอนนับได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญยิ่งในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ และจำเป็นที่จะต้องใช้สื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้เรียนจะมีบทบาทในการแสวงหาความรู้ตลอดจนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ครูผู้สอนจะลดบทบาทในการสอนลงและเปลี่ยนบทบาทไปเป็นผู้เตรียมการสอน เตรียมอุปกรณ์การสอน เตรียมกิจกรรม เป็นผู้ให้คำแนะนำ สื่อการสอนมีส่วนช่วยลดภาระในการจัดการเรียนการสอนของครูได้ ดังที่ นิคม ทาแดง (2526 : 84) กล่าวถึงสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ ควรเป็นสื่อที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เป็นความรู้ เกิดทักษะกระบวนการในเนื้อหาที่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต้องใช้สื่อการสอนเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความรู้และมวลประสบการณ์

สื่อการสอนที่นักศึกษานำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนนั้นมีหลายอย่าง เช่น สไลด์ วิทยุเทป โทรทัศน์ ภาพยนตร์ วิดีโอ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น และปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาททางด้านการศึกษาเป็นอย่างมาก คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นสื่อการสอนที่นักการศึกษาให้ความสนใจที่นำมาพัฒนาระบบการเรียนการสอน ซึ่งมีนักวิชาการศึกษาหลายคนได้ทดลองกับนักเรียนในระดับต่าง ๆ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้คนเรียนเก่งเรียนได้เก่งขึ้น คนอ่อนสามารถพัฒนาให้มีมาตรฐานสูงขึ้น

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะได้เรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปแบบหนังสือและภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน (ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 8)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยผู้เรียนจะสามารถศึกษาด้วยตนเอง เรียนได้มากหรือน้อย เร็วหรือช้า ตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคล (ปิยะวัฒน์ หวังอารี. 2533 : 2) นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถที่จะประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา ดังนั้นผู้สอนจะสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปช่วยในการสอนของคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีงานวิจัยหลายชิ้นที่สนับสนุนว่า ผู้เรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนจะใช้เวลาเพียงสองในสามของผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีที่สอนตามปกติ ในขณะที่เดียวกันผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเอง โดยปราศจากข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ในการศึกษา โดยเฉพาะผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้

ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนเพิ่มเติมนอกเวลาได้ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 7) นอกจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยลดเวลาในการเรียนแก่ผู้เรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังช่วยลดเวลาในการสอนของครูลงด้วย ช่วยให้ครูได้นำเวลาไปใช้ในด้านของการพัฒนาความรู้ ปรับปรุงการสอน พัฒนาการศึกษา (ฮาเก็ม พงษ์ยี่หล้า. 2540 : 3)

จากคุณสมบัติที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นการสอนในวิชาฟิสิกส์ ดังที่ เรืองเดช สุทธิพล (2535 : 4) กล่าวว่า “...คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์มาก เพราะเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นการคำนวณที่ต้องมีการเสนอตัวอย่าง โจทย์และแบบฝึกหัด คอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่จะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี และลดข้อบกพร่องของอุปกรณ์การทดลองในวิชาฟิสิกส์...”

สำหรับเรื่อง การหักเหของแสง มีเนื้อหาอยู่ในหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ซึ่งเป็นเนื้อหาของบทที่ 3 เรื่องแสงและการมองเห็น ในหัวข้อเรื่องการหักเหของแสงนั้นได้แบ่งเป็นหัวข้อย่อย คือ ก.การสะท้อนกลับหมด ข.ความลึกปรากฏ และ ค.การหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลมและเลนส์ เนื้อหาบางส่วนมีลักษณะเป็นนามธรรม เช่น ความเข้าใจเกี่ยวกับการมองเห็นภาพจากเลนส์เว้าหรือเลนส์นูน การมองเห็นวัตถุที่ลอยสูงขึ้นมาจากตำแหน่งเดิม ในการเรียนการสอนเรื่องนี้ในห้องเรียนนั้น ก็มีการใช้สื่อการเรียนการสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้น แต่เป็นภาพนิ่งทำให้เห็นการหักเหของแสงไม่ชัดเจนนัก นักเรียนต้องจินตนาการเอาเองต่อไปอีกว่า ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งผ่านเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่งจะเคลื่อนที่อย่างไร ดังนั้นหากมีภาพเคลื่อนไหวให้นักเรียนดู จะทำให้เกิดโนมคติที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด สื่อที่จะทำภาพเคลื่อนไหวได้ดีและใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุดคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถแสดง การเคลื่อนที่ของแสงจากปรากฏการณ์ดังกล่าวได้

นอกจากนั้นจากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่านักเรียนที่เรียนจากการเรียนการสอนปกติไปแล้ว คະแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบในเรื่องการหักเหของแสงของนักเรียนมักจะได้คะแนนไม่ดีนัก แสดงว่านักเรียนมีพื้นความรู้ในเรื่องดังกล่าวจากการเรียนในห้องเรียนไม่ดีเพียงพอ ซึ่งจะทำให้เป็นปัญหาเมื่อต้องไปเรียนในเรื่องที่มีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกันต่อไป

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ที่มีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จะเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นการสอนที่จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ นักเรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้นที่จะเรียน และสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาของวิชาฟิสิกส์ได้ดียิ่งขึ้น โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้จะใช้สอนทบทวนเมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องการหักเหของแสงจากการเรียนในห้องเรียนจบแล้ว และทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ได้นำขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของพรเทพ เมืองแมน (2544 : 30 - 31) มาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างดังนี้

1. การวางแผน
 - 1.1 การวิเคราะห์หลักสูตร
 - 1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน
 - 1.3 การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้
2. การออกแบบบทเรียน
 - 2.1 การจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ และจัดลำดับของเนื้อหา
 - 2.2 การสร้างสตอรี่บอร์ด
3. การสร้างบทเรียน
4. การประเมินและแก้ไขบทเรียน

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 1) มาเป็นกรอบแนวคิดในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจะวัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 12 ห้องเรียน 540 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน แล้วทำการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับสลากให้ได้จำนวน 30 คน เพื่อให้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ การสอนทบทวนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ประกอบด้วยก่อนการสอนทบทวนและหลังการสอนทบทวน
2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง

1.5.4 ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544

1.5.5 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

ใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ว 421) ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เรื่อง การหักเหของแสง ซึ่งประกอบด้วย

1. การหักเหของแสง
2. การสะท้อนกลับหมด
3. ความลึกปรากฏ
4. การหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลมและเลนส์

1.6 นวัตกรรมเฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อสอนทบทวนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Authorware Professional Version 5.0 ประกอบด้วยกรอบนำเข้าสู่บทเรียน กรอบแนะนำผู้วิจัย กรอบแนะนำการใช้บทเรียน กรอบทบทวนพื้นฐาน กรอบเนื้อหา และกรอบส่งท้าย ซึ่งเนื้อหาของบทเรียนจะประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้คือ การหักเหของแสง การสะท้อนกลับหมด ความลึกปรากฏ การหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลมและเลนส์ โดยเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ ที่ประกอบไปด้วยข้อความ ภาพ กราฟิก เสียง และภาพเคลื่อนไหว โดยใช้คอมพิวเตอร์เสนอเนื้อหาความรู้บนหน้าจอ โดยผู้เรียนต้องตอบสนองต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่ปรากฏบนจอภาพทางแป้นพิมพ์หรือเมาส์ด้วยตนเอง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งวัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ทำกิจกรรมซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบ ในระหว่างการเรียนกับคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้ 75/75

75 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องจากการทำกิจกรรมซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน

75 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

4. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนทบทวนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสงในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาคำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงได้ทำการสรุปและรวบรวมข้อมูลในหัวข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- 2.2 ทฤษฎีการสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษา
- 2.3 สื่อการสอน
- 2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 โปรแกรม Authorware Professional
- 2.6 ประสิทธิภาพของบทเรียน
- 2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 หลักสูตรฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1.1 จุดประสงค์การสอนวิชาฟิสิกส์

ในการสอนวิชาใด ๆ ก็ตาม ครูผู้สอนควรที่จะเข้าใจถึงเหตุผลในการสอนวิชานั้น ๆ เพราะความเข้าใจดังกล่าวจะเป็นสิ่งกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนต้องรับผิดชอบ และเพื่อจะได้สามารถใช้ความเข้าใจดังกล่าวในการตัดสินใจเลือกดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพของแต่ละชั้นเรียน จุดประสงค์รวมของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) มีดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2536 : ข)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากจุดประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นำมากำหนดเป็นจุดประสงค์เฉพาะของกลุ่มวิชาฟิสิกส์ได้ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2536 : ก - ง)

1. เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี
3. เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่า ขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด
4. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ
6. เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์
7. เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล
8. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ
9. เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.2 ลักษณะทั่วไปของหลักสูตรฟิสิกส์ โครงสร้างที่ 3

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2536 : ง - จ) กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของหลักสูตรโครงสร้างที่ 3 ไว้ว่า หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ประกอบด้วย 6 รายวิชา โดยจัดเป็นวิชาบังคับเลือก 1 รายวิชา คือ ว 421 และเป็นวิชาเลือกเสรีอีก 5 รายวิชา คือ ว 021, ว 022, ว 023, ว 024 และ ว 025 แต่ละรายวิชา มี 2 หน่วยการเรียนรู้ (4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน)

เนื่องจากหลักสูตรวิชาฟิสิกส์นี้ มุ่งสำหรับนักเรียนที่ต้องการเรียนเน้นหนักไปทางวิทยาศาสตร์ จึงได้รวบรวมความรู้ แนวคิด และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานอันสำคัญของวิชาฟิสิกส์ไว้ทั้งหมด โดยจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับอายุในแต่ละชั้นและเป็นลำดับตามหลักเหตุและผล นักเรียนที่มุ่งศึกษาต่อวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปจึงควรเรียนวิชาฟิสิกส์ทั้ง 6 รายวิชา

ลักษณะสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่นี้ยังคงเน้นการผสมผสานระหว่างเนื้อหาความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติและมุ่งเน้นให้เห็นคุณค่าในด้านการนำไปใช้ในเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น

เนื้อหาความรู้และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 นี้ ในภาพรวมแล้วแตกต่างจากหลักสูตรเดิม พ.ศ.2524 ไม่มากนัก โดยมีการเพิ่มและลดเนื้อหาบางส่วน อย่างไรก็ตาม ถ้าพิจารณาในเชิงของการนำเสนอเนื้อหาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากหลักสูตรเดิมค่อนข้างมาก เพราะมีการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาวิชาเปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งแนวในการปรับปรุงครั้งนี้คือ

- ปรับลดปริมาณเนื้อหาในชั้น ม.4 และ ม.5 และเพิ่มปริมาณเนื้อหาในชั้น ม.6 เช่น การเคลื่อนที่แบบหมุน ไฟฟ้ากระแสสลับ และอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
- กระจายเนื้อหาเชิงกลศาสตร์ใหม่มีเรียนทุกระดับชั้นและย้ายการวิเคราะห์เชิงเวกเตอร์จากระดับ ม.4 ไปไว้ในระดับ ม.5 และ ม.6
- ปรับหัวข้อปรากฏการณ์คลื่น โดยเน้นในเชิงปรากฏการณ์มากกว่าการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ และย้ายไปไว้ในระดับ ม.4
- ย้ายหัวข้อแสงเชิงเรขาคณิตไปไว้ในระดับ ม.4 และเน้นศึกษาสมบัติของแสงจากปฏิบัติการ
- ย้ายหัวข้อแสงเชิงฟิสิกส์ไปไว้ในระดับ ม.6 รวมกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ย้ายหัวข้อเสียง ไปไว้ในระดับ ม.4 และเน้นศึกษาสมบัติของเสียงจากปฏิบัติการ
- ตัดการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่ยังไม่จำเป็นในระดับนี้ออก เช่น การคำนวณเลนส์ การคำนวณอัตราเร็วโมเลกุลของแก๊ส

2.1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่อง การหักเหของแสง

เนื้อหาเรื่อง การหักเหของแสง เป็นหัวข้อหนึ่งของรายวิชาฟิสิกส์ (ว 421) บทที่ 3 เรื่อง แสงและการเห็น ตามหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ซึ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องการหักเหของแสง มีดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2536 : 67)

1. ทำการทดลองเพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นกฎการหักเหของแสง
2. บอกกฎของสเนลล์ และนำไปอธิบายความหมายของดัชนีหักเหของวัตถุได้
3. นำกฎของสเนลล์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสง
4. ทำกิจกรรมเพื่อสังเกตปรากฏการณ์ การสะท้อนกลับหมด และบอกเงื่อนไขที่เกิดการสะท้อนกลับหมด
5. บอกความหมายของมุมวิกฤต และใช้กฎของสเนลล์หาค่ามุมวิกฤตของวัตถุ
6. นำหลักการสะท้อนกลับหมดไปอธิบายการใช้งานของเส้นใยนำแสง
7. ใช้กฎการหักเหของแสงในการเขียนรูป เพื่ออธิบายความหมาย และเปรียบเทียบขนาดของความจริง และความลึกปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. บอกความแตกต่างของเลนส์นูนและเลนส์เว้า พร้อมทั้งอธิบายศูนย์กลางความโค้ง เส้นแกนमुखสำคัญ โฟกัสमुखสำคัญ ศูนย์กลางเลนส์ โฟกัสและความยาวโฟกัสของเลนส์
 9. ทำกิจกรรมเพื่อหาความยาวโฟกัสของเลนส์
 10. ใช้กฎการหักเหของแสงในการเขียนแผนภาพรังสีของแสง เพื่อหาดำแหน่งภาพ และขนาดภาพของวัตถุที่วางไว้หน้าเลนส์
 11. บอกความแตกต่างของภาพจริง และภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์
- ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาขึ้น โดยยึดหลักตามจุดประสงค์ข้อที่ 2-3 และข้อที่ 5-11 เนื่องจากจุดประสงค์ข้อที่ 1 ข้อที่ 4 และข้อที่ 9 นั้นเป็นกิจกรรมการทดลองซึ่งนักเรียนจะต้องฝึกปฏิบัติจริง

2.2 ทฤษฎีการสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษา

สุรงค์ โค้วตระกูล (2533 : 227 - 228) กล่าวถึงทฤษฎีการสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษาไว้ดังนี้

โดยทั่วไปแล้วความรับผิดชอบของครูอย่างหนึ่งก็คือการสอนนักเรียนทุกคนให้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แต่ในทางปฏิบัติมักจะเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เพราะในห้องเรียนหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยนักเรียนหลายคนต่อครูคนเดียว บางโรงเรียนมีนักเรียนห้องหนึ่งถึง 50-60 คน นักจิตวิทยาได้พยายามสร้างทฤษฎีการสอน เพื่อช่วยครูให้เพิ่มประสิทธิภาพในการสอน แต่แม้ว่าครูจะพยายามนำทฤษฎีการสอนไปประยุกต์ในห้องเรียนก็ไม่สามารถจะช่วยนักเรียนทุกคนให้เรียนรู้จนมีความรอบรู้ (Mastery) ในวิชาต่าง ๆ ได้ ปัญหาที่สำคัญก็คือความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ทั้งทางด้านระดับเชาวน์ปัญญา ความสามารถ ความถนัด รวมทั้งความต้องการแรงจูงใจ และทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียน การใช้วิธีสอนเพื่อนักเรียนทั้งห้องในเวลาเท่ากัน จึงเป็นการสอนนักเรียนเพียงจำนวนหนึ่งเท่านั้น นักเรียนที่มีความสามารถสูงมักจะเบื่อและไม่สนใจ เพราะสิ่งที่ครูสอนนักเรียนอาจจะเรียนรู้แล้ว ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถต่ำก็จะไม่เข้าใจและไม่สนใจบทเรียน เพราะฉะนั้นนักจิตวิทยาการศึกษาจึงได้คิดค้นรูปแบบการสอนเป็นรายบุคคลขึ้น ผู้ที่จะเป็นครูในอนาคตควรจะศึกษารูปแบบการสอนเป็นรายบุคคล เพื่อจะได้นำไปดัดแปลงใช้ในการช่วยนักเรียนทุกคนให้เรียนรู้จนมีความรอบรู้ในวิชาทุกวิชา

2.2.1 รูปแบบการสอนเป็นรายบุคคล

เนื่องจากการสอนให้นักเรียนทุกคนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เป็นความมุ่งหวังของนักการศึกษาและครู นักจิตวิทยาการศึกษาจึงได้คิดค้นทฤษฎีการสอนเป็นรายบุคคลหรือบางครั้งเรียก รูปแบบ (Model)

การสอนเป็นรายบุคคล หมายถึง การสอนนักเรียนตัวต่อตัวที่ละคน หรือการสอนนักเรียนกลุ่มหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางด้านระดับสติปัญญา ความสามารถ ความต้องการ และแรงจูงใจ โดยครูจัดวัตถุประสงค์เฉพาะของหน่วยเรียนหรือบทเรียน พร้อมทั้งเนื้อหาและอุปกรณ์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนจบหน่วยเรียนจะได้รับการทดสอบ เพื่อจะทราบว่าได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ เป้าหมายของการสอนเป็นรายบุคคลก็คือการสอนเพื่อให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้จนเกิดความรอบรู้ แม้ว่าจะมีผู้สนใจเกี่ยวกับการสอนเป็นรายบุคคลมานานแล้ว ก็ยังไม่มีรูปแบบการสอนอย่างใดอย่างหนึ่งที่ได้รับความนิยมต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ในระหว่างปี ค.ศ.1960 ถึงต้นปี ค.ศ.1970 รัฐบาลของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้เงินงบประมาณสนับสนุนการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการสอนเป็นรายบุคคล นักจิตวิทยาการศึกษาของมหาวิทยาลัยได้รับทุนวิจัย ตัวอย่างเช่น มหาวิทยาลัยพิทส์เบิร์กได้คิดรูปแบบการสอนที่เรียกว่า “Individual Prescribed Instruction” หรือเรียกย่อว่า IPI และมหาวิทยาลัยวิสคอนซินใช้รูปแบบการสอน “Individually Guided Education” หรือ IGE นอกจากนี้มีนักจิตวิทยาที่สนใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล ได้คิดรูปแบบการสอนเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้จนเกิดความรอบรู้อีกหลายท่าน รูปแบบที่ได้รับความนิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันมี 2 รูปแบบ คือ Personalized System of Instruction หรือ PSI และ Learning for Mastery หรือ LFM

2.2.2 รูปแบบการสอน Individual Prescribed Instruction Model

ในปี ค.ศ.1964 ศูนย์การวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้และพัฒนาการของมหาวิทยาลัยพิทส์เบิร์ก รัฐเพนซิลวาเนีย ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รับเงินทุนการวิจัยจากรัฐบาลเพื่อทำการปรับปรุงการเรียนการสอนในโรงเรียนให้ดีขึ้น คณะผู้วิจัยได้คิดสร้างรูปแบบการสอน IPI ขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล เริ่มทดลองใช้กับวิชาคณิตศาสตร์ และการอ่านในระดับประถมศึกษา หลักการในการสร้างมีดังต่อไปนี้

1. แบ่งวิชาที่จะต้องสอนออกเป็นหน่วยเรียนย่อยพร้อมทั้งระบุวัตถุประสงค์เฉพาะของหน่วยการเรียนแต่ละหน่วย
 2. วัดเนื้อหาในระดับต่าง ๆ พร้อมทั้งสร้างวัสดุเกี่ยวกับการเรียนการสอนเป็นชุด ๆ
 3. เตรียมข้อสอบที่จะใช้ประเมินความรู้ของนักเรียนก่อนที่จะจัดหน่วยเรียนให้นักเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถ
 4. เตรียมข้อสอบเพื่อประเมินผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของหน่วยหรือไม่
- การใช้รูปแบบการสอนแบบ IPI และบทบาทของครูมีดังนี้
1. ก่อนจะจัดหน่วยเรียนให้นักเรียนเป็นรายบุคคลนั้น ครูจะต้องทดสอบพื้นฐานความรู้ของนักเรียน เพื่อจะได้จัดหน่วยเรียนให้เหมาะสม การทดสอบนี้เรียกว่า “Placement Pre – Test”

2. หลังจากที่ทราบระดับความรู้ของนักเรียนแล้ว ครูจะช่วยนักเรียนให้เลือกหน่วยเรียนที่เหมาะสม พร้อมทั้งวัสดุประกอบการเรียนรู้ และกิจกรรมของหน่วยเรียนนั้น เริ่มบทเรียนด้วยวัตถุประสงค์ที่นักเรียนทำไม่ได้ใน Pre – Test

3. หลังจากนักเรียนเรียนจบแต่ละหน่วยเรียนแล้วก็มีการทดสอบ เพื่อประเมินผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของหน่วยเรียนนั้นหรือไม่ นักเรียนแต่ละคนจะทราบความก้าวหน้าของตนในวิชาที่เรียนทันที หลังจากได้ทำการทดสอบ

4. ครูเป็นผู้เก็บข้อมูลและบันทึกความก้าวหน้าของนักเรียน ถ้านักเรียนสอบได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ก็จัดหน่วยเรียนใหม่ให้ แต่ถ้านักเรียนยังทำไม่ได้ก็ต้องเรียนหน่วยเรียนเดิม โดยที่ครูให้ความช่วยเหลือเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม จนกระทั่งนักเรียนสามารถสอบ Post – Test ได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

รูปแบบการสอน IPI มีผู้นิยมใช้แพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี ค.ศ.1964 ทางโรงเรียนที่สนใจที่จะใช้รูปแบบการสอน IPI จะต้องซื้อวัสดุเกี่ยวกับวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ที่มีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้เขียนวัตถุประสงค์และสร้างข้อทดสอบ รวมทั้งจัดหน่วยเรียนระดับต่าง ๆ เพื่อจะปรับหน่วยเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของนักเรียนแต่ละคน รูปแบบการสอน IPI จึงเป็นการสอนที่ปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้หรือเป็นภาษาอังกฤษว่า Adaptive Environment for Learning

2.2.3 เทคโนโลยีในการศึกษา

การใช้เทคโนโลยีการศึกษานับว่ามีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทุกครั้งที่มีการประดิษฐ์เทคโนโลยีใหม่ ๆ ขึ้น นักการศึกษาที่มักจะทดลองใช้ในการเรียนการสอน เป็นต้นว่าหลังจากการประดิษฐ์ภาพยนตร์ในการสอน และได้รับความนิยมนานจนกระทั่งทอมัส เอ็ดดิสัน ได้กล่าวว่าการใช้ภาพยนตร์ในการสอนอาจจะต้องทำให้เลิกใช้หนังสือตำราในโรงเรียน แม้ว่าคำทำนายของนายเอ็ดดิสันจะไม่เป็นความจริง การใช้ภาพยนตร์ก็มีบทบาทในการเรียนการสอนมาก โดยเฉพาะการฝึกคนให้มีความสามารถและความฉันทพิเศษในระยะเวลาอันสั้นระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เนื่องจากความจำเป็นที่จะต้องฝึกข้าราชการในหน่วยต่าง ๆ ให้ทำงานพิเศษ ซึ่งไม่เคยมีประสบการณ์ รัฐบาลของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ลงทุนซื้อเครื่องฉายภาพยนตร์ถึง 55,000 เครื่อง เพื่อจะใช้เป็นอุปกรณ์ในการสอน ปัจจุบันนี้การใช้เทคโนโลยีช่วยในการสอนอาจจะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว หรือใช้แบบผสม การใช้ประเภทหลังได้ผลดีมาก ความสำเร็จของมหาวิทยาลัยเปิด เช่น มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชก็เนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีหลาย ๆ แบบ เช่น การใช้โทรทัศน์ วิดีโอ เทป วิชญา ช่วยในการสอน เป็นผลให้ผู้สนใจใฝ่หาความรู้ สามารถที่จะเรียนรู้ได้แบบการศึกษาออกโรงเรียน โดยไม่จำเป็นที่จะต้องเข้าไปเรียนในห้องเรียนตามปกติ

นอกจากการใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์การสอนแล้ว มีผู้คิดประดิษฐ์เครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) ขึ้นเพื่อสอนนักเรียน ผู้ที่ประดิษฐ์เครื่องมือดังกล่าวขึ้นเป็นคนแรก คือ ศาสตราจารย์เพิร์สซี โดยนำเครื่องช่วยสอนมาแสดงที่การประชุมของสมาคมจิตวิทยาแห่งประเทศไทย สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ.1925 เครื่องช่วยสอนของเพิร์สซีไม่ได้รับความนิยม เพราะไม่สะดวกในการใช้ ต่อมาในปี ค.ศ.1954 ศาสตราจารย์สกินเนอร์ ซึ่งเป็นเจ้าของทฤษฎีการเรียนรู้ การวางเงื่อนไขแบบอ็อบเปอร์แรนต์ ได้คิดเครื่องช่วยสอนเป็นเครื่องมือช่วยในการสอน ซึ่งใช้ได้ง่าย และสร้างขึ้นตามทฤษฎีการเรียนรู้โดยการวางเงื่อนไขแบบการกระทำ นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้เครื่องช่วยสอนดังกล่าว สามารถที่จะใช้เวลาในการเรียนรู้ตามความสามารถของตนและได้รับข้อมูลย้อนกลับว่าเรียนรู้หรือไม่ เป็นการให้แรงเสริมแก่นักเรียนซึ่งต่างกับการสอนในห้องเรียน นักเรียนส่วนมากจะไม่มีโอกาสได้รับข้อมูลย้อนกลับและแรงเสริมจากครู เพราะครูไม่มีเวลาที่จะให้กับนักเรียนทุกคนได้ แรก ๆ เครื่องช่วยสอนของสกินเนอร์ได้รับการวิจารณ์มาก ซึ่งส่วนมากเกิดความกลัวว่า เครื่องจักรจะมาแทนที่ แต่เมื่อมีความเข้าใจมากขึ้นว่า สกินเนอร์ไม่ต้องการที่จะให้เครื่องจักรมาแทนครู แต่ช่วยครู จึงมีผู้สนใจในการสร้างโปรแกรมการสอนที่เรียกว่า “Linear Program” ของสกินเนอร์ ผลพลอยได้จากหลักการสร้างการสอนแบบโปรแกรมมีหลายประการ เป็นต้นว่า การคิด รูปแบบการสอนเป็นรายบุคคล และการทำตำราแบบโปรแกรม (Program Text Books) รวมทั้งการสอนแบบ โปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นักศึกษาคาดหวังว่าจะมีอิทธิพลต่อการศึกษาในอนาคตเป็นอย่างมาก

2.3 สื่อการสอน

2.3.1 ความหมายของสื่อการสอน

ได้มีนักเทคโนโลยีทางการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ต่าง ๆ กันไป เช่น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520 : 95) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอด ไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 137) กล่าวว่า สื่อ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้เป็นตัวกลางในกระบวนการเรียนการสอน (หรือการสื่อสารในการเรียนการสอน) เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมาย

กิดานันท์ มลิทอง (2531 :76) กล่าวว่า สื่อ หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยนำและถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

ผาณิต คุ่มเศรษฐี (2540 : 14) กล่าวว่า สื่อ หมายถึง สิ่งใดก็ได้ที่นำเข้ามาใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้

จากความหมายของสื่อการสอนที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งใด ๆ ที่นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2.3.2 ประเภทของสื่อการสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533 : 90) ได้ทำการแบ่งประเภทและลักษณะของสื่อไว้ดังนี้

1. ของจริง เช่น วิทยากร วัตถุสิ่งของและเครื่องมือต่าง ๆ หุ่นจำลอง
2. สื่อประเภทไม่ต้องฉาย เช่น สิ่งพิมพ์ แผ่นป้าย วัสดุกราฟิก รูปภาพ
3. สื่อประเภทเสียง เช่น เทปบันทึกเสียง แผ่นเสียง วิทยุ
4. สื่อภาพนิ่งประเภทฉาย เช่น สไลด์ แผ่นใส โฮโลแกรม
5. สื่อภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพยนตร์ วิดีโอ โทรทัศน์
6. สื่อประสม เช่น สิ่งพิมพ์/เทปเสียง สไลด์/เทปเสียง บทเรียนคอมพิวเตอร์ สื่อทางไกล
7. สื่อกิจกรรม เช่น การจัดแสดง นิทรรศการ การสาธิต การศึกษานอกสถานที่

2.3.3 ประโยชน์ของสื่อการสอน

Erickson (1971 : 108-109) ได้สรุปประโยชน์ของสื่อการสอนไว้ดังนี้ คือ

1. ช่วยจัดและเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ช่วยครูสอนเนื้อหาวิชาที่มีความหมายต่อชีวิตของผู้เรียน
3. ช่วยครูแนะนำและกำกับผู้เรียนให้มีปฏิริยาสัมพันธ์ในทางที่พึงปรารถนา
4. ช่วยผู้เรียนให้สามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไปตามเนื้อหาวิชา
5. ช่วยครูให้สามารถสอนได้รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 39) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสื่อการสอนไว้ว่า สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งผู้เรียนและผู้สอนดังต่อไปนี้

2.3.3.1 ประโยชน์ของสื่อต่อผู้เรียน

1. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ย่างยากซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในระยะเวลาอันสั้น และสามารถช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

2. ช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ทำให้เกิดความสนุกสนานและไม่เบื่อ

3. การใช้สื่อจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกันและเกิดประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่

เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น
5. ช่วยสร้างเสริมลักษณะที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้
6. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.3.3.2 ประโยชน์ของสื่อต่อผู้สอน

1. ช่วยให้ผู้บรรยายในการสอนนำเสนอได้ง่ายขึ้น ทำให้ผู้สอนมีความสุขในการสอนมากกว่าวิธีการที่เคยใช้การบรรยายแต่เพียงอย่างเดียว
2. ช่วยแบ่งเบาภาระของผู้สอนในด้านการเตรียมเนื้อหา เพราะบางครั้งอาจให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อได้เอง
3. ช่วยกระตุ้นให้ผู้สอนตื่นตัวอยู่เสมอในการเตรียมและผลิตวัสดุใหม่ ๆ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้จัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนแบบประสม อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น โดยการกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน

2.3.4 การเลือกใช้สื่อการสอน

วาสนา ชาวหา (2533 : 17) ได้ให้หลักที่ควรคำนึงถึงในการเลือกสื่อการสอนดังนี้

1. ประสิทธิภาพ (Efficiency) เมื่อมีการนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนแล้ว ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงจะถือว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ
2. ประสิทธิภาพ (Productivity) จำนวนนักเรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้เป็นจำนวนมาก ก็นับว่าสื่อการสอนนั้นก่อให้เกิดประสิทธิผลสูง แต่ถ้าจำนวนผู้เรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์มีน้อย ก็แสดงว่าสื่อการสอนนั้นไม่มีประสิทธิผล ควรพิจารณาปรับปรุงแก้ไขต่อไป
3. ประหยัด (Economy) การนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนั้นจะต้องพิจารณาในเรื่องของการลงทุนที่คุ้มค่าทั้งด้านทุนทรัพย์ แรงงาน และระยะเวลาในการใช้งาน สื่อการสอนบางชนิดอาจมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูง แต่ต้องอาศัยทุนทรัพย์มาก ในขณะที่เราสามารถนำสื่อการสอนชนิดอื่นมาทดแทนได้ มีผลทัดเทียมกันแต่ประหยัดกว่า ก็ควรที่จะนำสื่อที่ประหยัดกว่ามาใช้

ส่วน Kemp (1985 : 137-140) ได้เสนอแนวคิดว่าการเลือกสื่อการเรียนการสอนควรพิจารณาด้วยการตอบคำถามดังนี้

1. สื่อที่ต้องการและมีอยู่นั้นมีลักษณะที่ดีและมีคุณภาพเพียงใด
2. หากต้องจัดซื้อหรือจัดผลิตขึ้นมาจะมีราคาเท่าไร
3. จะต้องใช้เวลาในการติดตั้งหรือจัดหาหรือผลิตนานเท่าใด

4. จะต้องใช้เครื่องมือประกอบหรือไม่ เป็นเครื่องมือประเภทใด ต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกอะไรบ้าง

5. สื่อที่เลือกเหมาะสมกับระบบการสอนมากกว่าสื่ออื่น ๆ ใ้หรือไม่

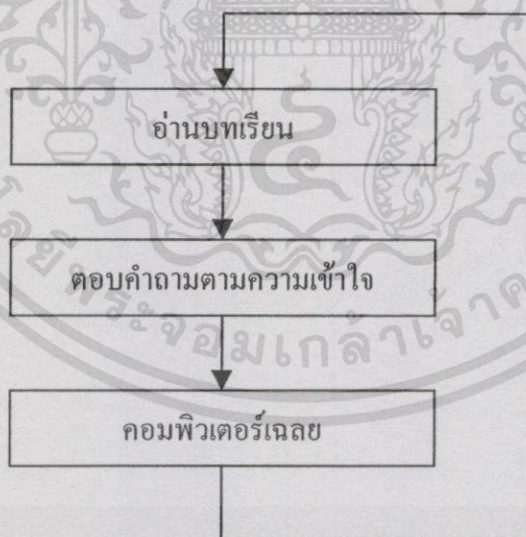
6. จะมีปัญหาอะไรตามมาบ้าง ในการเลือกใช้สื่อ นั้น ๆ เช่น ต้องจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มเติม การซ่อมบำรุงยุ่งยาก ล้าสมัยเร็ว ฯลฯ

7. ผู้สอนเข้าใจวิธีใช้และใช้เป็นหรือไม่

จากหลักการเลือกสื่อของนักเทคโนโลยีทางการศึกษาอาจสรุปได้ว่า การเลือกสื่อการสอนเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ จุดมุ่งหมาย รูปแบบและระบบการเรียนการสอน ลักษณะของผู้เรียน ประสิทธิภาพของสื่อ วิธีการจัดหา ค่าใช้จ่าย และความสามารถของผู้สอนในการใช้สื่อ

2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของบทเรียนสำเร็จรูป โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางแทนสิ่งพิมพ์หรือสื่อประเภทอื่น ๆ ได้แก่ รูปแบบการกำหนดบทเรียน แบบฝึกหัดและปฏิบัติ (ยีน ภู่วรรณ และประภาส วงสถิตย์วัฒนา. 2529 : 567) รูปแบบดังกล่าวมีแผนผังดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนภาพแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างง่าย

ที่มา : ยีน ภู่วรรณ และประภาส วงสถิตย์วัฒนา. 2529 : 567

2.4.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction หรือ Computer Aid Instruction นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

ผดุง อารยะวิญญู (2527 : 41) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทนครู

ยีน กูว์รารธรรม (2531 : 121) กล่าวว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผล โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนที่บันทึกเก็บไว้มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและภาพกราฟิก มีการตั้งคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

บุปผชาติ ทพิทิกรณ์ (2535 : 65) ได้กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำเนื้อหาบทเรียนมาจัดเรียงลำดับอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตามหลักจิตวิทยา การมีปฏิสัมพันธ์แบบการกระตุ้นและการตอบสนอง โดยคอมพิวเตอร์มีบทบาทเป็นสื่อกลางในการนำเสนอและเป็นเครื่องมือในการสร้างบทเรียน

สุนันท์ สังข์อ่อง (2536 : 220) สรุปความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. การนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเนื้อหาวิชา โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองในลักษณะเดียวกันกับบทเรียนสำเร็จรูป สามารถศึกษาบทเรียนและทบทวนเรื่องที่กำลังเรียนได้ตลอดเวลา
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ และนำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน
3. การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเสนอเนื้อหาวิชาในรูปแบบ

ตัวหนังสือและกราฟิก ถามคำถาม และรับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบและแสดงผลการเรียนรู้ ในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541 : 7) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียน การสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อผสม อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียดหน้าจภาพ โดยเนื้อหาความรู้ใน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา โดยมีเป้าหมายสำคัญก็คือการได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวอย่างที่ดีของสื่อการศึกษาในลักษณะตัวต่อตัว ซึ่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ จากการปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบพร้อมทั้งการได้รับผลป้อนกลับ (Feedback) อย่างสม่ำเสมอ กับเนื้อหาและกิจกรรมต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เกี่ยวข้องกับการเรียน

จากความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน โดยจะมีโปรแกรม คอมพิวเตอร์เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาของบทเรียนในรูปของ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง โดยจะนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียดหน้าจภาพ ซึ่งผู้เรียนจะสามารถ เรียนรู้ได้ด้วยตนเองในลักษณะเดียวกันกับบทเรียนสำเร็จรูป มีการถามคำถามและรับคำตอบจาก ผู้เรียน ตรวจสอบและแสดงผลการเรียนรู้ในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

2.4.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541 : 11-12) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ (Tutorial) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่ง นำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจ ของผู้เรียนปนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือ แบบฝึกหัดหรือไม่/อย่างไร หรือว่าจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะ การเรียน โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการ ของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด (Drill and Practice) คือ บทเรียนทาง คอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ผู้ใช้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ได้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง (Simulation) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem - Solving) ในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้น ได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม (Instruction Game) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ให้ผู้ที่มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืม ไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (Testing) คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทดสอบคือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีก

2.4.3 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พรเทพ เมืองแมน (2544 : 23) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ นั้น ต้องได้รับการออกแบบโดยอาศัยหลักการเรียนรู้และผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ หลักการพื้นฐานสำคัญที่ผู้ออกแบบบทเรียนควรคำนึงถึง และนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ หลักการเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) ซึ่ง Gagne ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ และได้สรุปลำดับขั้นของการเรียนรู้ ประกอบไปด้วยขั้นตอน 9 ขั้น ดังต่อไปนี้ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 42 - 48)

1. ดึงดูดความสนใจ เพื่อเป็นการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียน ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนสูงย่อมจะเรียน ได้ดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจน้อยหรือไม่มีแรงจูงใจเลย ตามหลักจิตวิทยาแล้วการจูงใจถือเป็นกระบวนการที่นำไปสู่พฤติกรรมที่มีเป้าหมาย (Motivated Behavior) และเป้าหมาย (Goal) ในที่สุด ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วย หน้านำเรื่อง (Title Page) ซึ่งมีการใช้ภาพ สีหรือภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ เพื่อดึงดูดความสนใจจาก ผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นการให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียน โดยรวมหรือ สิ่งต่าง ๆ ที่ผู้เรียนจะสามารถทำได้หลังจากที่เรียนจบบทเรียน การบอกวัตถุประสงค์นี้อาจจะอยู่ใน รูปของวัตถุประสงค์กว้าง ๆ จนถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากหลักฐานทางการวิจัยพบว่า การบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญซึ่งช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น การบอกวัตถุประสงค์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นควรที่จะสั้น กระชับ ได้ใจความและใช้ ข้อความซึ่งเหมาะสมกับระดับของกลุ่มเป้าหมาย

3. ทวนความรู้ ตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) การรับรู้ (Perception) เป็น สิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากนี้การรับรู้ข้อมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่และจากการกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นเข้าด้วยกัน ดังนั้น การปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการรับรู้ความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ รูปแบบในการนำเสนอเนื้อหานี้มีด้วยกันหลายลักษณะ ตั้งแต่ การใช้ข้อความ ภาพนิ่ง ตารางข้อมูล กราฟ แผนภาพ กราฟิก ไปจนถึงการใช้ภาพเคลื่อนไหว จากหลักฐานงานวิจัย พบว่าการนำเสนอเนื้อหาโดยใช้สื่อหลายรูปแบบหรือที่รวมเรียกว่ามัลติมีเดีย นั้น นับเป็นการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพ เพราะนอกจากจะเร้าความสนใจของผู้เรียนแล้ว ยังช่วย ในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น กล่าวคือ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและทำให้ผู้เรียนมีความ คงทนในการจำ (Retention) มากขึ้นอีกด้วย

5. ชี้นำทางการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามปรกติ นั้น บ่อยครั้งที่เราจะ สังเกตว่า ครูผู้สอนจะไม่บอกคำตอบหรือนำเสนอแนวคิดหรือเนื้อหาโดยตรงแก่ผู้เรียน แต่ในทาง ตรงข้ามครูผู้สอนจะใช้การสอนแบบค้นพบหรือการสอนแบบอุปมาน ตัวอย่างเช่น การยกตัวอย่าง หรือตั้งคำถามชี้แนะกว้าง ๆ และแคลงไปเรื่อย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนพยายามคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบ หรือค้นพบแนวคิดหรือเนื้อหาใหม่นั้นได้ด้วยตนเองนั้น การสอนแบบค้นพบและการสอนแบบ อุปมานนี้ถือว่าเป็นการชี้นำทางการเรียนรู้ สำหรับการชี้นำทางการเรียนรู้ในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะใช้เวลาในการสร้างสรรค์เทคนิคเพื่อกระตุ้นให้ ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง นอกจากนี้การชี้นำทางการเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนอาจอยู่ในรูปของการให้คำแนะนำในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. กระตุ้นการตอบสนอง หลังจากที่ผู้เรียนได้รับการชี้แนะทางการเรียนรู้แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การอนุญาตให้ผู้สอนหรือครูได้มีโอกาสทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนกำลังสอนอยู่หรือไม่และผู้เรียนก็จะได้มีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจของตนในเนื้อหาที่กำลังศึกษาอยู่ สำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองนั้นมักจะออกมาในรูปของกิจกรรมต่าง ๆ ผู้ออกแบบจึงควรจัดให้มีกิจกรรมที่สร้างสรรค์ต่าง ๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อให้เกิดการกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน

7. ให้ผลป้อนกลับ หลังจากที่ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจของตนในเนื้อหาที่กำลังศึกษาจากขั้นตอนของการกระตุ้นการตอบสนองแล้ว ขั้นตอนถัดมาของการสอนก็คือ การให้ผลป้อนกลับหรือการให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียนเกี่ยวกับความถูกต้องและระดับความถูกต้องของคำตอบนั้น ๆ การให้ผลป้อนกลับนอกจากจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าสิ่งที่ตนเข้าใจนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย

8. ทดสอบความรู้ เป็นการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่อย่างไร การทดสอบความรู้นั้นอาจจะเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบวัตถุประสงค์หนึ่ง หรืออาจจะเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบทั้งบทแล้วก็ได้

9. การจำและนำไปใช้ สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้ใด ๆ ก็คือการทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน (Meaningful Context) การทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียนนั้นหมายถึงการทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร ในขั้นตอนสุดท้ายนี้ ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรที่จะนำเสนอการสรุปแนวคิดที่สำคัญซึ่งครอบคลุมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่กับข้อมูลความรู้เดิมของผู้เรียน รวมทั้งการยกตัวอย่างสถานการณ์หรือบริบทอื่น ๆ ที่แตกต่างกันไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียนด้วย และนอกจากนี้ยังควรจัดให้มีคำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งความรู้เพิ่มเติมอีกด้วย

ขั้นตอนทั้ง 9 ขั้นนี้มีความยืดหยุ่นในตัวของมัน กล่าวคือ ผู้ออกแบบไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับตามที่ได้กำหนดไว้และไม่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมด โดยผู้ออกแบบสามารถนำขั้นตอนเหล่านี้ไปใช้เป็นหลักและดัดแปลงให้สอดคล้องกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาหนึ่ง ๆ

พรเทพ เมืองแมน (2544 : 31 - 33) ได้สรุปขั้นตอนหลักในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การวางแผน ในการวางแผนเพื่อการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีส่วนต้องนำมาพิจารณา 3 ประการ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างเนื้อหาวัตถุประสงค์ของบทเรียน และความต้องการของผู้เรียน

1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นการระบุสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะได้รับ หลังจากการเรียนรู้บทเรียน

1.3 การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะของ เนื้อหาบทเรียน และความรู้หรือทักษะที่ต้องการจะให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

2. การออกแบบบทเรียน หลังจากที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน และได้กำหนดวัตถุประสงค์ รวมทั้งกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว จึงนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ บทเรียน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การออกแบบบทเรียนขั้นแรก โดยการจัดแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ๆ และจัดลำดับของเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องกับหลักของการเรียนรู้ตามธรรมชาติของ เนื้อหาบทเรียน แล้วจึงกำหนดเป็นโครงสร้างบทเรียน

2.2 การเขียนผังงาน โดยการเขียนแผนผังแสดงความคิดของเนื้อหาบทเรียน กิจกรรม การฝึก การประเมินผลการเรียน ฯลฯ เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้าง รวมทั้งความสัมพันธ์ของ กิจกรรมที่ต้องนำเสนอในบทเรียน เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

2.3 การสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนการออกแบบการนำเสนอเนื้อหา ทั้งที่เป็น ข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยการออกแบบลักษณะของจอภาพที่ ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอกอมพิวเตอร์ เพียงแต่สตอรี่บอร์ดเป็นการออกแบบลงบนกระดาษ ซึ่งมี ลักษณะเช่นเดียวกับการสร้างสตอรี่บอร์ดสำหรับการผลิตสไลด์หรือโทรทัศน์นั่นเอง

3. การสร้างบทเรียน เป็นขั้นตอนของการดำเนินการสร้างบทเรียน โดยการแปลงบทหรือ สตอรี่บอร์ดให้เป็นบทเรียน ที่จะสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีให้เลือกหลายโปรแกรม เช่น Authorware Professional, Multimedia Toolbook หรือ Director เป็นต้น

3.2 การผลิตเอกสารประกอบบทเรียน เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น เพราะ จะช่วยให้ผู้สอนหรือผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเอกสารอาจจะ เป็นลักษณะของคำแนะนำการใช้บทเรียน คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือสำหรับผู้เรียน ใบงานหรือ แบบฝึกหัด เป็นต้น เพื่อให้การใช้บทเรียนเกิดประสิทธิผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. การประเมินและแก้ไขบทเรียน จะกระทำเมื่อต้องการทราบประสิทธิภาพของบทเรียน ที่ได้จัดทำขึ้น ก่อนจะนำไปใช้งาน Price กล่าวว่า การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องมีการกระทำทั้งในรูปแบบของการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียน และการประเมินเพื่อ สรุปรวบยอด ในการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียนนั้น ควรเริ่มตั้งแต่ในเวลาที่กำลัง ดำเนินการเขียนโครงร่างของเนื้อหาบทเรียน ออกแบบแนวการสอน สร้างบทฉบับร่าง โดยขอ ความร่วมมือจากผู้ที่มีความชำนาญด้านเนื้อหา ด้านการผลิตบทเรียนมาให้ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจจะทำอย่างไม่เป็นทางการนัก แต่จะให้ผลดีอย่างมากต่อการสร้างบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีคุณภาพ หลังจากได้แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิข้างต้นแล้ว ก็ต้องมี การทดลองใช้กับตัวอย่างประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะต้องเลือกสรรให้เป็นตัวแทนที่ดี กล่าวคือ มีผู้เรียน ทั้งในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน มีทั้งเพศหญิงและชาย เป็นต้น การสังเกต พฤติกรรมของผู้เรียน ในขณะที่กำลังใช้บทเรียนก็เป็นสิ่งที่ควรกระทำ อีกทั้งข้อมูลย้อนกลับจาก ผู้เรียนทั้งในแง่ผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อบทเรียน จะต้องนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนา บทเรียนก่อนจะนำไปเผยแพร่แก่สาธารณชน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนดังกล่าวในการพัฒนาบทเรียน แต่เนื่องจากโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ไม่มีความซับซ้อน อีกทั้งเนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนนั้น ผู้วิจัยนำ มาจากหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 421) ตามหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ได้เขียนผังงานของบทเรียนและไม่ได้จัดทำเอกสารประกอบบทเรียน

2.4.4 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

ฉลอง ทับศรี (2536 : 2-5) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ ดังนี้

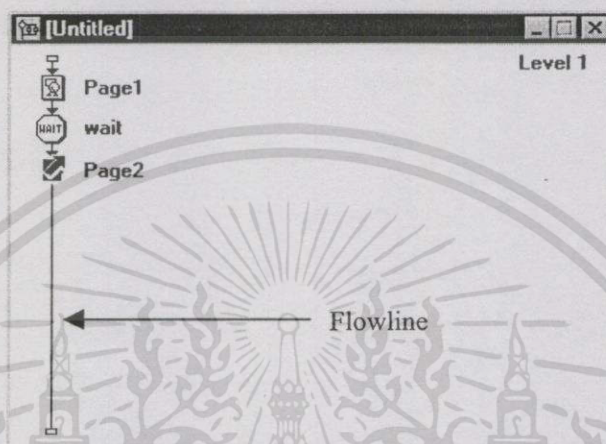
1. มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่ชัดเจน
2. ต้องเข้ากันได้ดีกับลักษณะของผู้เรียน
3. ให้มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับเครื่อง (Interaction) ให้มากที่สุด
4. ควรจะเป็นลักษณะการให้การศึกษารายบุคคล

2.5 โปรแกรม Authorware Professional

2.5.1 โปรแกรม Authorware Professional

Authorware Professional เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System หรือโปรแกรม สำเร็จรูปที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับครูและนักการศึกษาที่มี พื้นความรู้ด้านภาษาคอมพิวเตอร์ไม่มาก แต่มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการเรียน การสอนในวิชาที่ต้องการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ โปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพมาก สามารถสร้าง งานที่เป็นลักษณะมัลติมีเดีย มีความสมบูรณ์ทั้งภาพ เสียง ตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ สามารถพัฒนารูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับตัวบทเรียนได้หลายรูปแบบ โดย เป็นโปรแกรมระบบช่วยสร้างที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows (บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. 2537 : 1 และมธุรส จงชัยกิจ. 2537 : 11)

Authorware มีความสามารถในการสร้างโครงสร้างโปรแกรมได้ทันที โดยไม่ต้องเขียนลงกระดาษ ลักษณะคล้ายกับ Flowchart แต่ที่พิเศษมากกว่านั้นคือ Authorware จะสร้างโปรแกรมตามการออกแบบมาให้ทันที โดยที่ไม่ต้องลงมือเขียนโปรแกรมภาษาขึ้นมาเอง เพียงแต่ออกแบบมาให้ว่าต้องการอะไรก็พอ ซึ่งโครงสร้างโปรแกรมจะอยู่ในรูปของ Flowline ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 เส้น Flowline

Flowline คือเส้นเชื่อมโยงการทำงานคล้ายกับเส้นเชื่อมต่อระหว่างส่วนต่างๆ ใน Flowchart สำหรับไอคอน (Icon) ที่ต้องการมาวางบนเส้นเชื่อมโยง โดยการวางเป็นไปตามลำดับของไอคอนที่เรียงไว้

2.5.2 จุดเด่นของโปรแกรม Authorware Professional

บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (2537 : 1-3) และมธุรส จงชัยกิจ (2537 : 11-16) กล่าวถึงจุดเด่นของโปรแกรม Authorware Professional สรุปได้ว่า เป็นระบบช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พร้อมด้วยคุณลักษณะของระบบช่วยสร้างที่ตีพิมพ์ได้แก่

1. ใช้งานได้ง่าย ผู้สร้างบทเรียนไม่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในการเขียนโปรแกรม
2. ความเป็นสื่อประสมที่สามารถทำงานร่วมกับสื่อเสียงและภาพเคลื่อนไหว
3. ความสะดวกในการนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปใช้งาน รวมทั้งการเชื่อมโยงเข้ากับไฟล์

โปรแกรม ฐานข้อมูล และระบบเครือข่าย

4. มีความเป็นวัตถุ
5. สามารถแก้ไขได้โดยตรง
6. แสดงภาพกราฟิกได้
7. แสดงภาพเคลื่อนไหวได้ตามข้อมูลที่กำหนด
8. มีกล่องเครื่องมือสร้างภาพที่สะดวกในการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. สามารถวิเคราะห์การตอบสนองได้
10. สามารถแสดงเหตุการณ์ต่าง ๆ ไปพร้อมกันได้
11. สามารถแตกกิ่งเนื้อหาได้ตามลำพัง
12. มีรูปแบบโครงสร้างของบทเรียน
13. มีตัวแปร
14. มีหน้าที่จัดการเรียนการสอน
15. สร้างไฟล์ข้อมูลนอกโปรแกรมได้
16. พัฒนาและนำไปใช้งานต่างระบบได้
17. ใช้ภาษาท้องถิ่น (Local Language) ได้
18. จัดการเอกสารที่เกี่ยวข้องได้แบบอัตโนมัติ

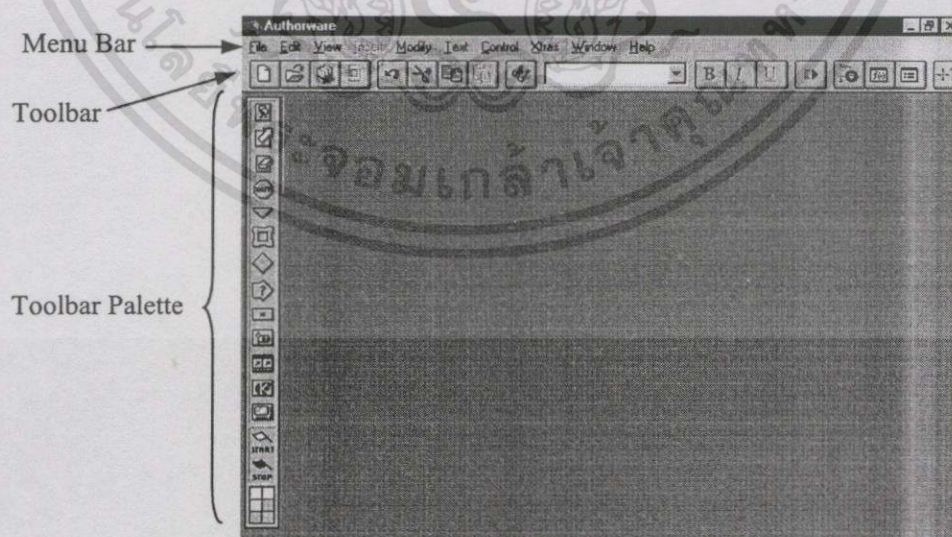
2.5.3 ส่วนประกอบของโปรแกรม Authorware Professional

ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม Authorware Professional ประกอบด้วย

2.5.3.1 หน้าต่างของโปรแกรม

เป็นหน้าต่างส่วนแรกที่จะพบเมื่อเข้าสู่โปรแกรม Authorware Professional ซึ่งในหน้าต่างของโปรแกรมยังประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ

- Menu Bar
- Toolbar
- Toolbar Palette



ภาพที่ 2.3 หน้าต่างของโปรแกรม Authorware Professional

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Menu Bar

ใช้สำหรับแสดงคำสั่งต่าง ๆ ให้เลือกใช้ และควบคุมการทำงานของโปรแกรม Authorware ซึ่งมีลักษณะการใช้งานคล้ายกับเมนูคำสั่งของโปรแกรมทั่ว ๆ ไป หากใครเคยใช้โปรแกรมบน Window ในปัจจุบันมาบ้างแล้วก็จะมีความคุ้นเคย ทำให้สามารถใช้ Authorware ได้ไม่ยาก

Toolbar

เป็นคำสั่งจากในเมนูที่นำมาสร้างเป็นไอคอนเล็ก ๆ เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน



New

คือ คำสั่งสำหรับสร้างไฟล์ใหม่



Open

คือ คำสั่งสำหรับเรียกไฟล์เก่าขึ้นมาใช้งาน



Save All

คือ คำสั่งสำหรับบันทึกไฟล์ลงในแผ่นดิสก์ หรือ ฮาร์ดดิสก์



Import

คือ คำสั่งเมื่อต้องการนำเข้าไฟล์ที่ต้องการ



Undo

คือ คำสั่งสำหรับเรียกคำสั่งก่อนหน้าที่จะใช้คำสั่งปัจจุบัน



Cut

คือ คำสั่งลบรายการหรือ ไอคอนที่ไม่ต้องการ



Copy

คือ คำสั่งคัดลอกรายการที่ต้องการ ไปยัง Clipboard



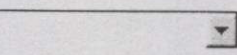
Paste

คือ คำสั่งวางรายการที่เลือกไว้จากการ Cut หรือ Copy



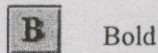
Find

คือ คำสั่งเปิดหน้าต่าง Find เพื่อค้นหาคำหรือข้อความต่าง ๆ



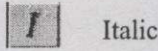
Text Styles

คือ คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบตัวอักษร



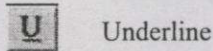
B Bold

คือ คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดตัวอักษรให้เป็นตัวเข้ม



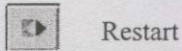
I Italic

คือ คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดตัวอักษรให้เป็นตัวเอียง



U Underline

คือ คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดตัวอักษรให้เป็นตัวขีดเส้นใต้



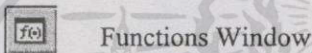
Restart

คือ คำสั่งที่สั่งให้โปรแกรมทำงานจากจุดเริ่มต้นหรือจุดที่กำหนดด้วยธง Start



Control Panel

คือ คำสั่งเปิดกลุ่มไอคอน Control Panel



Functions Window

คือ คำสั่งเพื่อเปิดหน้าต่าง Functions

Toolbar Palette

Authorware เตรียม Toolbar Palette ซึ่งประกอบด้วย Icon Palette 16 ไอคอน แต่ละไอคอนจะใช้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกใช้ไอคอนได้ โดยการลากมาวางไว้ที่ Flowline ตามต้องการ การทำงานของโปรแกรมนั้นจะทำงานตามไอคอนคำสั่งทีละคำสั่ง ตั้งแต่ข้างบนลงมาข้างล่างตามลำดับ



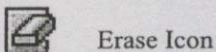
Display Icon

ใช้แสดงข้อความหรือกราฟิกบนจอภาพ จะมีเครื่องมือที่ใช้ในการวาดรูป (Toolbox) รวมทั้งการแสดงภาพ ข้อความ โดยมี Special Effect ต่าง ๆ ที่จะทำให้การแสดงข้อความหรือกราฟิกบนจอมีลักษณะเหมาะสมกับงานที่น่าสนใจ



Motion Icon

ใช้ทำภาพ หรือข้อความ หรือวัตถุ (Object) ของ Display Icon หรือ Movie Icons ให้เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ในเวลา ความเร็ว และตามรูปแบบที่กำหนด



Erase Icon

ใช้สำหรับลบภาพ หรือข้อความ หรือวัตถุ (Object) หรือไอคอนที่ได้แสดงผลไปแล้วออกจากจอภาพ โดยสามารถกำหนดรูปแบบการลบได้หลายลักษณะจาก Transition Effect



Wait Icon

ใช้สำหรับหน่วงเวลาการนำเสนอเป็นการชั่วคราว (Wait) หรือหยุดเวลาการนำเสนอในเวลาที่กำหนด นอกจากนั้นยังกำหนดเงื่อนไขการหยุดรอได้ด้วย เช่น ให้หยุดรอจนกว่าผู้ใช้จะกดคีย์บอร์ด หรือคลิกเมาส์ หรือจนกว่าจะครบเวลาที่กำหนดไว้



Navigation Icon

ใช้ในการนำไอคอนต่าง ๆ มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ใน Framework Icon โดย Navigation Icon จะมีหลาย Option ให้เลือก



Framework Icon

ภายใน Framework Icon จะมีส่วนประกอบของ Navigation Icon จะใช้สร้าง Condition ของ Hypermedia รวมถึง Interaction ต่าง ๆ และ Exit Conditions ทำให้การสร้างงานในลักษณะโต้ตอบ (Interaction) ทำได้ง่ายมากขึ้นกว่าในเวอร์ชันก่อน



Decision Icon

ใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมแยกทาง (Branching) การทำงานตามลำดับขั้น การทำงานแบบสุ่ม หรือกำหนดการทำงานโดยค่าของตัวแปร



Interaction Icon

เป็นไอคอนที่ใช้เพื่อกำหนดวิธีการติดต่อกับผู้ใช้ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น กดปุ่ม ลาก ออบเจกต์มาวางตรงบริเวณที่ต้องการ หรือการทำรายการให้เลือก (Pulldown Menu) ซึ่งเป็นความสามารถของ Authorware ที่ทำให้การใช้แอปพลิเคชันที่พัฒนามาจาก Authorware เป็นแบบ Interactive



Calculation Icon

ใช้กำหนดค่าให้กับตัวแปร ใช้ฟังก์ชันพิเศษในการเขียน โปรแกรมระดับสูงขึ้นไป เช่น ใช้เรียกโปรแกรมภายนอก การเขียนกราฟ หรือเรียกแอปพลิเคชันอื่น ๆ



Map Icon

ใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม ใช้ทำโมดูลของไฟล์ ทำให้สามารถทำงานในลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่าหนึ่งระดับ ใน Map Icon แต่ละตัวสามารถใส่ไอคอนอื่น ๆ หรือแม้แต่ Map Icon ก็ได้ด้วย หรือเป็นการจัดกลุ่มให้กับไอคอนต่าง ๆ บน Flowline



Movie Icon

ใช้ในการเรียกไฟล์ Animation ต่าง ๆ เช่น .AVI .MOV .FLI .FLC .MPG มาแสดงบนจอภาพได้



Sound Icon

ใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลของ Sound หรือใช้ในการเรียกเพิ่มข้อมูลเสียง (Digital Sound File) เช่น เสียงพูดที่บันทึกโดยโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับการ์ดเสียงเพื่อนำมาใช้งานในโปรแกรม



Video Icon

ใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลของเฟรมแต่ละเฟรมของวิดีโอภายนอกที่ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยควบคุมให้แสดงผลบนจอภาพ



Start Flag

ใช้ในการกำหนดจุดเริ่มต้นในการ Run โปรแกรมเป็นช่วง โดยใช้คำสั่ง Run From Flag ในส่วนของ Control Restart From Flag บน Menu Bar ถ้าไม่มีการกำหนดก็จะถือว่าเริ่มต้นการ Run ที่ไอคอนแรก



Stop Flag

ใช้ในการกำหนดจุดสิ้นสุดในการ Run โปรแกรมเป็นช่วง โดยใช้คำสั่ง Restart From Flag ในส่วนของ Control บน Menu Bar โดยใช้ร่วมกับ Start Flag ถ้าไม่มีการกำหนดก็ทำงานไปจนจบ

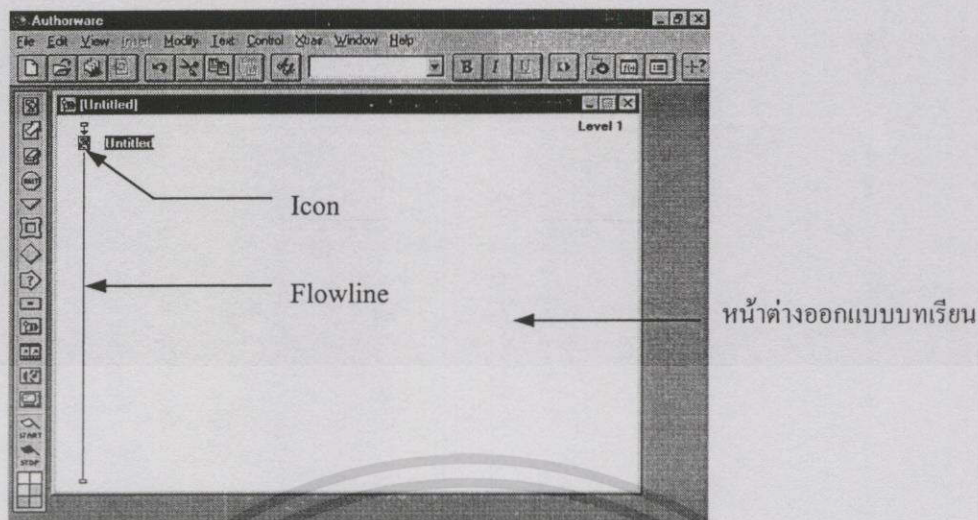


Icon Color Palette

ใช้ในการกำหนดให้ไอคอนต่าง ๆ ที่วางอยู่บน Flowline มีสีตามที่เรากำลังต้องการ ทำให้สังเกตเห็นได้ง่าย

2.5.3.2 หน้าต่างออกแบบบทเรียน

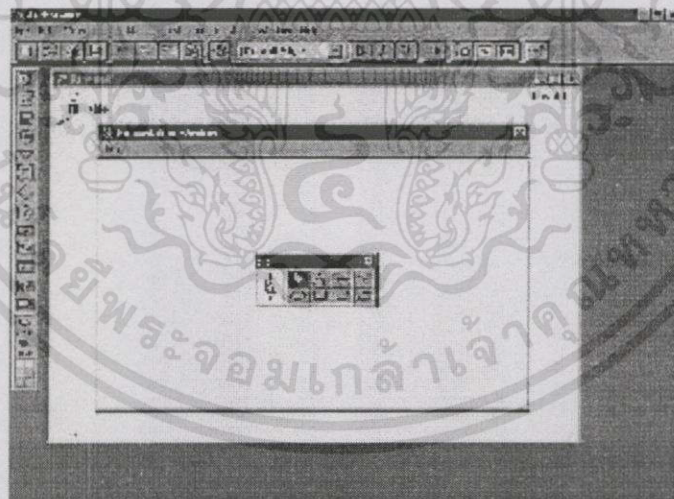
เมื่อสร้างไฟล์ใหม่หรือเรียกไฟล์เดิมออกมาใช้จะปรากฏหน้าต่างนี้ และบนแถบชื่อของหน้าต่างจะมีชื่อของไฟล์นั้นปรากฏอยู่ด้วย เช่น มีการสร้างไฟล์ใหม่ชื่อ CAIA4P จะปรากฏหน้าต่างออกแบบบทเรียนของไฟล์นี้ขึ้นมา และจะมีเส้นสำหรับสัญลักษณ์ภาพ เรียกว่า เส้นลำดับบทเรียน (Flowline) เพื่อแสดงบทเรียนตามลำดับจากบนลงล่าง บนเส้นลำดับบทเรียนจะมีสัญลักษณ์รูปมือชี้ตำแหน่งที่จะวางสัญลักษณ์ภาพต่างๆ และมีกรอบรูปสี่เหลี่ยมโปร่งเล็ก ๆ แสดงจุดต้นทางและปลายทางของบทเรียน



ภาพที่ 2.4 หน้าต่างออกแบบบทเรียน

2.5.3.3 หน้าต่างเสนอบทเรียน

จะปรากฏขึ้นมา เมื่อมีการเปิดสัญลักษณ์ภาพที่วางบนเส้นลำดับบทเรียน โดยจะปรากฏพร้อมกับกล่องเครื่องมือสร้างภาพ หน้าต่างนี้ทำหน้าที่ในการนำเสนอภาพ โดยภาพที่นำเสนอเป็นภาพที่สร้างลงบนหน้าต่างนี้โดยตรง และสามารถปรับปรุงแก้ไขจากหน้าต่างนี้ได้ด้วย

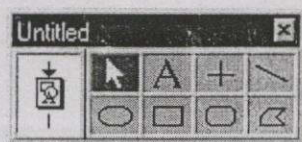


ภาพที่ 2.5 หน้าต่างเสนอบทเรียน









กล่องเครื่องมือสร้างภาพ

มีลักษณะคล้ายหน้าต่างอื่นทั่วไป แต่ลดคุณสมบัติบางประการลง ประกอบด้วย แถบชื่อและสัญลักษณ์ภาพที่กำลังสร้างหรือแก้ไข การทำงานของกล่องเครื่องมือสร้างภาพมีลักษณะคล้ายปุ่มคอนโทรลเมนู มีสัญลักษณ์ภาพของเครื่องมือให้ใช้อยู่ 8 ช่องรายการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 กล่องเครื่องมือสร้างภาพ

-  Pointer
ใช้สำหรับเลือกรูปหรือข้อความ เพื่อการเคลื่อนย้าย
-  Text
ใช้สำหรับสร้างข้อความต่าง ๆ
-  Straight Line
ใช้สำหรับลากเส้นตรงระหว่างจุด 2 จุด ใด ๆ
-  Diagonal Line
ใช้สำหรับลากเส้นตรง 45 องศา ระหว่างจุด 2 จุด
-  Ellipse
ใช้สำหรับสร้างรูปวงรี รูปไข่
-  Rectangle
ใช้สำหรับสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก
-  Rounded Rectangle
ใช้สำหรับสร้างรูปสี่เหลี่ยมโค้งมน
-  Polygon
ใช้สำหรับสร้างรูปหลายเหลี่ยม

2.6 ประสิทธิภาพของบทเรียน

2.6.1 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน คือ การตรวจสอบดูว่าบทเรียนมีคุณภาพหรือไม่ โดยการนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายขนาดต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง ตามลำดับขั้นตอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 137-138 และ อารีย์ มีมุ่งกิจ. 2541 : 33) ได้แก่

1. การทดลองใช้ในชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) โดยทดลองกับผู้เรียน 1 คนหนึ่งคน เป็นเด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง การทดลองในขั้นนี้เป็นการศึกษาถึงข้อบกพร่องที่ควร

แก้ไขในด้านสำนวนภาษา กราฟิกที่ใช้ ความเหมาะสมของระยะเวลาที่กำหนดในบทเรียนและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2. การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) โดยทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน คณะผู้เรียนที่เป็นเด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง การทดลองในชั้นนี้เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ภาษาในบทเรียน นักเรียนในกลุ่มเล็กมีความเข้าใจที่ตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้มีความคลุมเครือหรือไม่ ระยะเวลาที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร เมื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแล้ว ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ นำข้อมูลที่ได้ในชั้นตอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขในบทเรียน

3. การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field Testing) โดยทดลองกับผู้เรียน 40-100 คน เพื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนใหม่ โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ในชั้นหนึ่งต่อหนึ่งกับทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก โดยไม่ได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มใหญ่ เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนที่ใช้ทดลอง

2.6.2 เกณฑ์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอน หลังการเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) ของผู้เรียน ได้แก่ การประกอบกิจกรรมกลุ่ม งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่น ๆ ที่ผู้สอนกำหนดไว้

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือ การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) โดยพิจารณาจากการสอนหลังเรียนและการสอบได้

ระดับประสิทธิภาพของบทเรียน คือ ระดับที่ผู้พัฒนาบทเรียนมีความพอใจว่าหากบทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วจะมีคุณค่า น่าพอใจ ซึ่งเรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจนั้นว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากบทเรียนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำการทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

สำหรับเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีนักการศึกษาได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับเกณฑ์ประสิทธิภาพที่เหมาะสมไว้ เช่น ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520 : 136) กล่าวว่า การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปรกตินี้อาชีพที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น ส่วนไชยยศ เรืองสุวรรณ ให้ความเห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนนั้น ควรใช้เกณฑ์ 90/90 ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ ให้ความเห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความเข้าใจควรใช้เกณฑ์ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นวิชาทักษะควรใช้เกณฑ์ 80/80 (อังกา อารีย์ มีมุงกิจ. 2541 : 33) การจะยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนหรือไม่นั้น ให้ถือค่าแปรปรวน 2.5–5% นั่นคือ ประสิทธิภาพของบทเรียนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5% แต่โดยปกติจะกำหนดไว้ 2.5% เช่น ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 เมื่อทดลองแบบ 1 : 100 แล้ว บทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพ 87.5/87.5 เราก็สามารถยอมรับได้ว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2525 : 247–252) การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนมี 3 ระดับ คือ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 52)

- (1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป
- (2) เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%
- (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนไว้ที่ 75/75

2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้นิยามความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลายความหมาย ดังนี้ กระทบวงศึกษาธิการ (2521 : 13) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือความรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใด โดยเฉพาะ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 30-31) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรม หรือความสามารถที่เป็นผลจากการเรียนการสอน เป็นคุณลักษณะของผู้เรียนที่พัฒนางอกงามขึ้น มาจากการฝึกอบรมสั่งสอนโดยตรง คือเป็นพฤติกรรมที่เป็นผลจากการเรียนของเด็ก ซึ่งได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การนำไปใช้ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

อารมณั์ เพชรชื่น (2527 : 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ

อุษณีย์ ธนารุณ (2536 : 58) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาการดีขึ้น อันเกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน ซึ่งทำให้ความสามารถทางความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกและเจตคติ และทักษะของผู้เรียนมีการพัฒนาดีขึ้น สามารถวัดได้โดยใช้การสังเกต การทดสอบ หรือการสัมภาษณ์

2.7.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อุษณีย์ ธนารุณ (2536 : 59) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นอยู่กับตัวแปร 3 ประการ คือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน
2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สถานการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ ทัศนคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียนและระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะบุคลิกภาพ
3. คุณภาพการสอน ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและการเสริมแรงของครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำถูกต้องหรือไม่

2.7.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญในการวัดและประเมินผลการศึกษา เนื่องจากการตรวจสอบว่าการจัดการเรียนการสอนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ผู้เรียนมีการเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด มีความสามารถในการเรียนรู้ มีพัฒนาการในการเรียน มีผลการเรียนเป็นอย่างไร รวมทั้งมีทักษะอะไรบ้าง นอกจากนี้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังเป็นการตรวจสอบจุดบกพร่องในการจัดการเรียนการสอนอันอาจมีสาเหตุมาจากตัวผู้สอน สื่อการเรียนการสอน หรือจากสาเหตุอื่น ๆ ได้อีกด้วย

ชวาล แพรัตกุล (2509 : 100-102) ให้แนวคิดว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมุ่งที่จะวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการเป็นส่วนใหญ่ และมักจะเป็นคำถามที่ตอบด้วยกระดาษและดินสอร่วมกับที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง เรียกว่า “ข้อสอบภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ” และแบ่งลักษณะข้อสอบได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ข้อสอบ ปัญหา หรือโจทย์คำถามที่ครูสร้างขึ้นเอง และสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้ตามความต้องการซึ่งอาจใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียน ใช้เป็นเครื่องมือวัดพื้นความรู้ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการหรือวิธีการที่ซับซ้อนมากกว่าที่ครูสร้างขึ้นเอง เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วมีการทดสอบ และนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายครั้ง เพื่อปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น มีความเป็นมาตรฐานซึ่งสามารถใช้เป็นหลักสำหรับวัดและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.8 การสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.8.1 ชนิดของแบบทดสอบ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 85 – 93) ได้กล่าวถึงชนิดของแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบความเรียง (Essay Test) แบบทดสอบแบบนี้มีจุดประสงค์วัดความสามารถในการบรรยาย อธิบายและแสดงเหตุผลตามความคิดเห็นของตน อาจจำกัดความยาวหรือให้เขียนตอบได้ตามสบายก็ได้ การวัดแบบนี้ถ้าตรวจให้คะแนนทั้งด้านการใช้ภาษาและความมีเหตุผลในการอธิบายด้วยก็จะดี แต่บางวิชาไม่ได้มองด้านภาษา ดังนั้นการตอบในวิชานั้นอาจให้เหตุผลหรือบรรยาย อธิบายดี แต่เขียนภาษาผิด ๆ ถูก ๆ คะแนนจะให้อย่างไร ผู้ตรวจจะต้องคิดให้ดี อย่าให้เกิดความลำเอียง (Bias) ในการพิจารณาข้อสอบข้อนั้น ในการตรวจให้คะแนนข้อสอบความเรียงจึงต้องสร้างเกณฑ์ไว้ให้ดี มีแนวการตรวจตรงกัน

2. แบบทดสอบเติมคำ (Completion Test) แบบทดสอบแบบนี้เป็นการวัดความสามารถในการหาคำ หรือข้อความ มาเติมลงในช่องว่างของประโยคที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ โดยไม่มีคำตอบใดมาชี้แนะก่อน นอกจากข้อความหรือประโยคที่ให้ไว้เท่านั้น โดยธรรมชาติเป็นการวัดความจำ แต่ถ้าออกดี ๆ ก็สามารถวัดความคิดได้

การเขียนข้อสอบเติมคำ มักเป็นข้อความมากกว่าคำถาม แต่ละข้อความหรือประโยคจะเว้นที่ให้เติม 1 หรือ 2 แห่ง แต่ถ้ากำหนดข้อความยาวเป็นสถานการณ์ สามารถเว้นให้เติมได้หลาย

แห่ง เป็นลักษณะโคลซเทสต์ (Cloze Test) ไปในตัว แต่แบบทดสอบโคลซนั้นกำหนดเติมคำที่ 5 หรือ 7 หรืออื่น ๆ แล้วแต่ผู้ออกข้อสอบกำหนดนิยมใช้ในข้อสอบภาษาอังกฤษ

3. แบบทดสอบถูกผิด (True – False Test) แบบทดสอบแบบนี้วัดความสามารถในการพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จากความสามารถที่เรียนรู้มาแล้ว โดยทั่วไปจะเป็นการวัดความสามารถด้านความจำ แต่ถ้าสามารถพลิกแพลงข้อความให้ดีขึ้น อาจจะ สามารถวัดด้านความคิดที่สูงขึ้นได้บ้าง

4. แบบทดสอบจับคู่ (Matching Test) แบบทดสอบแบบนี้เป็นลักษณะการวางข้อเท็จจริง เงื่อนไข คำ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ไว้ 2 ด้านขนานกัน เป็นแถวตั้ง ก. กับแถวตั้ง ข. แล้วให้อ่านดู ข้อเท็จจริงในแถวตั้ง ก. ก่อน ต่อจากนั้นพิจารณาว่าจะไปเกี่ยวข้องกับ จับคู่กันได้พอดีกับข้อเท็จจริง ไหนในแถวตั้ง ข. ที่กำหนดไว้ ตามธรรมดาแล้วแถวตั้ง ก. มักจะน้อยกว่าแถวตั้ง ข. เพื่อให้ได้ใช้ ความสามารถในการจับคู่ให้มากขึ้น ถ้ามีจำนวนเท่ากันพอข้อที่ใกล้ ๆ จะหมด ไม่ได้ใช้ความ สามารถเลย

ในแถวตั้ง ก. (Column ก.) มักจะถือว่าเป็นเหตุหรือหลักฐานในการพิจารณา ส่วนแถวตั้ง ข. (Column ข.) ถือเป็นคำตอบ ดังนั้นคำตอบจึงมักเขียนไว้เกินตัวที่เป็นเหตุ หรือใจหยาบเสมอ

5. แบบทดสอบเลือกตอบ (Multiple Choice) ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่นิยม ใช้มากในปัจจุบันทั่วโลก แบบทดสอบมาตรฐานสมัยใหม่ใช้แบบเลือกตอบทั้งสิ้น ทั้งนี้ก็เพราะ ข้อสอบแบบเลือกตอบสามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์และตรวจให้คะแนนได้แน่นอน ยิ่งเป็น ยุคคอมพิวเตอร์แล้ว การใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบจะอำนวยความสะดวกในการตรวจได้อย่างดี

2.8.2 การสร้างตารางวิเคราะห์งานเขียนข้อสอบ

การสร้างตารางวิเคราะห์งานเขียนข้อสอบ เป็นการวางแผนการออกข้อสอบ ซึ่งโดยทั่วไป จะต้องวัดให้ตรงจุดประสงค์การเรียนการสอนที่กำหนดไว้ ดังนั้นการวางแผนการออกข้อสอบจึง ต้องเริ่มต้นจากการศึกษาหลักสูตร หรือเนื้อหา วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียน การวางแผน และ ศึกษาหลักสูตรทั้งรายวิชาจะสามารถนำไปใช้วางแผนการเรียนการสอนทั้งรายวิชาได้ด้วย โดย ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ (สุมาลี จันทรชลอ. 2542 : 26-28)

1. ศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดเป็น กรอบโครงสร้างเนื้อหาที่จะสอบวัด โครงสร้างนั้นจะต้องมีความครบถ้วนตามที่กำหนดใน หลักสูตรหรือคำอธิบายรายวิชา

2. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ซึ่งควรเป็นจุดประสงค์เดียวกันกับ จุดประสงค์ที่จะนำไปสอบวัด จุดประสงค์ที่จะกำหนดเพื่อเป็นเป้าหมายในการจัดการเรียน การสอนและประเมินผลนี้ควรเป็นจุดประสงค์ปลายทาง ซึ่งเป็นจุดประสงค์ที่สำคัญ และควรเขียน

ในรูปแบบของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ง่ายต่อการนำไปเขียนข้อสอบ เพื่อการวัดและประเมินผล การกำหนดวัตถุประสงค์นี้อาจกำหนดโดยอิสระจากเนื้อหาหรือระบุนวัตกรรมที่ศึกษาได้หัวข้อแต่ละเนื้อหาก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละรายวิชา สิ่งที่ควรคำนึงคือ จุดประสงค์ที่กำหนดควรเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญ ซึ่งมีความครอบคลุมหลักสูตรนั้น ๆ

3. ให้นำน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ คณะกรรมการซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชานั้น ๆ กำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ โดยการให้คะแนนเต็มของแต่ละจุดประสงค์เป็น 10 และให้เกณฑ์การประเมินดังนี้

ถ้าเห็นว่า จุดประสงค์นั้นมีความสำคัญมาก	ให้คะแนน	7-10	คะแนน
ถ้าเห็นว่า จุดประสงค์นั้นมีความสำคัญปานกลาง	ให้คะแนน	4-6	คะแนน
ถ้าเห็นว่า จุดประสงค์นั้นมีความสำคัญน้อย	ให้คะแนน	1-3	คะแนน

กรรมการแต่ละคน กำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์อย่างอิสระต่อกัน จึงไม่ควรปรึกษาหารือ ผลจากการให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละคน นำมารวมกันและหารด้วยจำนวนคณะกรรมการที่ให้คะแนนจากสูตร ค่าที่ได้เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของจุดประสงค์นั้น การให้คะแนนของกรรมการที่แตกต่างจากกลุ่มมาก ๆ อาจให้กรรมการท่านนั้นให้เหตุผลประกอบการให้คะแนน นำผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญแต่ละจุดประสงค์มาลำดับความสำคัญ การตรวจสอบค่าดังกล่าวอย่างง่ายอาจทำได้โดยการให้กรรมการแต่ละคนลำดับความสำคัญก่อน ถ้าลำดับความสำคัญของกรรมการแต่ละคนไม่แตกต่างจากลำดับความสำคัญที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มมากนัก แสดงว่าความเห็นนั้นสอดคล้องกัน การกำหนดน้ำหนักความสำคัญนั้นมีความเชื่อถือได้ แต่ถ้าลำดับความสำคัญของกรรมการแต่ละคนแตกต่างกันมาก อาจต้องพิจารณาแต่ละจุดประสงค์หรือให้อธิบายเหตุผลของกรรมการแต่ละคนเพื่อปรับความเห็นอีกครั้ง

ผลของค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญที่เป็นเศษทศนิยมถ้าเกินครึ่งให้ปัดขึ้น แต่ถ้าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งหรือจุดห้าควรปัดทิ้ง ค่าที่ได้ถือว่าเป็นค่าความสำคัญของจุดประสงค์ข้อนั้น ๆ

4. กำหนดประเภทและจำนวนข้อสอบ การกำหนดในขั้นนี้ควรพิจารณาจากจุดประสงค์ที่จะสอบวัด และคำนึงถึงปัจจัยประกอบอื่น ๆ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการสอบ ระดับของจุดประสงค์ที่จะวัด เช่น ถ้าเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบซึ่งถามในจุดประสงค์ระดับความรู้-ความจำ อาจใช้เวลาข้อละ 20 - 30 วินาที แต่ถ้าเป็นข้อสอบประเภทใช้การคิดคำนวณค่าใดค่าหนึ่ง อาจต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็นข้อละ 1 นาทีหรือมากกว่านั้น ถ้าเป็นข้อสอบประเภทเขียนตอบหรือคำนวณ ให้แสดงวิธีทำ ควรให้เวลาเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปทางทฤษฎีการกำหนดเวลาในการสอบที่เหมาะสมอาจทำได้โดยการนำไปทดลองใช้ก่อนและกำหนดเวลาโดยคิดจากจำนวนที่ผู้เข้าสอบ 90% สามารถทำได้เสร็จ ในทางปฏิบัติการกำหนดเวลาในการสอบ อาจพิจารณาเป็นสัดส่วนของคาบเวลาเรียน และหน่วยการเรียน เมื่อได้เวลาที่ใช้ในการสอบแล้ว จึงกำหนดเป็นประเภทและจำนวนข้อสอบรวม

5. กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาหรือจุดประสงค์ การกำหนดในขั้นตอนนี้พิจารณาจากจำนวนข้อสอบรวมและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหาหรือจุดประสงค์ ซึ่งกรรมการได้ให้น้ำหนักความสำคัญไว้และกำหนดจำนวนข้อ โดยเทียบสัดส่วนระหว่างน้ำหนักความสำคัญทั้งหมด จำนวนข้อสอบประเภทเดียวกันที่ต้องการออกข้อสอบ และน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาแต่ละเรื่องหรือจุดประสงค์แต่ละข้อ

การวางแผนนั้นควรดำเนินการก่อนการเรียนการสอน และใช้ตารางที่สร้างขึ้นนี้เพื่อเป็นแผนกำหนดเวลาในการสอนแต่ละเนื้อหา หรือจุดประสงค์ โดยเทียบสัดส่วนระหว่างน้ำหนักความสำคัญทั้งหมด และน้ำหนักความสำคัญในแต่ละเรื่องหรือจุดประสงค์แต่ละข้อกับคาบเวลาเรียนตลอดภาคเรียน เมื่อหักเวลาที่ใช้ในการสอบกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียนแล้ว

6. ร่างแบบทดสอบตามแบบที่กำหนด

2.8.3 หลักการเขียนข้อสอบ

สุมาลี จันทร์ชลอ (2542 : 38 – 39) กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นตัวอย่างของมวลความรู้ทั้งหมดที่มีในเนื้อหา หรือวิชานั้น ๆ หรือกล่าวได้ว่า ข้อสอบเป็นตัวแทนของคำถามที่จะใช้วัดความสามารถของผู้เรียน การวัดจึงเป็นการวัดบางส่วน หรือตัวอย่างของความรู้ ดังนั้นข้อสอบจึงควรมีลักษณะเป็นตัวแทนที่ดี เพื่อที่จะสามารถนำไปสรุปเป็นความสามารถในวิชานั้น ๆ ของผู้เรียน เนื่องจากผู้เขียนข้อสอบไม่สามารถวัดความสามารถทั้งหมดได้ การเขียนข้อสอบจึงควรถามในสิ่งที่สำคัญและเป็นตัวแทน หลักการเขียนข้อสอบไม่ว่าจะเป็นประเภทใดก็ตาม ควรคำนึงถึงหลักสำคัญ ๆ ต่อไปนี้

1. ถามให้ครอบคลุมเนื้อหาหรือจุดประสงค์ โดยทั่วไปครูมักใช้ผลจากการสอบวัดเป็นเกณฑ์สำคัญในการสรุปความรู้ความสามารถของผู้เรียน การถามเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งอาจขาดความตรงและไม่ยุติธรรมสำหรับผู้สอบบางคน ซึ่งอาจพลาดหรือบกพร่องในส่วนที่ถูกนำมาถามนั้น ดังนั้นการสอบวัดจึงควรถามให้ครอบคลุมเนื้อหา โดยอาจใช้คำถามหลาย ๆ ข้อ เพื่อให้ครอบคลุม การถามให้ครอบคลุมเนื้อหาหรือจุดประสงค์สำคัญเป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มความตรงให้กับแบบสอบถาม เพราะจะครอบคลุมและชัดเจนส่วนที่ผู้สอนพลาดพั้งไปได้ในบางส่วน แต่จะมีบางส่วนที่นำความรู้มาสอบวัด นอกจากนี้การถามครอบคลุมเนื้อหาจะทำให้การเดายากขึ้น

2. ถามในสิ่งที่สำคัญ เนื้อหาทั่วไปที่กล่าวถึงในแต่ละวิชา ประกอบด้วยส่วนที่เป็นสาระสำคัญ และส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อย หรือแม้แต่บทความ 1 บทความ ยังประกอบด้วยสาระสำคัญ และสิ่งที่อธิบายประกอบเช่นเดียวกัน เนื่องจากการทดสอบส่วนมากถูกจำกัดด้วยเวลา จึงถามความรู้ทั้งหมดของวิชานั้น ๆ ไม่ได้ ดังนั้นจึงควรถามเฉพาะสิ่งที่สำคัญที่ควรเรียนรู้ การถามในสิ่งที่สำคัญ หมายถึงการถามสิ่งที่ประ โยชน์ สิ่งที่ผู้สอบควรรู้ สิ่งที่บ่งบอกถึงความสามารถ

ของผู้เรียน ดังนั้นการสอบวัดจึงควรวัดจากจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สำคัญไม่ควรถามรายละเอียดนอกจากจะมีจุดประสงค์เพื่อวัดความรู้ในรายละเอียดนั้น ๆ ในบางตอน

3. ถามให้ลึก ผู้สอบไม่สามารถตอบได้โดยง่าย แต่ต้องคิดพิจารณาก่อนอย่างรอบคอบจึงจะสามารถตอบได้ถูกต้อง การถามให้ลึกจึงเป็นการถามเพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับสูงกว่าความจำ จึงไม่ควรถามคำถามตามตำรา หรือถามตามที่ครูสอนตรง ๆ หรือถามจากเรื่องที่กำหนดตรง ๆ แต่ปรับสถานการณ์ ปรับเงื่อนไข ให้อธิบายใหม่ หรือต้องเชื่อมโยงรายละเอียดของแต่ละส่วนมาสัมพันธ์กันจึงจะสามารถให้คำตอบได้ การเขียนข้อสอบให้มีคุณสมบัตินี้จึงต้องคิดพิจารณาอย่างรอบคอบเช่นเดียวกัน

4. ถามโดยให้ตัวอย่างซึ่งเป็นแบบอย่างที่ดี คำถามจากแบบทดสอบมักเป็นสิ่งที่ผู้เรียนจำได้ดี ดังนั้นการตั้งคำถามควรให้แบบอย่างที่ดี

5. ถามให้ชัดเจนและจำเพาะเจาะจง การเขียนข้อสอบที่ดี คำถามต้องมีความชัดเจนว่าต้องการให้ตอบอะไร มีขอบข่ายแค่ไหน คำถามจึงต้องมีความจำเพาะเจาะจงไม่คลุมเครือ หลีกเลียงคำถามสองแง่สองมุม

การเขียนข้อสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนอาจใช้แบบทดสอบได้หลายประเภท แต่ละประเภทมีจุดเด่น และจุดด้อยต่างกัน การเลือกประเภทของแบบทดสอบขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหรือข้อจำกัดบางประการของการสอบ รวมทั้งจุดประสงค์ของการสอน ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบประเภทหนึ่งซึ่งครูมักนิยมใช้ ซึ่งประกอบด้วยคำถามและตัวเลือกให้ตอบ โดยทั่วไปในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบมีหลักการดังนี้ (สมาลี จันทร์ชลอ. 2542 : 39-48)

หลักการเขียนคำถาม (Stem) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. เขียนคำถามให้เป็นประโยคสมบูรณ์
2. เขียนคำถามให้ชัดเจนและตรงจุด
3. เขียนคำถามให้ชัดเจนแต่ไม่ใช่ฟุ่มเฟือย การใช้คำฟุ่มเฟือย หมายถึงการใช้คำซ้ำซากหรืออธิบายให้ผู้สอบเกิดความจำเป็นในสิ่งที่ต้องการถาม
4. เขียนแต่ละข้อคำถามให้มีเพียงคำถามเดียว
5. เขียนคำถามโดยใช้ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้สอบ ในระดับชั้นเด็กเล็ก ภาษาที่ใช้ควรปรับปรุงให้เป็นภาษาที่ง่ายเหมาะกับวัย ถ้าเป็นการสอบวัดเรื่องเดียวกันในระดับที่สูงขึ้น อาจต้องใช้ศัพท์หรือภาษาที่เป็นวิชาการมากขึ้น
6. เขียนคำถามในลักษณะบอกเล่า ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธ โดยเฉพาะประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ เพราะจะทำให้ผู้สอบสับสนต้องตีความคำถาม ถ้าจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธ ควรขีดเส้นใต้
7. นำคำตอบที่ต้องพูดซ้ำกันทุกข้อของตัวเลือกมากกล่าวเพียงครั้งเดียวในข้อคำถาม
8. ใช้รูปภาพประกอบเพื่อเพิ่มความสนใจและทำให้เข้าใจมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ถามโดยยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ การยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ จะช่วยให้คำถามนั้นไม่เป็นการวัดความจำ แต่เป็นการวัดในระดับสูงกว่าความรู้ความจำ และต้องเหมาะสมกับวัยหรือระดับชั้นของผู้เรียน

10. คำถามข้อต้น ๆ ไม่ควรแนะคำตอบในข้อต่อไป หรือคำถามแนะคำตอบในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น มีคำที่ซ้ำกับคำตอบที่ถูก คำถามคล้อยจองกับคำตอบที่ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะในการเขียนข้อสอบตัวเลือก (Alternative)

1. เขียนคำตอบให้ถูกหลักวิชา
2. ตัวเลือกแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน
3. ระวังเกี่ยวกับการแนะคำตอบ การแนะคำตอบมีหลายรูปแบบ เช่น คำตอบที่ถูกมีคำอธิบายยืดยาวกว่าตัวเลือกอื่น ๆ ตัวถูกมีคำคล้อยจองหรือซ้ำกับคำถาม หรือตัวถูกมีลักษณะบางประการที่เด่นกว่าตัวเลือกอื่น
4. ตัวเลือกที่ผิดหรือตัวลวงควรเป็นตัวเลือกที่มีอำนาจ (Power) ในการลวงให้เด็กบางคน โดยเฉพาะเด็กอ่อนตอบบ้าง เป็นการผิดเพราะไม่รู้ในบางตอนหรือเข้าใจผิดบางประการ
5. ตัวเลือก ควรมีความเป็นเอกพันธ์หรือมีความสอดคล้องเป็นประเภทเดียวกัน เช่น ถ้าถามเกี่ยวกับพืช ตัวเลือกควรเป็นพืชทั้งหมดไม่ควรให้มีตัวเลือกที่แตกกลุ่ม
6. หลีกเลี่ยงหรือควรระวังการใช้ตัวเลือกปลายเปิด เช่น ไม่มีคำตอบที่ถูก หรือตัวเลือกปลายปิด เช่น ถูกทุกข้อ
7. ตัวเลือกควรมีความยาวเท่ากัน การเขียนตัวเลือกถ้าไม่สามารถให้ตัวเลือกที่มีความยาวเท่ากันได้ ควรเรียงตัวเลือกโดยใช้ระบบใดระบบหนึ่ง เช่น เรียงเป็นรูปชายธง จากตัวเลือกที่มีข้อความสั้นไปยังมีตัวเลือกที่มีข้อความยาว หรือเรียงจากตัวเลือกที่ยาวไปยังตัวเลือกที่สั้น เรียงจากตัวเลือกที่มีค่าน้อยไปมาก หรือเรียงตามระยะเวลาก่อนหลังของเหตุการณ์
8. ตัวเลือกที่ถูก (Key) ของแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีการกระจายแบบสุ่ม และมีจำนวนตัวถูกใกล้เคียงกันในแต่ละตัวเลือก ไม่ควรกำหนดตัวถูกเป็นระบบ เพราะผู้สอบบางคนอาจทำได้ทำให้แบบทดสอบไม่สามารถวัดได้ตรงกับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ
9. ตัวเลือกควรปรากฏอยู่หน้าเดียวกับตัวคำถาม เพื่อความสะดวกแก่ผู้สอบในการอ่าน
10. คำตอบที่ถูกหรือดีที่สุด ควรมีเพียงคำตอบเดียว

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการหักเหของแสง จึงเป็นการตรวจสอบและประเมินผลการใช้บทเรียนว่าประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์หรือไม่ มีจุดบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไขมากน้อยเพียงใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 1) ได้กล่าวถึงการวัดพฤติกรรมอันเป็นผลจากการเรียนการสอนว่ามีการวัด 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ ทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ และสามารถแปลความรู้ จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่งได้
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือแตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การแปลความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้

ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งในประเทศและต่างประเทศ แต่จะยกตัวอย่างพอสังเขป ดังนี้

มณฑล อนันตรศิริชัย (2534 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง “กฎการเคลื่อนที่” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 46 คน โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพฯ ปีการศึกษา 2533 ทำการทดลองโดยใช้กลุ่มทดลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องผลการเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิลารรณ์ ชาแทน (2537 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ : หน่วยการย่อยอาหาร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนพล อำเภพล จังหวัดขอนแก่น จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จิรพัฒน์ ชัยพร (2539 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์เสียง จากการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบไฮเปอร์เท็กซ์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยใช้บทเรียนแบบไฮเปอร์เท็กซ์ กลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้บทเรียนแบบไฮเปอร์เท็กซ์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า บทเรียนแบบไฮเปอร์เท็กซ์สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย วิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 25 คน ผลการวิจัยสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประเสริฐ เลิศขันธ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ช่วงอุตสาหกรรม เรื่องการแยกแรงแรงและการหาแรงลัพธ์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาช่วงอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2539 วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

อารีย์ มีมุงกิจ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนวัฒนานุศาสน์ อำเภอพนสนิม จังหวัดชลบุรี จำนวน 30 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

Liu (1975 : 1411-A-1412-A) ได้ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยจัดตั้งโครงการเพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ ในสหรัฐอเมริกา กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาวิทยาลัยศิลปะที่เรียนวิชาฟิสิกส์ 3 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้นด้วยวิธีการปฏิบัติ ช่วยทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนไปแล้วทำให้เกิดความแม่นยำในหัวข้อที่เรียนจากการเรียนตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wise (1983 : 340-A) ทำการวิจัยเรื่องอิทธิพลการใช้แบบจำลองไมโครคอมพิวเตอร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ในรัฐจอร์เจีย ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 53 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มเลือกใช้วิธีการเรียนการสอนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ การใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนปฏิบัติการ การใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังปฏิบัติการ และการใช้วิธีการเรียนการสอนปกติ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า กลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนปฏิบัติการและหลังปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนปกติ และแต่ละกลุ่มมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

Rowland (1988 : 780-A) ทำการศึกษารูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและรูปแบบของการเรียนที่มีต่อความเข้าใจในความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยวิชาเอกการประถมศึกษาจำนวน 97 คน ทำการทดลองสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์กับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้สอน แล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการนำไปใช้ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์มีคะแนนการนำไปใช้สูงกว่ากลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการสอน แต่กลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการสอนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

Cordell (1989 : 1223-A) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้และรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิด Tutorial แบบเส้นตรงและแบบสาขา ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้ในทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ข้อสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อทางการศึกษาที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มาก มีความเหมาะสมสำหรับการเรียนเป็นรายบุคคล ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนและช่วยลดเวลาที่ใช้ในการเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอน ทบทวนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง โดยนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสงที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยขอเสนอ รายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 12 ห้องเรียน 540 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน แล้วทำการสุ่ม อย่างง่ายโดยวิธีการจับสลากให้ได้จำนวน 30 คน เพื่อให้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ใช้ทดสอบ ก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ซึ่งเป็นชุดเดียวกัน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที

ในการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยได้ศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากตำรา วารสาร เอกสาร รวมทั้งผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาเนื้อหาเรื่องการหักเหของแสง ในวิชาฟิสิกส์ (ว 421) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องการหักเหของแสง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. ดำเนินการเขียนสคริปต์บทเรียนบรรจุไว้ในกรอบ โดยประกอบด้วยกรอบนำเข้าสู่บทเรียน กรอบแนะนำผู้วิจัย กรอบแนะนำการใช้บทเรียน กรอบเนื้อหาบทเรียน และกรอบส่งท้าย บรรจุไว้ในกรอบต่าง ๆ

5. นำสคริปต์ของบทเรียน ไปสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้วิจัยได้นำกรอบที่เขียนไว้แล้วในสคริปต์บทเรียนมาบรรจุไว้เป็นกรอบย่อย ๆ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยเรียนย่อย ดังนี้

หน่วยที่ 1	การหักเหของแสง
หน่วยที่ 2	การสะท้อนกลับหมด
หน่วยที่ 3	ความลึกจริง ความลึกปรากฏ
หน่วยที่ 4	การหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลมและเลนส์

โดยในแต่ละหน่วยการเรียน จะประกอบด้วย

1. เนื้อหาของหน่วยการเรียน
2. ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง ซึ่งในแต่ละตัวอย่างจะประกอบด้วยแนวคิดในการแก้ปัญหาของโจทย์ และวิธีทำ
3. แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน

6. ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการหักเหของแสง ที่สร้างขึ้นในแต่ละกรอบ โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการหักเหของแสง ที่สร้างขึ้น ให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบ

1. นายบุญยะ บุญสนองสุภา ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ๓ เชียงเทรา

2. นายพิพัฒน์ คงทอง ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ฉะเชิงเทรา
3. นายชนะ เวชกุล ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 คณะมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ สถาบันราชภัฏราชนครินทร์
4. นางสาวพัศ ยิ้มนวล ตำแหน่ง นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 6 ว. หัวหน้างาน นวัตกรรมเทคโนโลยีการฝึกอบรม สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา

เป็นผู้ตรวจสอบในด้านความถูกต้อง ความเป็นปัจจุบัน และความสอดคล้องเหมาะสมกับ จุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้แบบประเมินซึ่งผลจากการประเมิน พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่า ในภาพรวมบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ดังแสดงไว้ในภาคผนวก จ หลังจากที่ได้ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ท่าน ได้พิจารณาและให้คำแนะนำ เกี่ยวกับส่วนที่ต้องปรับปรุง แก้ไข เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ถูกต้องสมบูรณ์ มากขึ้น ดังนี้คือ

1. ปรับเปลี่ยนข้อความในบางกรอบบทเรียนให้เหมาะสม ถูกต้อง และสามารถสื่อ ให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น
2. เพิ่มรูปประกอบเพื่อแสดงการหักเหของแสงในบางกรอบบทเรียน เพื่อประกอบ คำอธิบายในกรอบนั้น
3. แบ่งแยกพื้นที่ส่วนที่เป็นข้อความกับรูปประกอบให้เป็นสัดส่วนที่ชัดเจน เพื่อให้ บทเรียนดูเป็นระเบียบเรียบร้อย
4. ปรับเปลี่ยนสีของฉากในส่วนซึ่งเป็นตัวอย่าง เนื่องจากสีของฉากใช้สีที่สดใส เกินไป จึงปรับรูปแบบของฉากหลังใหม่ ให้ดูสวยงาม สบายตายิ่งขึ้น
7. ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามคำแนะนำของผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไป หาประสิทธิภาพ โดยยึดหลักของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520 : 137) แบ่งขั้นตอนการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทดลองใช้ในชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) มีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในด้านลำดับขั้นการนำเสนอ ภาษาที่ใช้ คำชี้แจง แต่ละหน้าจอ และกราฟิกที่ใช้ในบทเรียน โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่มี ผลการเรียนในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือก โดยอาจารย์ผู้สอนประกอบกับการพิจารณาจากคะแนนสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 วิชาฟิสิกส์ โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ถือว่ามีผลการเรียนในระดับเก่ง
ร้อยละ 60 – 79	ถือว่ามีผลการเรียนในระดับปานกลาง
ต่ำกว่าร้อยละ 60	ถือว่ามีผลการเรียนในระดับอ่อน

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ระหว่างวันที่ 28 – 29 มีนาคม 2545 ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้วิจัยจะสังเกตและสอบถามปัญหาที่นักเรียนพบในการใช้บทเรียนนี้ แล้วนำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไขในด้านต่าง ๆ ที่บกพร่อง คือ

1. เมื่อนักเรียนได้เข้าสู่กรอบบทเรียนย่อย ซึ่งเป็นส่วนที่อธิบายเชื่อมโยงมาจากกรอบบทเรียนหลัก ควรมีข้อความบอกทิศทางการกลับเข้าสู่หน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยง
2. กรอบบทเรียนซึ่งเป็นคำชี้แจงก่อนที่จะเริ่มทำแบบทดสอบ เนื่องจากผู้เรียนจะต้องรองกว่าเสียงประกอบคำอธิบายจะหยุด ผู้เรียนจึงจะสามารถที่จะเริ่มทำแบบทดสอบได้ ควรตัดเสียงประกอบออกไปและให้ผู้เรียนสามารถที่จะเริ่มทำแบบทดสอบได้ทันทีที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น ก่อนนำไปใช้จริง โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 10 คน เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับเก่ง 3 คน ปานกลาง 4 คน และอ่อน 3 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้มาในลักษณะเดียวกันกับการทดลองในขั้นที่ 1 ซึ่งทำการทดลองระหว่างวันที่ 1 - 2 เมษายน 2545 แล้วเก็บคะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย เพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งกิจกรรมระหว่างเรียนในแต่ละหน่วย มีลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 27 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมทั้งหมด 27 คะแนน โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีจำนวนข้อสอบ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
การหักเหของแสง	7
การสะท้อนกลับหมด	8
ความลึกจริง ความลึกปรากฏ	2
การหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลมและเลนส์	10

หลังจากนักเรียนได้ศึกษาครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เพื่อหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์

8. นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน $E_1/E_2 : 75/75$

75 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง จากการทำกิจกรรมซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน

75 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (3.1)$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำ
 แบบทดสอบระหว่างเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad (3.2)$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำ
 แบบทดสอบหลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

สรุปประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้ คือ $E_1/E_2 = 71.48/69.50$

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง

- ศึกษาวิธีสร้างและเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างแบบทดสอบ
- ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ว 421 เรื่อง การหักเหของแสง ซึ่งเป็นหน่วยย่อยในบทที่ 3 เรื่อง แสงและการมองเห็น

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหักเหของแสง เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งวัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกได้ 0 คะแนน ให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนทั้งหมด 40 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบหาคุณภาพซึ่งมีวิธีการดังนี้

3.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 2 ท่าน คือ นายบุญยะ บุญสนองสุภา และ นายพิพัฒน์ คงทอง ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้สูตร (พร้อมพรรณ อุคมสิน. 2538 : 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.3)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นดังนี้

คะแนน 1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินไว้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำไปเทียบกับ

เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยกำหนดเกณฑ์ค่าดัชนีความ

สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบข้อนั้นมีความเที่ยงตรง

เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรง จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่า

IOC ระหว่าง 0.5 – 1.0

3.2 หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

คำนวณโดยใช้สูตรต่อไปนี้ (พร้อมพรรณ อุคมสิน. 2538 : 144)

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l} \quad (3.4)$$

$$r = \frac{R_h - R_l}{n_h} \quad (3.5)$$

เมื่อ	R_h, R_l	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ
	n_h, n_l	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ
	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก

โดยนำแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ผ่านการเรียนเรื่องการหักเหของแสงมาแล้วและไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel 97 คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.36 – 0.80 และได้ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 – 0.68 โดยข้อสอบที่วัดความรู้ – ความจำ มีจำนวน 7 ข้อ คือ ข้อ 1, 6, 12, 14, 15, 16 และ 19 ข้อสอบที่วัดความเข้าใจ มีจำนวน 7 ข้อ คือ ข้อ 2, 4, 9, 10, 11, 18 และ 20 และข้อสอบที่วัดการนำไปใช้ มีจำนวน 6 ข้อ คือ ข้อ 3, 5, 7, 8, 13 และ 17

3.3 หาค่าความเชื่อมั่น

โดยใช้สูตร $K - R_{20}$ ของ คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน (พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538

:126)

$$K - R_{20}; r_\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right] \quad (3.6)$$

เมื่อ	r_α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการนำข้อสอบที่ได้คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ผ่านการเรียนเรื่องการหักเหของแสงมาแล้ว และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน นำคะแนนที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่น ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น 0.78

3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์จากคณะกรรมการคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสงและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถานที่ทดลองคือห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของห้องสมุด โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ให้นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก
3. ผู้วิจัยแนะนำวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนเรียน 1 คน ต่อเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
4. ให้นักเรียนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การหักเหของแสง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน โดยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มแรกทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างวันที่ 9 - 10 เมษายน 2545 และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่สอง ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างวันที่ 11 - 12 เมษายน 2545 โดยในวันแรกของการทดลอง กลุ่มตัวอย่างได้เรียนเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เดิม การหักเหของแสง การสะท้อนกลับหมด และความลึกปรากฏ ระหว่างเวลา 10.00 - 11.30 น. ในวันที่สองของการทดลอง กลุ่มตัวอย่างได้เรียนเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลมและเลนส์ ระหว่างเวลา 09.00 - 10.00 น.
5. หลังจากนักเรียนได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองจนครบแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน
6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบได้ถูกต้อง และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลการสอบของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Sciences for Windows) ซึ่งสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ t-test แบบ Dependent Samples



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลอง ตามลำดับได้ดังนี้

1. การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับกลุ่มทดลอง 10 คน ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนเรื่องการหักเหของแสง

ผลการทดลอง	คะแนนสอบ		ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่สอบได้		
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน	27	19.3	71.48	71.48/69.50
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	20	13.9	69.50	

จากตาราง 4.1 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 71.48/69.50

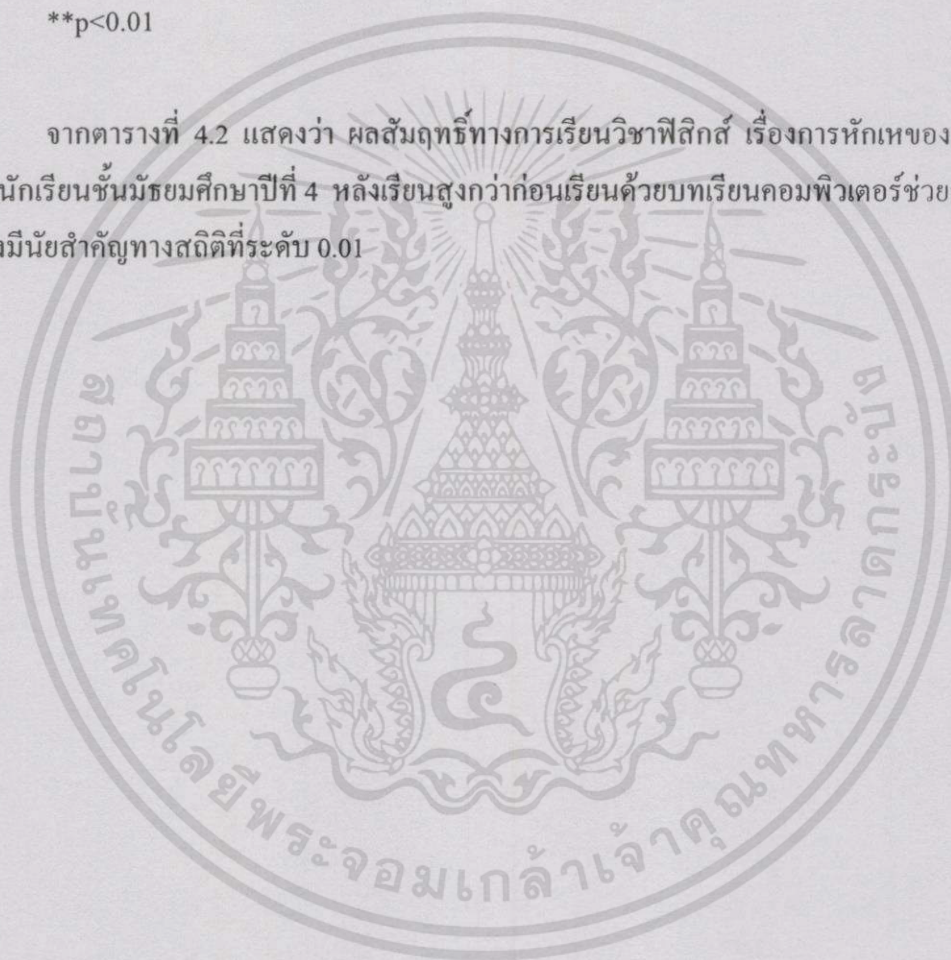
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน เรื่องการหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การสอบ	\bar{X}	S.D.	\bar{D}	S_D	t	Sig
ก่อนเรียน	11.5667	1.9241				
หลังเรียน	13.6333	1.8659	2.0667	0.1656	12.478**	0.0000

**p<0.01

จากตารางที่ 4.2 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัด ฉะเชิงเทรา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การหักเหของแสง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

จำนวน 20 ข้อ

การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาทดลอง 4 วัน โดยผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน แต่ละกลุ่มจะใช้เวลาทดลอง 2 วัน คือ ทำการทดสอบก่อนเรียน และทดลองใช้ บทเรียนที่พัฒนาขึ้นในหัวข้อเรื่อง ทบทวนความรู้เดิม การหักเหของแสง การสะท้อนกลับหมด และความลึกปรากฏ 1 วัน ทดลองใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นในหัวข้อเรื่อง การหักเหของแสงที่ผิวโค้ง วงกลมและเลนส์ และทำการทดสอบหลังเรียนอีก 1 วัน จากนั้นผู้วิจัยได้นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ตาม เกณฑ์ 75 / 75 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ก่อน เรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 71.48/69.50 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีประสิทธิภาพของ กระบวนการวัดผลจากคะแนนทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้เท่ากับ 71.48 และมีประสิทธิภาพของ การทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้เท่ากับ 69.50
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การหักเหของแสง อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

5.2 การอภิปรายผล

จากสรุปผลการวิจัยมีประเด็นที่น่าสนใจ ซึ่งสามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การหักเหของแสง สรุปได้ว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ 71.48/69.50 จะเห็นว่าค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) สูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เหตุผลอาจเกิดจากความคงทนในการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้จบแล้วทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ทันที นักเรียนส่วนใหญ่จึงตอบคำถามได้เพราะเป็นความจำในระยะสั้น ส่วนแบบทดสอบหลังเรียนนั้น นักเรียนจะต้องเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้ก่อน จึงจะทำแบบทดสอบหลังเรียน ดังนั้นนักเรียนอาจจะลืมเนื้อหาที่เรียนไปในช่วงแรก ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนจึงสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน นอกจากนี้ จะเห็นว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนนั้น ประสิทธิภาพของบทเรียนจะต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 2.5% จึงจะถือว่า บทเรียนยังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การหักเหของแสง ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกิน 2.5% ดังนั้น จึงถือว่าบทเรียนมีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 สาเหตุอาจเนื่องมาจากวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาค่อนข้างยาก ดังจะเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ อีกทั้งเนื้อหาเรื่องการหักเหของแสง เป็นเนื้อหา ค่อนข้างยาก ต้องอาศัยความเข้าใจและการวิเคราะห์อันเป็นหัวใจสำคัญของวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ และนักเรียนส่วนหนึ่งไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ซับซ้อนกว่าในตัวอย่างและแบบฝึกหัดที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 421) ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่นักเรียนใช้ประกอบการเรียนได้อย่างที่คาดหวังไว้ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การหักเหของแสง จะมีประสิทธิภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่ตั้งไว้ แต่ก็ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากขณะที่นักเรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนได้ให้ข้อมูลว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ มีความสวยงาม ทำให้เกิดความตื่นเต้นเร้าใจมากกว่าที่นักเรียนจะศึกษาเนื้อหาจากแบบเรียนในหนังสือ และนักเรียนยังได้เสนอแนะว่าต้องการให้มีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ ในหัวข้ออื่น ๆ อีกต่อไป นอกจากนี้ การดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พยายามวิเคราะห์เนื้อหา วิธีการคิดให้เป็นส่วนย่อย ๆ มีการใช้ภาพเคลื่อนไหวประกอบ มีกรอบที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ และส่วนที่เป็นแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในขั้นสุดท้าย จึงทำให้บทเรียนนี้เหมาะสำหรับการศึกษาทบทวนด้วยตนเอง

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปลีก น้ำแก้ว (2527 : 33) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องประจุไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 มณฑล อนันดรศิริชัย (2534 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ พบว่า นักเรียนที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สุภารัตน์ นฤพนธ์จิรกุล (2534 : 67) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องระบบนิเวศ โดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนเทปโทรทัศน์และการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนเทปโทรทัศน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน บุญฉลอง ศรีเสาวลักษณ์ (2538 : 84) ได้ศึกษาผลของการใช้บทเรียนเทปโทรทัศน์ในการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมมูลกล ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 จีรพัฒน์ ชัยพร (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์เสียง จากการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบไฮเปอร์เท็กซ์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบไฮเปอร์เท็กซ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนด้วยบทเรียนแบบไฮเปอร์เท็กซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย วิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเสริฐ เลิศขยันดี (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ช่วงอุตสาหกรรม เรื่องการแยกแรงแและการหาแรงลัพธ์ พบว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2541 : 281) ได้พัฒนาวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น พบว่า นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนใน

สภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($P = 0.000$) ในด้านของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

ก่อนการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้สอบถามจากอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ (ว 421) โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า นักเรียนบางคนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน อีกทั้งเนื้อหาบางส่วนยากแก่การสร้างมโนภาพ นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ด้วยความสามารถและประสบการณ์เดิมของแต่ละคน แต่หลังจากศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งผู้วิจัยได้จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อย ๆ ภาพที่ใช้ประกอบสื่อความหมายได้ชัดเจนกว่าหนังสือแบบเรียน มีเสียงประกอบ มีการแนะแนวทางในการแก้ปัญหาโจทย์ ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ ดังนั้น เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วนำข้อมูลไปทดสอบกับผลการทดสอบก่อนเรียน จึงพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการหักเหของแสง สามารถนำไปใช้สอนบททวนวิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่องการหักเหของแสง โดยเมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องการหักเหของแสง จากการเรียนการสอนในห้องเรียนตามปกติแล้ว นักเรียนสามารถที่จะทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองได้โดยไม่จำกัดเวลา เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
2. ครูผู้สอนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการหักเหของแสง ไปใช้ประกอบเป็นสื่อการสอนในห้องเรียนได้ โดยอาจจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพียง 1 เครื่องและแสดงภาพผ่านโสตทัศนอุปกรณ์ เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะหรือโทรทัศน์ เพื่อให้ นักเรียนทั้งชั้นมองเห็นได้ชัดเจนและได้เรียนไปพร้อมกับคำอธิบายของครู ซึ่งจะสร้างความสนใจให้กับนักเรียนได้ โดยที่นักเรียนได้ศึกษาบทเรียนพร้อมกับคำอธิบายจากครู ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น
3. ใช้ในการทดสอบความรู้ของผู้เรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถทราบผลการสอบทันที ทำให้ครูไม่ต้องเสียเวลาตรวจข้อสอบ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ หรือระดับชั้นอื่น ๆ เช่น เคมี ชีววิทยา วิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ คณิตศาสตร์ เพื่อที่จะเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาช่วย ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และส่งเสริมความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ ในเนื้อหาอื่น ๆ ระดับชั้นอื่นๆ

3. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติ ความคิดสร้างสรรค์ ความคงทนในการเรียนรู้ ระดับความสามารถสติปัญญา โครงสร้างทางความคิด เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

4. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ในลักษณะอื่น ๆ เช่น การสอนแทนครู การสอนซ่อมเสริม อัตราส่วนระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. 2521. คู่มือการใช้หลักสูตรการศึกษา ฉบับพุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2531. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขนิษฐา ชานนท์. 2532. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.” เทคโนโลยีการศึกษา. 1(4) : 8.
- จිරพัฒน์ ชัยพร. 2539. “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้บทเรียนแบบไฮเปอร์เท็กซ์วิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตึก จังหวัดบุรีรัมย์.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ฉลอง ทับลี. 2536. “เอกสารประกอบการฝึกอบรมการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยมัลติมีเดีย.” ชลบุรี : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. เอกสารอัดสำเนา.
- ชวาล แพรัตกุล. 2509. เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 4. พระนคร : วัฒนาพานิช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2526. เทคโนโลยีทางการศึกษา หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ช่วงโชติ พันธุเวช. 2535. “เอกสารประกอบการประชุม ครั้งที่ 1 โครงการพัฒนาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.” กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา. เอกสารอัดสำเนา.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ถุงเงิน ปานสำลี. 2519. “การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาแสง ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- นิคม ทาแดง. 2526. เอกสารชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 8-15. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บุญฉลอง ศรีเสาวลักษณ์. 2538. “ผลของการใช้บทเรียนเทปโทรทัศน์ในการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์ - การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุปผชาติ ทัททิกรณ์. 2535. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” คู่มือสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการฝ่ายส่งเสริมการผลิตตำราและสื่อการสอน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุปผชาติ ทัททิกรณ์. 2537. “เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์ (159533).” กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.
- ประกายวรรณ มณีแจ่ม. 2536. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของ สสวท.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ประทุม อัดชู. 2536. “เอกสารประกอบการสอนวิชา 159551 การสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์.” กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.
- ประสาร ไชยณรงค์. 2520. “การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ประเสริฐ เลิศชัยนดี. 2540. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ช่วงอุตสาหกรรม เรื่องการแยกแรงแรงและการหาแรงลัพธ์.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยะวัฒน์ หวังอารี. 2533. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ปลีก น้ำแก้ว. 2527. “การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องประจุไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ผดุง อารยะวิญญู. 2527. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผาณิต กุ่มเสริม. 2540. “การสร้างสื่อมัลติมีเดียด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่องการแยกและการใช้ประโยชน์จากขยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พรเทพ เมืองแมน. 2544. หลักการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Authorware 5. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล หวังพานิช. 2526. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มณฑล อนันตรศิริชัย. 2534. “การใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มรุส จงชัยกิจ. 2537. ซีเอไอ/ซีเอแอล กับ Authorware Professional. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยี่น ภู่วรรณ. 2529. “การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.” จันทรเกษม. 32(189) : 1-10.
- ยี่น ภู่วรรณ. 2531. “อนาคตของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” ไมโครคอมพิวเตอร์. 3(36) : 13-20.
- ยี่น ภู่วรรณ และประภาส วงสถิตย์วัฒนา. 2529. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนฟิสิกส์.” วิทยาศาสตร์. 4(45) : 567-569.
- เรืองเดช สุทธิพล. 2535. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบควบคุมโดยผู้เรียน และควบคุมโดยโปรแกรม.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม. 2539. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ระบบไฮเปอร์มีเดียในการสอนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิลาวรรณ ชาแทน. 2537. “ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวน เรื่องกลไกมนุษย์ : หน่วยการย่อยอาหาร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วิวัฒน์ วัชรหิรัญ. 2519. “การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ.” ปรินญา นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วาสนา ชาวหา. 2533. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2536. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ว 421. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2536. คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ว 421. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538. การประเมินผลการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สันติ ม่วงปาน. 2530. “การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2525. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา หน่วยที่ 11-15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุดารัตน์ นฤพนธ์จิรกุล. 2534. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องระบบนิเวศ โดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนเทปโทรทัศน์ และการสอนแบบปกติ.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนันท์ สังข์อ่อง. 2536. “เอกสารชุดฝึกอบรมหลักสูตร นวัตกรรมและสื่อการสอนวิทยาศาสตร์.” นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. เอกสารอัดสำเนา.
- สุมาลี จันทร์ชโล. 2542. การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2533. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. 2541. “การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น.” ปรินญา นิพนธ์ ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อารีย์ มีมุงกิจ. 2541. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อารมณฺ์ เพชรช้ัน. 2527. เทคนิคการวัดผลและประเมินผลการศึกษาาระดับประถมศึกษา.

ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.

อุษณิย์ ธนารุณ. 2536. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำปีการศึกษา 2535 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสื่อประสม.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฮากิม พงษ์ยี่ห้ล่า. 2540. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

Cordell, B.J. 1989. **The Effects of Different Learning Styles on Outcomes of Education Using two Computer-Assisted Instructional Designs.** [CD-ROM].

Abstract from : Proquest file : Dissertation Abstracts Item 8918974.

Erickson, C.W.H. 1971. **Administering Instructional Media Programs.** New York : Mcmillan.

Kemp, J.E. 1985. **The Instructional Design Process.** New York : Harper & Row.

Liu, H.C. 1975. **Computer-Assisted Instruction in Teaching College Physics.** [CD-ROM]. Abstract from : Proquest file : Dissertation Abstracts Item 7518862.

Rowland, E.J. 1986. **Self-Concept and the Educational Orientation of Older Adult Learning Participants.** [CD-ROM]. Abstract from : Proquest file : Dissertation Abstracts Item 8613512.

Wise, K.C. 1983. **The Impact of Microcomputer Simulations on the Achievement and Attitude of High School Physical Science Students.** [CD-ROM]. Abstract from : Proquest file : Dissertation Abstracts Item 8326438.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

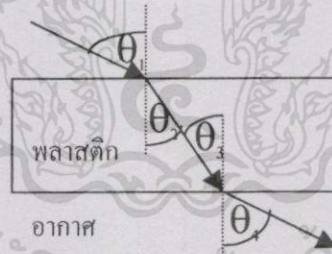
การหักเหของแสง

จากการศึกษาเรื่องการสะท้อนของแสงทำให้ทราบว่า เมื่อมีแสงตกกระทบผิวของวัตถุจะเกิดการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุได้ เช่น การที่เรามองเห็นตัวหนังสือบนแผ่นกระดาษ แสดงว่ามีแสงสะท้อนจากตัวหนังสือมาเข้าตาเรา ถ้านำแผ่นแก้วหรือแท่งพลาสติกมาถ่มระหว่งตาเรากับตัวหนังสือ เราก็ยังสามารถมองเห็นตัวหนังสือได้เช่นกัน แสดงว่ามีแสงผ่านแผ่นแก้วหรือแท่งพลาสติกมาได้

เมื่อให้ลำแสงตกกระทบผิวแท่งพลาสติก จะมีลำแสงส่วนหนึ่งสะท้อนออกไปจากผิวนั้น และอีกส่วนหนึ่งผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติก โดยมีแนวของลำแสงเปลี่ยนไปจากแนวของลำแสงตกกระทบ เมื่อลำแสงนี้ไปถึงอีกผิวหนึ่งของแท่งพลาสติก ส่วนหนึ่งของลำแสงจะสะท้อน และอีกส่วนหนึ่งของลำแสงจะผ่านออกไปในอากาศ โดยเบนออกจากแนวลำแสงตกกระทบอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้จะพบว่าไม่ว่ามุมที่ลำแสงตกกระทบครั้งแรกที่ผิวพลาสติกจะเปลี่ยนไปอย่างไร แนวของลำแสงที่ตกกระทบนี้กับแนวของลำแสงที่ออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศจะขนานกันเสมอ

เมื่อแสงผ่านผิวรอยต่อระหว่างอากาศกับแท่งพลาสติก หรือระหว่างแท่งพลาสติกกับอากาศ แสงจะเบนจากแนวเดิม เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การหักเหของแสง

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า แสงจะมีการหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง และในขณะเดียวกัน ก็มีการสะท้อนของแสงที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสองด้วย



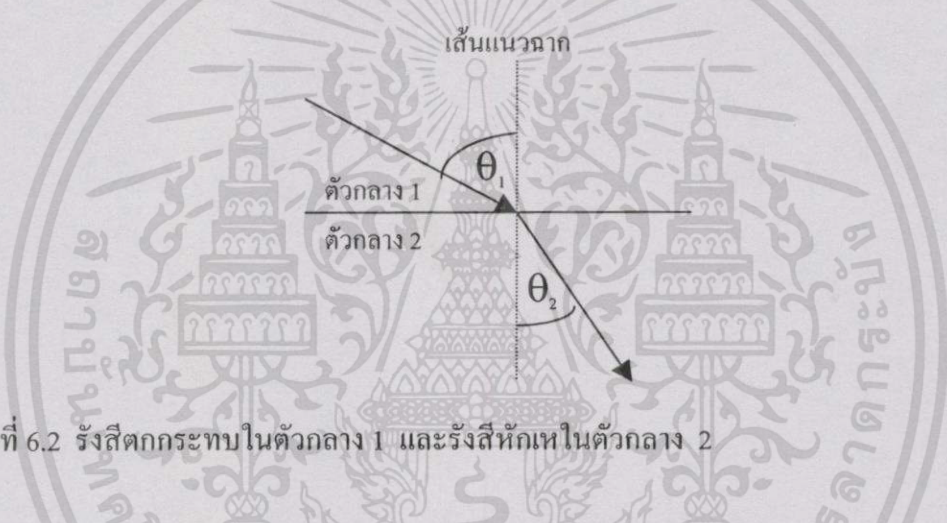
ภาพที่ 6.1 การหักเหของแสงเมื่อผ่านแท่งพลาสติก

จากภาพที่ 6.1 มุมตกกระทบในอากาศ θ_1 จะมีค่ามากกว่ามุมหักเหในแท่งพลาสติก θ_2 เสมอ นั่นคือ รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก และอัตราส่วน $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ มีค่าคงตัว หรืออัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหมีค่าคงตัว ไม่ว่ามุมตกกระทบ θ_1 จะเป็นเท่าใด

หากเปลี่ยนแท่งพลาสติกเป็นวัตถุอื่น อัตราส่วนก็ยังมีค่าคงตัว แต่ค่าคงตัวสำหรับวัตถุ
คู่หนึ่ง ๆ นั้นจะมีค่าไม่เท่ากัน เช่น เมื่อให้แสงเคลื่อนที่จากอากาศผ่านเข้าไปในเพชรจะได้ค่าคงตัว
เท่ากับ 2.42 และแสงจากอากาศผ่านเข้าไปในน้ำจะได้ค่าคงตัวเท่ากับ 1.33

ศึกษาภาพที่ 6.1 อีกครั้งหนึ่ง จะเห็นว่ามุมตกกระทบ θ_3 ในแท่งพลาสติกจะมีค่าน้อยกว่า
มุมหักเห θ_4 เสมอ และ $\frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_4}$ มีค่าคงตัว ถ้าเปลี่ยนแท่งพลาสติกเป็นวัตถุอื่น มุมตกกระทบ
 θ_3 ก็ยังน้อยกว่ามุมหักเห θ_4 และ $\frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_4}$ ก็ยังคงมีค่าคงตัวเช่นกัน แต่ค่าคงตัวนี้จะต่างจาก
ค่าคงตัวระหว่างแท่งพลาสติกกับอากาศ

สำหรับมุมตกกระทบค่าหนึ่ง อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหัก
เหมีค่าคงตัว ความสัมพันธ์นี้เรียกว่า กฎของสเนลล์



ภาพที่ 6.2 รังสีตกกระทบในตัวกลาง 1 และรังสีหักเหในตัวกลาง 2

ค่าคงตัวที่กล่าวมานั้นเรียกว่า **ดัชนีหักเหของวัตถุ** หรืออาจเรียกว่า **ดัชนีหักเหของวัตถุ**
เทียบกับตัวกลางแรกที่แสงผ่านมา สัญลักษณ์ที่นิยมใช้สำหรับดัชนีหักเห คือ n จากภาพที่ 6.2
แสงผ่านจากตัวกลาง 1 เข้าไปในตัวกลาง 2 และหักเหในตัวกลาง 2

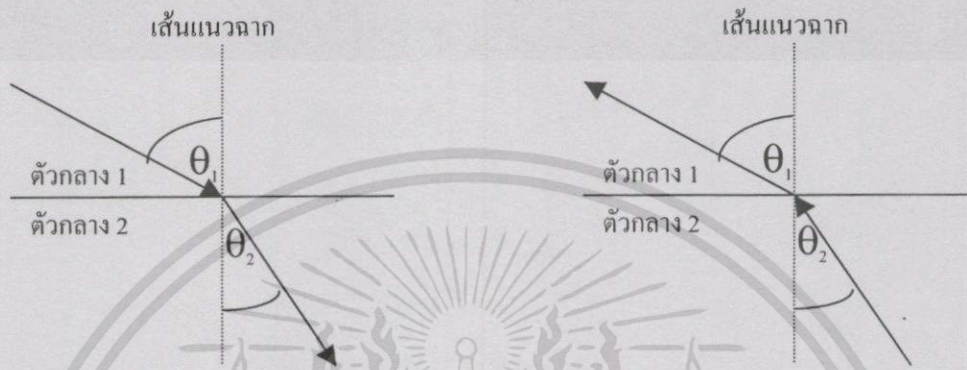
- ถ้า n เป็นดัชนีหักเหของตัวกลาง 2 เทียบกับตัวกลาง 1
- θ_1 เป็นมุมตกกระทบในตัวกลาง 1
- θ_2 เป็นมุมหักเหในตัวกลาง 2

$$\text{จะได้ } n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \dots\dots\dots(1)$$

โดยทั่วไปนิยมกำหนดดัชนีหักเหของวัตถุหรือตัวกลางต่าง ๆ เทียบกับสุญญากาศ
เป็นต้นว่า ดัชนีหักเหของอากาศเทียบกับสุญญากาศมีค่าประมาณ 1.0003 ซึ่งอาจประมาณได้
ว่ามีค่าเป็น 1 ดังนั้น ดัชนีหักเหของวัตถุเทียบกับอากาศจึงสามารถถือได้ว่าเป็นค่าดัชนีหักเห
ของวัตถุเทียบกับสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

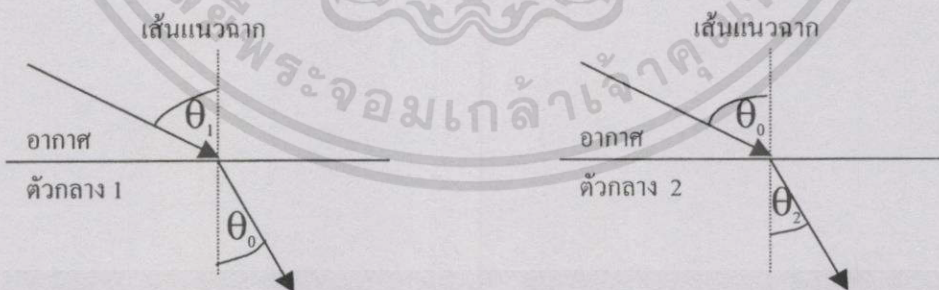
เราทราบแล้วว่า เมื่อแสงผ่านจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งจะเกิดการหักเหของแสง จากภาพที่ 6.3 ก แสงตกกระทบบนตัวกลาง 1 มีมุมตกกระทบบน θ_1 เมื่อผ่านเข้าไปในตัวกลาง 2 มีมุมหักเห θ_2 ถ้าให้แสงผ่านจากตัวกลาง 2 ไปยังตัวกลาง 1 บ้าง ดังภาพที่ 6.3 ข โดยทำมุมตกกระทบบน θ_2 ซึ่งเป็นค่าเดียวกับมุมหักเหในภาพที่ 6.3 ก เมื่อแสงหักเหในตัวกลาง 1 มุมหักเหจะเป็น θ_1 ซึ่งเป็นค่าเดียวกับมุมตกกระทบบน ในภาพที่ 6.3 ก



ก แสงจากตัวกลาง 1 ผ่านมาตัวกลาง 2 ข แสงจากตัวกลาง 2 ผ่านไปตัวกลาง 1
ภาพที่ 6.3 การกลับทางเดินของแสง

เราทราบแล้วว่า การบอกระชนีหักเหของวัตถุเป็นการบอกโดยเทียบกับอากาศ แต่นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า ดรรชนีหักเหของวัตถุ

ในกรณีแสงเดินทางจากตัวกลาง 1 ผ่านเข้าไปในตัวกลาง 2 โดย n_1 เป็นดรรชนีหักเหของตัวกลาง 1 เทียบกับอากาศ และ n_2 เป็นดรรชนีหักเหของตัวกลาง 2 เทียบกับอากาศ โดย θ_1 เป็นมุมตกกระทบบน และ θ_2 เป็นมุมหักเห ดังภาพที่ 6.3 ก



ก แสงจากอากาศ ผ่านไปตัวกลาง 1 ข แสงจากอากาศ ผ่านไปตัวกลาง 2
ภาพที่ 6.4 แสงเดินทางจากอากาศไปยังตัวกลางต่างชนิดกัน

เราสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง n_1 และ n_2 ได้ ดังนี้

ให้แสงเดินทางจากตัวกลาง 1 ผ่านเข้าไปในอากาศ มีมุมตกกระทบ θ_1 และมีมุมหักเห θ_0 ดังภาพที่ 6.4 ก

จากสมการ (1) จะได้
$$n_1 = \frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_1} \dots\dots\dots(2)$$

ให้แสงเดินทางจากอากาศผ่านเข้าไปในตัวกลาง 2 มีมุมตกกระทบ θ_0 และมีมุมหักเห θ_2 ดังภาพที่ 6.4 ข

จะได้
$$n_2 = \frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_2} \dots\dots\dots(3)$$

(2) / (3) จะได้
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_1}}{\frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_2}}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_1} \times \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_0}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

หรือ
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

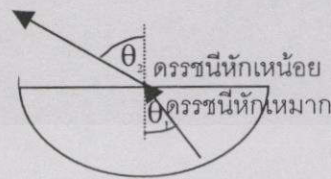
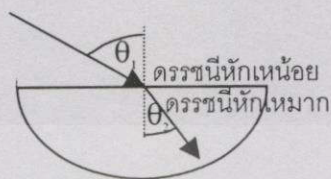
แสงมีการหักเหเมื่อเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ และมีกฎการหักเหของแสง ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหอยู่บนระนาบเดียวกันเสมอ
2. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่งกับไซน์ของมุมหักเหในตัวกลางหนึ่งมีค่าคงตัวเสมอ

ผลจากการหักเหของแสงทำให้เกิดปรากฏการณ์หลายอย่างที่น่าสนใจ ซึ่งจะได้ศึกษาต่อไป

ก. การสะท้อนกลับหมด

เมื่อมีแสงจากอากาศผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติกซึ่งมีค่าดัชนีหักเหมากกว่าอากาศ พบว่ามุมหักเหในแท่งพลาสติกมีค่าน้อยกว่ามุมตกกระทบในอากาศ จะเห็นรังสีหักเหเบนเข้าหาเส้นแนวฉากเมื่อเทียบกับแนวรังสีเดิม ดังภาพ 6.5 ก



ก. แสงจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเห
น้อย ผ่านไปตัวกลางที่มีดัชนีหักเห
มากกว่า ภาพที่ 6.5 แสงเดินทางจากตัวกลางสองชนิดที่มีดัชนีหักเหต่างกัน

ข. แสงจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเห
มากกว่า ผ่านไปตัวกลางที่มีดัชนีหักเห
น้อย

ในทางกลับกัน ถ้าให้แสงจากแท่งพลาสติกผ่านออกสู่อากาศจะเห็นรังสีหักเหเบนออกจากเส้นแนวฉาก เมื่อเทียบกับแนวรังสีเดิม ดังภาพที่ 6.5 ข

นักเรียนจะได้เห็นลักษณะการหักเหของแสงออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศ สำหรับมุมตกกระทบในแท่งพลาสติกค่าต่าง ๆ กัน

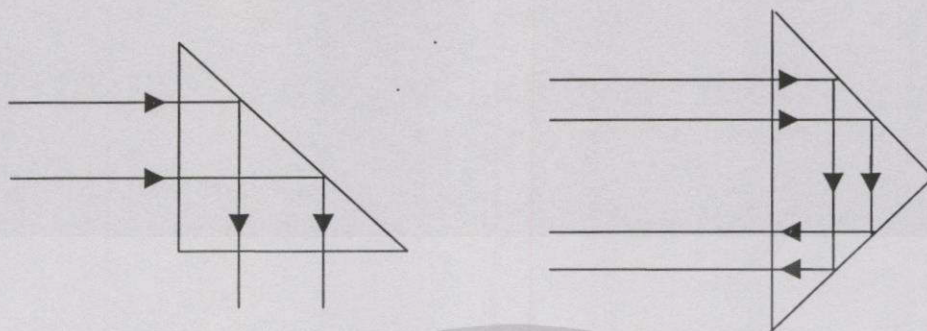
เมื่อแสงจากแท่งพลาสติกซึ่งเป็นตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากกว่าผ่านเข้าไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหต่ำกว่ามุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า 90 องศา (ซึ่งกรณีนี้รังสีหักเหขนานไปกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง) เรียกว่า มุมวิกฤต ถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตจะไม่มีรังสีหักเห จะมีแต่รังสีสะท้อนเท่านั้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การสะท้อนกลับหมด ดังแสดงในภาพที่ 6.6 ก



ก. มุมตกกระทบเล็กกว่ามุมวิกฤต ข. มุมตกกระทบเท่ากับมุมวิกฤต ก. มุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤต
ภาพที่ 6.6 การสะท้อนกลับหมดในตัวกลางที่มีดัชนีหักเห

การสะท้อนแบบนี้ให้ผลดีกว่าการสะท้อนจากกระจกเงาราบที่ใช้ปรอทหรือโลหะบางอย่าง ฉาบไว้ที่ผิวกระจก เนื่องจากปรอทหรือโลหะที่ฉาบที่ผิวกระจกนั้นติดไม่ทน ดังจะเห็นได้จาก

กระจกเงาราบทั่วไป นอกจากนี้โดยการใช้ปริซึมลักษณะดังกล่าว เราอาจเลือกทิศทางให้แสงผ่านออกมาได้ด้วย ปริซึมลักษณะนี้มีใช้อย่างแพร่หลายในทัศนอุปกรณ์หลายชนิด



ภาพที่ 6.7 การสะท้อนกลับหมดจากปริซึมที่มีมุม $45^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ เมื่อวางปริซึมรับแสงในลักษณะต่างกัน

ข. ความลึกปรากฏ

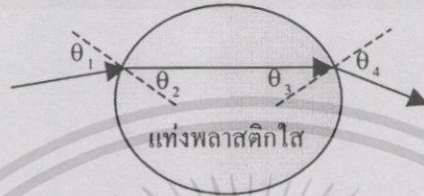
ในการมองวัตถุที่อยู่ในน้ำโดยผู้มองอยู่ในอากาศดังภาพ 6.8 จะมองเห็นวัตถุได้ก็ต่อเมื่อแสงจากวัตถุเคลื่อนที่ผ่านน้ำ หักเหออกสู่อากาศแล้วเข้านัยน์ตา เนื่องจากอากาศมีดัชนีหักเห น้อยกว่าน้ำ ดังนั้นมุมหักเหในอากาศจึงมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบในน้ำ เมื่อต่อแนวรังสีหักเหย้อนกลับไปในน้ำ แนวของรังสีหักเหจะไปตัดกันที่ตำแหน่งภาพของวัตถุที่เห็นซึ่งอยู่เหนือ O ซึ่งเป็นตำแหน่งของวัตถุ และ O' นี้เป็นเสมือนตำแหน่งที่ตามองเห็นจริง ระยะ $O'A$ นี้เรียกว่า ความลึกปรากฏ ระยะ OA เรียกว่า ความลึกจริง



ภาพที่ 6.8 ความลึกของวัตถุที่ปรากฏแก่สายตาและความลึกจริงของวัตถุ

ค. การหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลมและเลนส์

วางแท่งพลาสติกใสรูปโค้งวงกลมบนแผ่นกระดาษขาว ให้ลำแสงจากกล่องแสงตกกระทบบนที่ผิวพลาสติกนี้ จะพบว่าลำแสงหักเหในแท่งพลาสติกเบนออกจากแนวของลำแสงตกกระทบบนเข้าหาเส้นแนวฉาก ดังภาพที่ 6.9 นั่นคือ มุมตกกระทบบน θ_1 มีค่ามากกว่ามุมหักเห θ_2 และขณะแสงในแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ แสงจะเบนออกจากแนวเดิม โดยมุมตกกระทบบน θ_3 มีค่าน้อยกว่ามุมหักเห θ_4



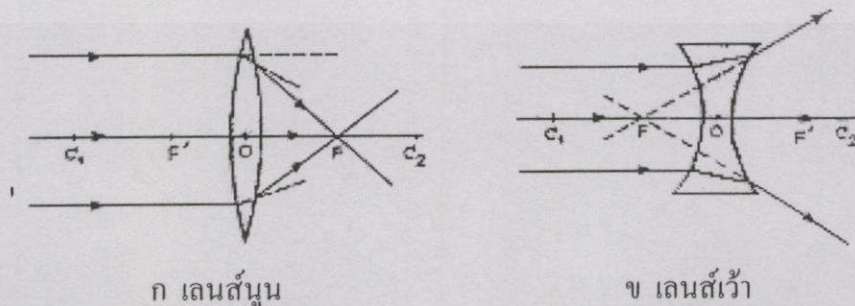
ภาพที่ 6.9 การหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลม

การหักเหที่ผิวโค้งที่เราพบเห็นอยู่เสมอ คือ การหักเหของแสงที่เลนส์หรือแก้วที่ผิวโค้งสองข้างไม่ขนานกัน เลนส์แบ่งออกเป็นสองชนิด คือ เลนส์นูน และเลนส์เว้า ดังภาพที่ 6.10



ภาพที่ 6.10 เลนส์นูนและเลนส์เว้าในแบบต่างๆ

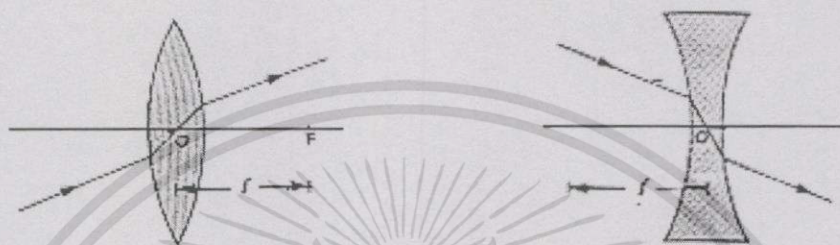
จากภาพที่ 6.11 ก และ ข c_1 และ c_2 คือ ศูนย์กลางความโค้งของผิวทั้งสองของเลนส์นูนและเลนส์เว้า เส้นที่ลากผ่าน c_1 และ c_2 เรียกว่า เส้นแกนमुखสำคัญ จุด F เป็นจุดบนเส้นแกนमुखสำคัญ ซึ่งเป็นจุดตัดร่วมกันของแนวรังสีหักเหที่ออกจากเลนส์ เมื่อมีแสงขนานตกกระทบบนแนวขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ



ภาพที่ 6.11 ส่วนสำคัญของเลนส์และรังสีบางรังสีที่ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของเลนส์นูน รังสีหักเหจะไปตัดกันจริง แต่สำหรับเลนส์เว้าต้องต่อแนวรังสีหักเหย้อนกลับไปจึงจะตัดกัน จุด F นี้เรียกว่า โฟกัสमुखสำคัญของเลนส์ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า โฟกัส ซึ่งจะเป็นตำแหน่งภาพของวัตถุที่อยู่ไกลจากเลนส์มากนั่นเอง ถ้าให้แสงจากด้านขวามือของเลนส์เข้ามาสู่เลนส์ในภาพที่ 6.11 จะได้โฟกัสซึ่งอยู่คนละด้านกับ F จุด O เป็นจุดที่อยู่ภายในเลนส์ และอยู่บนเส้นแกนमुखสำคัญ ซึ่งเมื่อรังสีหักเหภายในเลนส์ผ่านจุดนี้แล้ว จะมีแนวรังสีหักเหที่ออกมาจากเลนส์ขนานกับแนวรังสีตกกระทบ ดังภาพที่ 6.12 จุด O นี้เรียกว่า ศูนย์กลางเลนส์

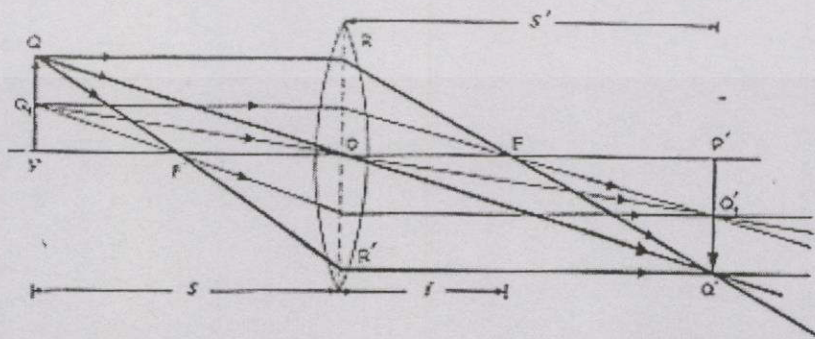


ภาพที่ 6.12 ศูนย์กลางเลนส์ของเลนส์นูนและเลนส์เว้า

เลนส์ที่ใช้ศึกษาเป็นเลนส์บางซึ่งมีรัศมีความโค้งมากทั้งสองผิว และรัศมีทั้งสองมีค่าเท่ากัน ดังนั้นจึงถือได้ว่าศูนย์กลางเลนส์อยู่ที่จุดกึ่งกลางระหว่างผิวทั้งสอง และรังสีตกกระทบที่ผ่านศูนย์กลางเลนส์ไม่เปลี่ยนแนวทางเมื่อผ่านเลนส์ไป และระยะทางจากศูนย์กลางเลนส์ถึงโฟกัสเรียกว่า ความยาวโฟกัส f

การหาตำแหน่งของภาพที่เกิดจากเลนส์บางนั้น อาจทำได้โดยการเขียนแผนภาพของรังสีของแสง โดยใช้รังสีหลัก 3 เส้น คือ

1. รังสีตกกระทบที่ขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ เมื่อผ่านเลนส์แล้ว จะผ่านโฟกัส F ของเลนส์ หรือเมื่อต่อแนวรังสีที่ผ่านเลนส์ออกไปในทิศทางย้อนกลับจะผ่านโฟกัส F
2. รังสีตกกระทบที่ผ่านศูนย์กลางเลนส์ เมื่อผ่านเลนส์แล้วจะออกไปในแนวเดิม
3. รังสีตกกระทบที่ผ่านโฟกัส F เมื่อผ่านเลนส์แล้วจะขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญของเลนส์



ภาพที่ 6.13 การเขียนรังสีของแสงเพื่อหาภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้หลักการดังกล่าว จะสามารถหาดำแหน่งภาพได้ดังต่อไปนี้ ถ้ามีวัตถุ PQ วางไว้ที่ระยะ s จากเลนส์นูน ซึ่งมีความยาวโฟกัส f ดังภาพที่ 6.13 การหาดำแหน่งภาพทำได้โดย

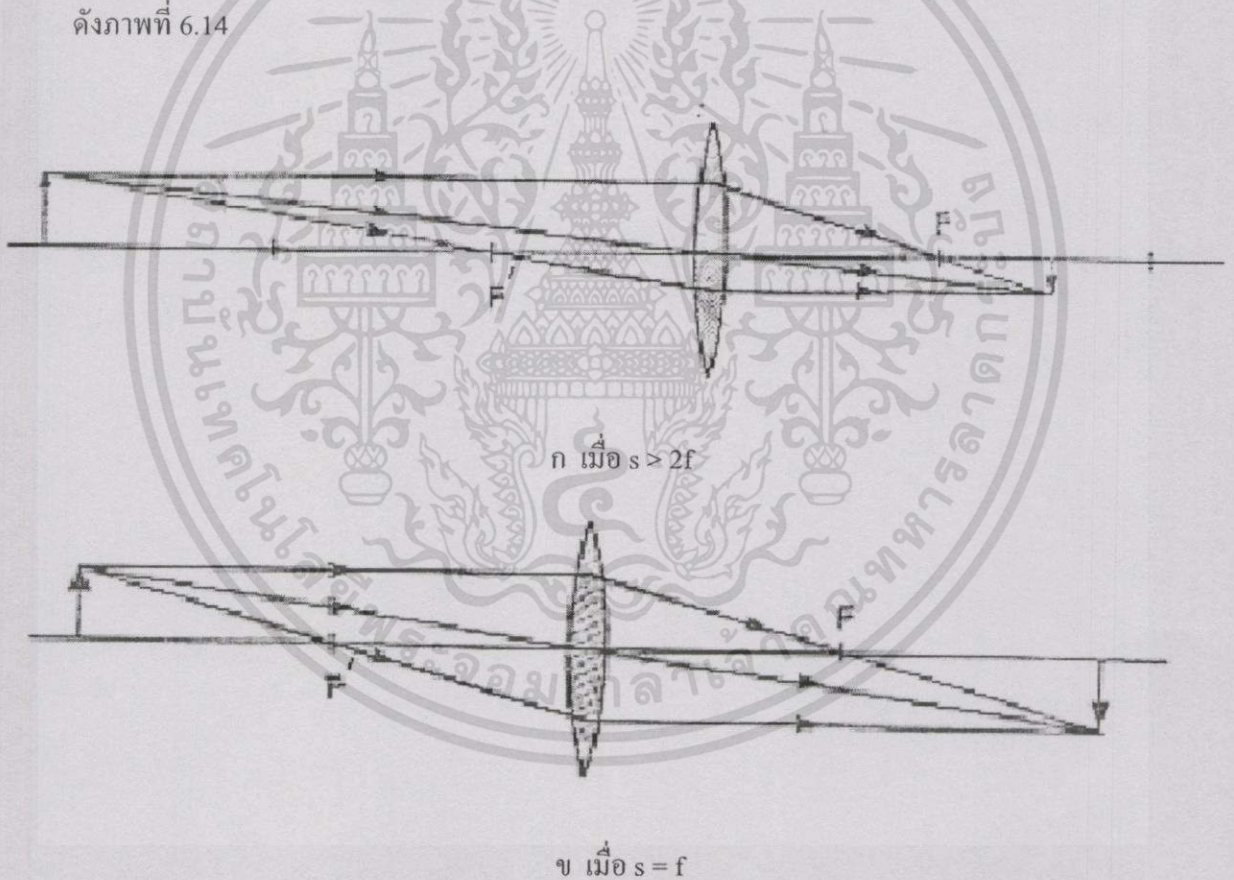
1. ลากรังสีตกกระทบ QR ขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ รังสีหักเหจะผ่านโฟกัส F
2. ลากรังสีตกกระทบ QO ผ่านศูนย์กลางเลนส์ O รังสีหักเหจะผ่านเลนส์ออกไปในแนวเดิม

แนวเดิม

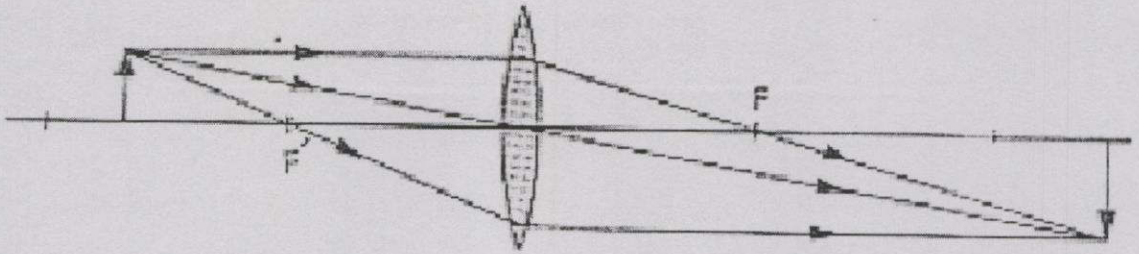
3. ลากรังสีตกกระทบ QR ผ่านโฟกัส F รังสีหักเหจะขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญของเลนส์

รังสีหักเหทั้งสามจะตัดกันที่ Q' ซึ่งเป็นตำแหน่งภาพของ Q เมื่อเขียนรังสี 3 รังสีจาก Q_1 จะได้ Q'_1 เป็นภาพของ Q_1 ในทำนองเดียวกันจะได้ P' เป็นภาพของ P นั่นคือ $P'Q'$ เป็นภาพของวัตถุ PQ และอยู่ห่างจากเลนส์เป็นระยะ s'

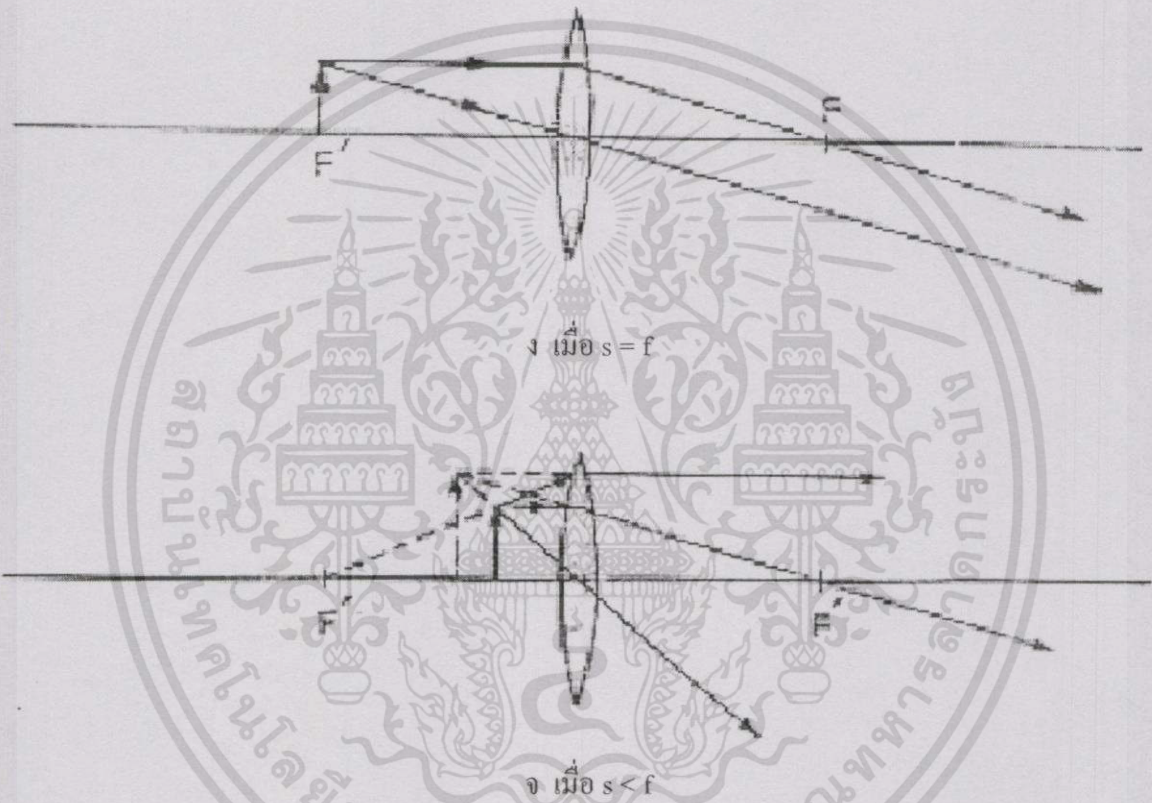
ถ้าวางวัตถุไว้ที่ระยะต่าง ๆ กัน เราจะหาดำแหน่งภาพได้โดยการเขียนรังสีของแสง ดังภาพที่ 6.14



ภาพที่ 6.14 การเขียนรังสีของแสงเพื่อหาภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเมื่อวางวัตถุไว้ที่ระยะต่าง ๆ กัน



ค เมื่อ $f < s < 2f$

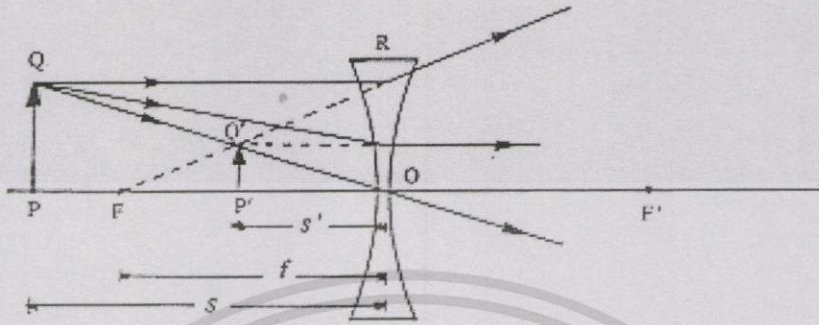


จ เมื่อ $s < f$

ภาพที่ 6.14 (ต่อ)

จากการเขียนภาพแสดงการเกิดภาพจากเลนส์นูน พบว่าภาพที่เกิดขึ้นมีทั้งอยู่ด้านหลังเลนส์ ดังภาพที่ 6.14 ก-ง และอยู่ด้านหน้าเลนส์นูน ดังภาพที่ 6.14 จ ภาพที่เกิดด้านหลังเลนส์ เป็นภาพที่เกิดจากรังสีหักเหมาตัดกันจริง ซึ่งเรียกว่า ภาพจริง ส่วนภาพที่เกิดด้านหน้าเลนส์ เป็นภาพที่รังสีหักเหเสมือนมาตัดกัน ซึ่งเรียกว่า ภาพเสมือน สำหรับขนาดของภาพมีทั้งขนาดขยาย ขนาดเท่าวัตถุ และขนาดลด

ถ้าใช้เลนส์เว้าแทนเลนส์นูนในภาพที่ 6.13 จะเขียนรังสีของแสงเพื่อหาภาพได้ดังภาพที่ 6.15 ในกรณีนี้ภาพเป็นภาพเสมือน เพราะไม่ได้เกิดจากรังสีหักเหไปตัดกันจริง



ภาพที่ 6.15 การเขียนรังสีของแสงเพื่อหาภาพที่เกิดจากเลนส์เว้า





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light

บทเรียนทางฟิสิกส์ช่วยสอน
วิชาฟิสิกส์ (9-121)
เรื่อง

การหักเหของแสง

สำหรับนักเรียนที่เรียนฟิสิกส์

Refraction of Light

กรรณเจียมข้อมูลผู้เรียน

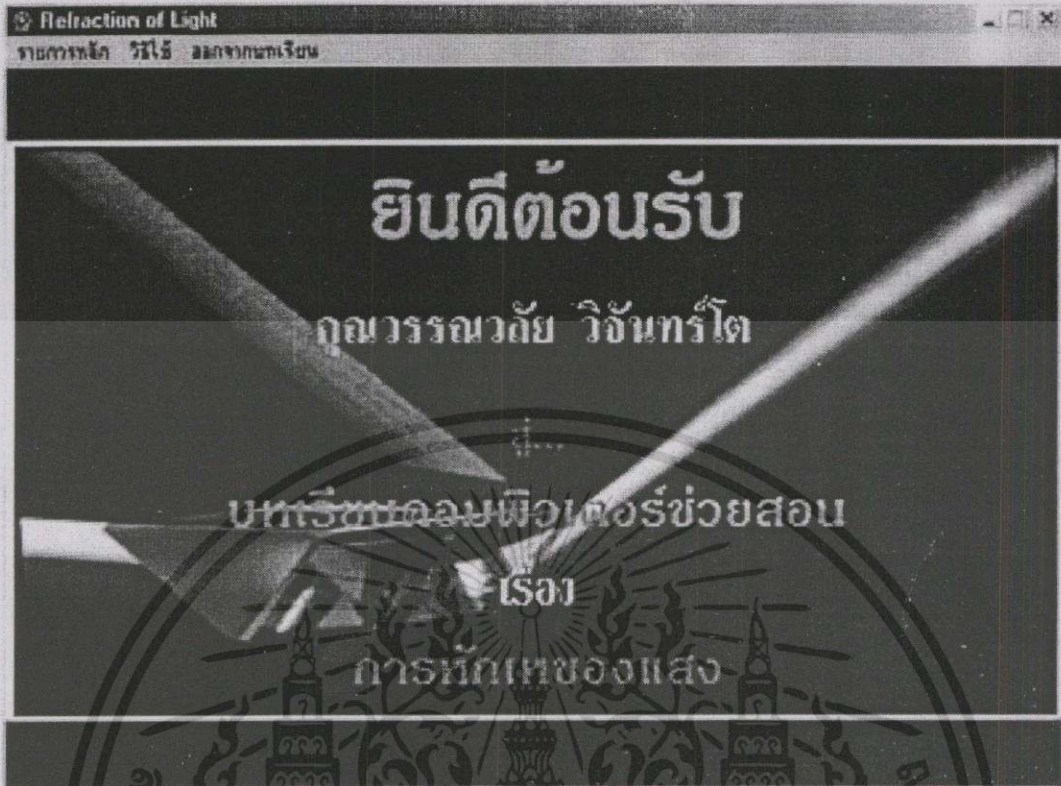
ชื่อ - นามสกุล วราภรณ์ วิจิตรวิไล

รหัสประจำตัว 41064205

ชื่อ - นามสกุล และ รหัสประจำตัว ถูกต้องหรือไม่

ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
รายการฝึก 3115 ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

จุดประสงค์การเรียนรู้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "การหักเหของแสง"
มีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

1. บอกกฎของสเนลล์ และนำไปอธิบายความหมายของดรรชนีหักเหของวัสดุได้
2. นำกฎของสเนลล์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับมุมการหักเหของแสงได้
3. บอกความหมายของมุมวิกฤต และใช้กฎของสเนลล์หาตำแหน่งวิกฤตของวัสดุได้
4. นำทฤษฎีการสะท้อนกลับหมดไปอธิบายการใช้อุปกรณ์ใยนำแสงได้
5. ใช้กฎการหักเหของแสงในการอธิบายรูป เพื่ออธิบายความหมายและเปรียบเทียบความยาวของ ความลึกจริง และความลึกปรากฏได้

หน้าที่ 1 / 2

Refraction of Light
รายการฝึก 3115 ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

จุดประสงค์การเรียนรู้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "การหักเหของแสง"
มีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

6. บอกความแตกต่างของเลนส์บวมและเลนส์เว้า หรือทั้งอธิบายศูนย์กลางความโค้ง
เส้นแกนหลัก โฟกัสคู่หลัก ศูนย์กลางเลนส์ โฟกัสและความยาวโฟกัสของเลนส์ได้
7. ใช้กฎการหักเหของแสงในการเขียนแผนภาพรังสีของแสงเพื่อหาตำแหน่งภาพและ
ขนาดภาพของวัตถุ ที่วางไว้หน้าเลนส์ได้
8. บอกความแตกต่างของภาพจริงและภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์ได้

หน้าที่ 2 / 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
ภาพการหักเหของแสง

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ บททวนความรู้เดิม

ธรรมชาติของแสง

จากการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ พบว่า แสงเดินทางเป็นเส้นตรงในตัวกลางชนิดเดียวกัน และแสงจะเปลี่ยนแนวทางเดิน เมื่อ ...

1. แสงเดินทางระหว่างตัวกลาง
2. แสงเกิดการหักเห
3. แสงเปลี่ยนความเร็ว

หน้าที่ 1 / 6

Refraction of Light
ภาพการหักเหของแสง

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ บททวนความรู้เดิม

เนื่องจากแสงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง จึงเรียกแนวทางการเคลื่อนที่ของแสงที่เป็นเส้นตรงว่า **รังสีของแสง**

การเขียนรังสีของแสง ใช้ลูกศรกำกับเส้นตรงเพื่อบอกทิศทาง

→

แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงที่เป็นเส้นตรงนี้ ใช้ได้ในกรณีที่มีตัวกลางที่แสงเคลื่อนที่ไปเป็นตัวกลางชนิดเดียวกัน

หน้าที่ 2 / 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
จากสารทึบ วัสดุ ออกจากเขตเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ ทบทวนความรู้เดิม

ถ้าแสงประกอบด้วยรังสีของแสงเป็นจำนวนมาก
แบ่งออกเป็น

1. รังสีอินฟราเรด
2. รังสีที่มองเห็น
3. รังสีอัลตราไวโอเล็ต

หน้าที 3 / 6

Refraction of Light
จากสารทึบ วัสดุ ออกจากเขตเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ ทบทวนความรู้เดิม

รังสีอินฟราเรด

รังสีอินฟราเรด เป็นแนวรังสีที่มาจาก
แหล่งกำเนิดที่อยู่ไกลจากผู้สังเกต
มาก ๆ เช่น แสงจากดวงอาทิตย์

คลิก

รูปแสดงรังสีอินฟราเรด

หน้าที 3 / 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
ภาพการหักเห วิดีโอ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ บททวนความรู้เดิม

สมบัติของแสงเชิงเรขาคณิต

1. การสะท้อนของแสง
2. การหักเหของแสง

หน้า 4 / 6

Refraction of Light
ภาพการหักเห วิดีโอ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ บททวนความรู้เดิม

การสะท้อนของแสง

การสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุใดๆ ก็อาจสรุปเป็น กฎการสะท้อนของแสง ได้ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก อยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน และตำแหน่งที่แสงตกกระทบ

หน้า 5 / 6


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
ภาพการหักเห วิดีโอ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ ทบทวนความรู้เดิม

จากกฎการสะท้อนของแสง ทำให้สามารถเขียนรังสีตกกระทบและรังสีสะท้อน เพื่อหาตำแหน่งภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ กระจกโค้งเว้า และกระจกโค้งนูนได้



รูปที่แสดงการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบ กระจกโค้งเว้า และกระจกโค้งนูน


หน้าที่ 6 / 6

Refraction of Light
ภาพการหักเห วิดีโอ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ ทบทวนความรู้เดิม

จบหัวข้อ
"ทบทวนความรู้เดิม"
กรุณาเลือกหัวข้อ
ที่ต้องการศึกษา
จากขอบเขตด้านบน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

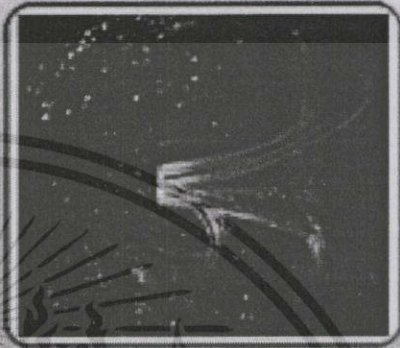
Refraction of Light
 ปรากฏการณ์ วิถีใช้ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชากลศาสตร์ เรื่อง การหักเหของแสง

เนื้อหาบทเรียน

- การหักเหของแสง
- การสะท้อนกลับหมด
- ความลึกปรากฏ
- การหักเหของแสงที่ผิวโค้งวงกลมและเลนส์

ข้อแนะนำ นักเรียนต้องศึกษาเรื่องการหักเหของแสง ก่อนที่จะศึกษาในเรื่องอื่น




Refraction of Light
 ปรากฏการณ์ วิถีใช้ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชากลศาสตร์ เรื่อง การหักเหของแสง

การหักเหของแสง

การหักเหของแสง
 เกิดจากการที่แสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งเข้าสู่ตัวกลางหนึ่ง โดยแนวทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางไม่ตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง
 เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ขณะที่แสงผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง ถ้ารังสีตกกระทบไม่ตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง แสงจะเปลี่ยนจากแนวเดิม

รังสีตกกระทบ
 รังสีหักเห
 แนวตั้งฉาก
 รอยต่อ
 ตัวกลางที่ 1
 ตัวกลางที่ 2

รูปแสดงการหักเหของแสง

หน้า 1 / 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


Refraction of Light
 ภาพการ์ตูน ไร้ขีด จำกัดจากเว็บ

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ การหักเหของแสง

จากรูป มุมตกกระทบในอากาศ θ_1
 มีค่ามากกว่ามุมหักเหในแท่งพลาสติก
 θ_2 เสมอ และอัตราส่วน $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$
 มีค่าคงตัว

หากเปลี่ยนแท่งพลาสติกเป็น วัสดุอื่น
 อัตราส่วน $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ ก็ยังมีค่าคงตัวเช่นเดิม
 แต่ค่าคงตัวสำหรับวัสดุต่าง ๆ จะมีค่า
 ไม่เท่ากัน



แท่งพลาสติก

หน้าที 2 / 11

Refraction of Light
 ภาพการ์ตูน ไร้ขีด จำกัดจากเว็บ

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ การหักเหของแสง

สรุปได้ว่า...

ค่ามุมหักเหของแสงที่ตกกระทบบนผิวกลางแนวตั้งที่แสงผ่าน
 อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบต่อค่าไซน์ของมุมหักเห มีค่าคงตัวเสมอ

ความเข้มของแสงที่เรียกว่า **กฎของสเนลล์**
 ค่าคงตัว ดังกล่าว เรียกว่า **ดัชนีหักเหของวัสดุ**
 หรือเรียกว่า **ความเร็วของแสงของวัสดุเทียบกับความเร็วแสงในสุญญากาศ**
 สัญลักษณ์ที่นิยมใช้สำหรับดัชนีหักเห คือ **n**

หน้าที 3 / 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
 รายการหลัก วิดีโอ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ การหักเหของแสง

จากรูป จะเห็นว่า เมื่อแสงผ่าน
 รอยต่อระหว่างอากาศกับแท่งพลาสติก
 หรือระหว่างแท่งพลาสติก กับอากาศ
 แสงจะเบนลง ทวนหรือ
 เว้นปรากฏการณ์นี้ว่า
"การหักเหของแสง"

หน้าที่ 4 / 11

Refraction of Light
 รายการหลัก วิดีโอ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ การหักเหของแสง

ถ้า n คือ ดรรชนีหักเหของตัวกลาง 2
 เทียบกับตัวกลาง 1
 θ_1 คือ มุมตกกระทบในตัวกลาง 1
 θ_2 คือ มุมหักเหในตัวกลาง 2

จะได้
$$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

หน้าที่ 5 / 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
ภาพการหักเห วิดีโอ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง

▶▶▶ การหักเหของแสง

ในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลาง 1 ผ่านเข้าไปในตัวกลาง 2

โดยที่	n_1	คือ	ตัวกลางหักเหของตัวกลาง 1 เทียบกับอากาศ
และ	n_2	คือ	ตัวกลางหักเหของตัวกลาง 2 เทียบกับอากาศ
	θ_0	คือ	มุมตกกระทบในอากาศ
	θ_1	คือ	มุมหักเหในตัวกลางที่ 1
	θ_2	คือ	มุมหักเหในตัวกลางที่ 2

หน้าที่ 6 / 11

Refraction of Light
ภาพการหักเห วิดีโอ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง

▶▶▶ การหักเหของแสง

เราสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง n_1 และ n_2 ได้ดังนี้

จาก	$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$	
จะได้	$n_1 = \frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_1}$ (1)
และ	$n_2 = \frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_2}$ (2)

หน้าที่ 7 / 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง

การหักเหของแสง

การหักเหของแสง

$$(1) / (2) ; \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_1}}{\frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_2}}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

หรือ

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง

การหักเหของแสง

การหักเหของแสง

สมบัติการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ ซึ่ง
กฎการหักเหของแสง มีดังนี้

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเห อยู่ในระนาบเดียวกับแนวฉาก
2. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบ ในตัวกลางหนึ่ง กับไซน์ของมุมหักเห ในอีกตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงตัวเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
 วิชาฟิสิกส์ วิชาวิทยาศาสตร์

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง

โจทย์ เมื่อกิ่งไม้จมน้ำในอากาศตกกระทบที่ผิวน้ำ เป็นมุมตกกระทบ 53 องศา และหักเหในน้ำเป็นมุม 37 องศา จงหาอัตราส่วนการหักเหของน้ำ

แนวความคิด จากโจทย์กำหนดให้

มุมตกกระทบในอากาศ $\theta_1 = 53^\circ$

มุมหักเหในน้ำ $\theta_2 = 37^\circ$

สิ่งที่ต้องทราบหา **อัตราส่วนการหักเหของน้ำ (n)**

หน้า 10 / 11

Refraction of Light
 วิชาฟิสิกส์ วิชาวิทยาศาสตร์

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง

โจทย์ เมื่อกิ่งไม้จมน้ำในอากาศตกกระทบที่ผิวน้ำ เป็นมุมตกกระทบ 53 องศา และหักเหในน้ำเป็นมุม 37 องศา จงหาอัตราส่วนการหักเหของน้ำ

วิธีทำ จาก $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$

แทนค่า $n = \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ}$

$\sin 53^\circ = \frac{4}{5}$

$\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$

$n = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}}$

$n = \frac{4}{3}$

อัตราส่วนการหักเหของน้ำ = $\frac{4}{3}$

หน้า 10 / 11

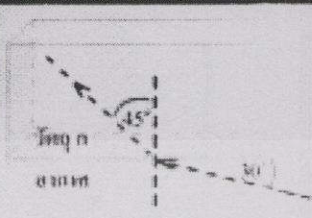
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
 วิชาฟิสิกส์ วิชาวิทยาศาสตร์

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง

โจทย์ จงรูปจากภาพรวมที่หักเหของวัสดุ ก

แนวคิด จงรูป



มุมตกกระทบในอากาศ $\theta_1 = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

มุมหักเหในวัสดุ ก $\theta_2 = 45^\circ$

สิ่งที่ต้องการหา คือ ค่าดัชนีหักเหของวัสดุ ก (n)

หน้า 11 / 11

Refraction of Light
 วิชาฟิสิกส์ วิชาวิทยาศาสตร์

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง

โจทย์ จงรูปจากภาพรวมที่หักเหของวัสดุ ก

วิธีทำ จาก $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$

แทนค่า $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ}$

$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$n = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{\sqrt{2}}}$

$n = 1.22$

ค่าดัชนีหักเหของวัสดุ ก = 1.22

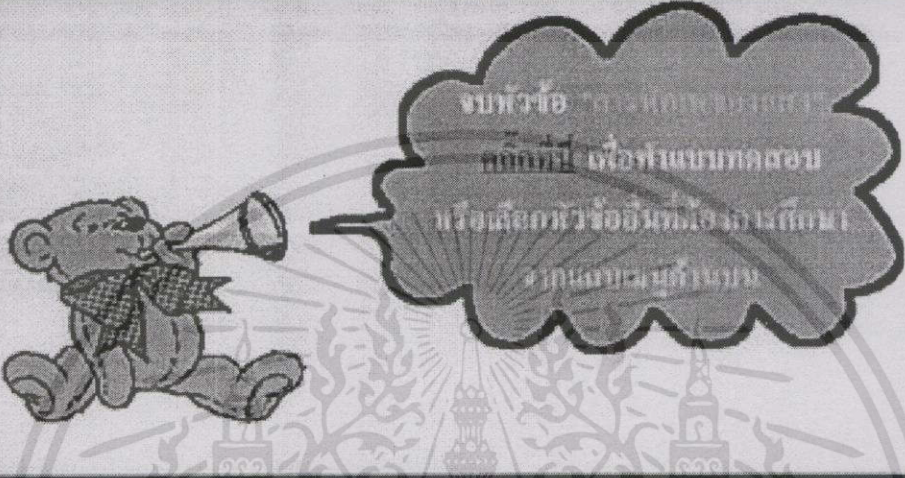
หน้า 11 / 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
 ปรากฏการณ์ 5555 ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ การหักเหของแสง



จับหัวข้อ "การหักเหของแสง"
 คลิกที่นี่ เพื่อทำแบบทดสอบ
 หรือเลือกหัวข้ออื่นที่สนใจการหักเห
 จากแถบเมนูด้านบน

Refraction of Light
 ปรากฏการณ์ 5555 ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

แบบทดสอบ

คำชี้แจง

แบบทดสอบ เรื่อง "การหักเหของแสง" มีทั้งหมด 7 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
 ข้อละ 1 คะแนน รวมทั้งหมด 7 คะแนน ให้นักเรียนใช้เมาส์คลิกเลือกคำตอบที่ถูกต้อง
 เพียงคำตอบเดียว โดยเมื่อนักเรียนคลิกเมาส์เลือกคำตอบในข้อใด ๆ แล้ว นักเรียนสามารถ
 แก้ไขคำตอบที่ได้เลือกตอบได้ตามความต้องการ หรือเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบจนครบ
 ทุกข้อแล้ว นักเรียนสามารถย้อนกลับมาแก้ไขคำตอบเฉพาะข้อที่ต้องการได้

เริ่มทำแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Refraction of Light
 ราชอาณาจักรไทย วิชาฟิสิกส์ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

แบบทดสอบ

1. ในภาวะปกติการหักเหของแสงแต่ละครั้ง ถือว่าปริมาณใดของแสงไม่เปลี่ยนแปลง

- ก.ทิศทางที่แสงเคลื่อนที่
- ข.ความถี่
- ค.ความยาวคลื่น
- ง.อัตราเร็ว

กดตอบ ข้อ

Refraction of Light
 ราชอาณาจักรไทย วิชาฟิสิกส์ ออกจากบทเรียน

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

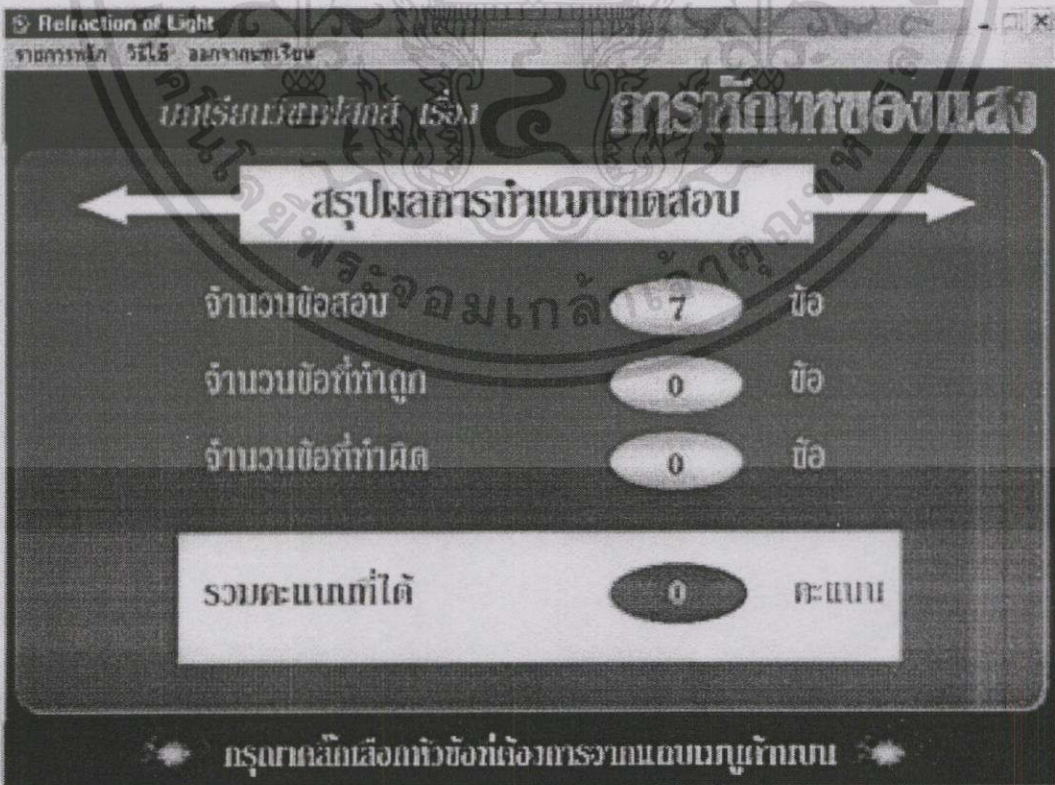
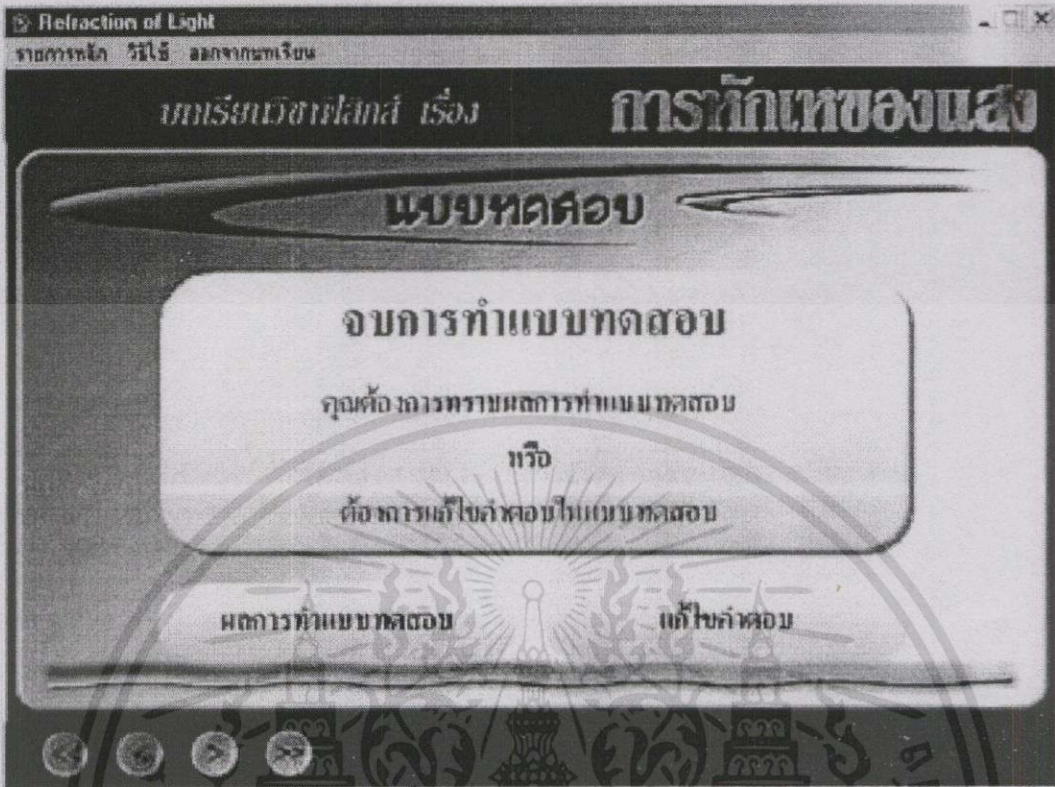
แบบทดสอบ

2. ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีลรรชนีหักเหน้อยไปยังตัวกลางที่มีลรรชนีหักเหมาก โดยแนวทางการเดินทางของแสงไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก.รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก
- ข.รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก
- ค.รังสีหักเหจะตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง
- ง.แสงจะตั้งฉากกลับหมด

กดตอบ ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


Refraction of Light
 ปรากฏการณ์ กระจก กระจกเงา

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

▶▶▶ การสืบบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การหักเหของแสง เป็นบทเรียนเพื่อใช้ในการทบทวนความรู้ สำหรับผู้ที่เคยศึกษาเรื่องการหักเหของแสงมาแล้ว

เมื่อคุณเข้าสู่บทเรียน คุณจะเห็นว่า มีแถบเมนูปรากฏอยู่ด้านบน ประกอบด้วย 3 หัวข้อใหญ่ คือ ปรากฏการณ์ กระจก กระจกเงา และออกจากบทเรียน



หน้าที 1 / 5

Refraction of Light
 ปรากฏการณ์ กระจก กระจกเงา

บทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง **การหักเหของแสง**

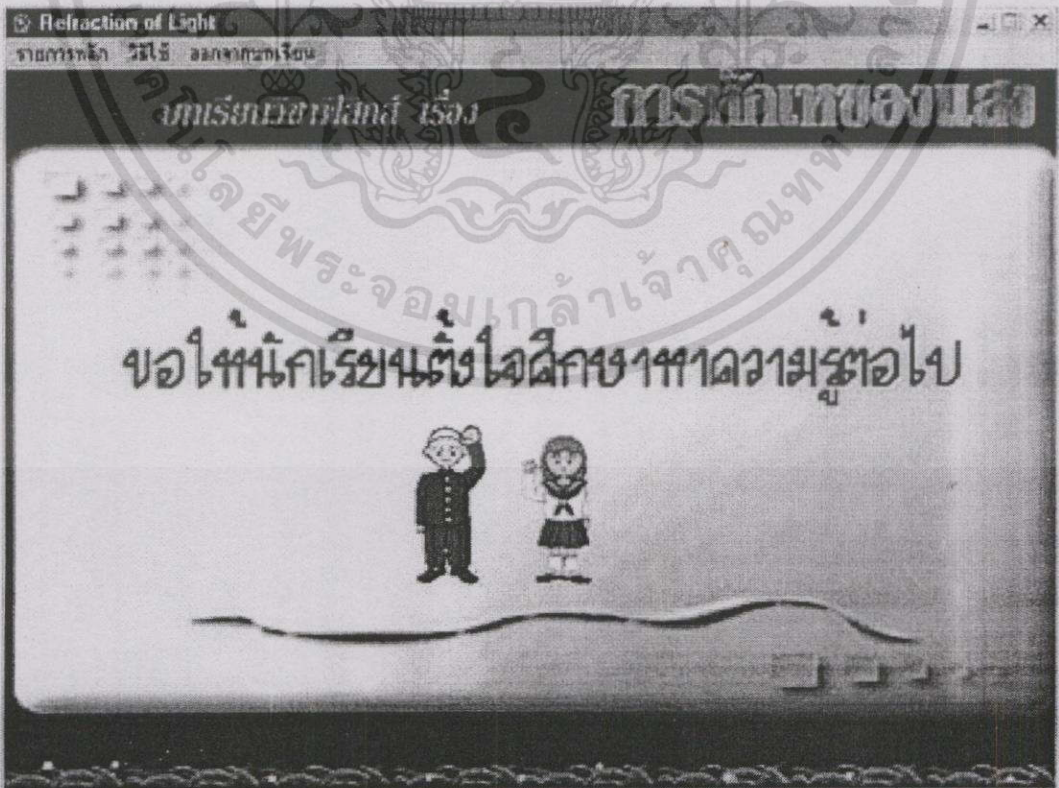
▶▶▶ เกี่ยวกับบทเรียน

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม
 ดร.วิไลพร วรจิตตภาณ ดร.รวิวรรณ ธนอิสสระ

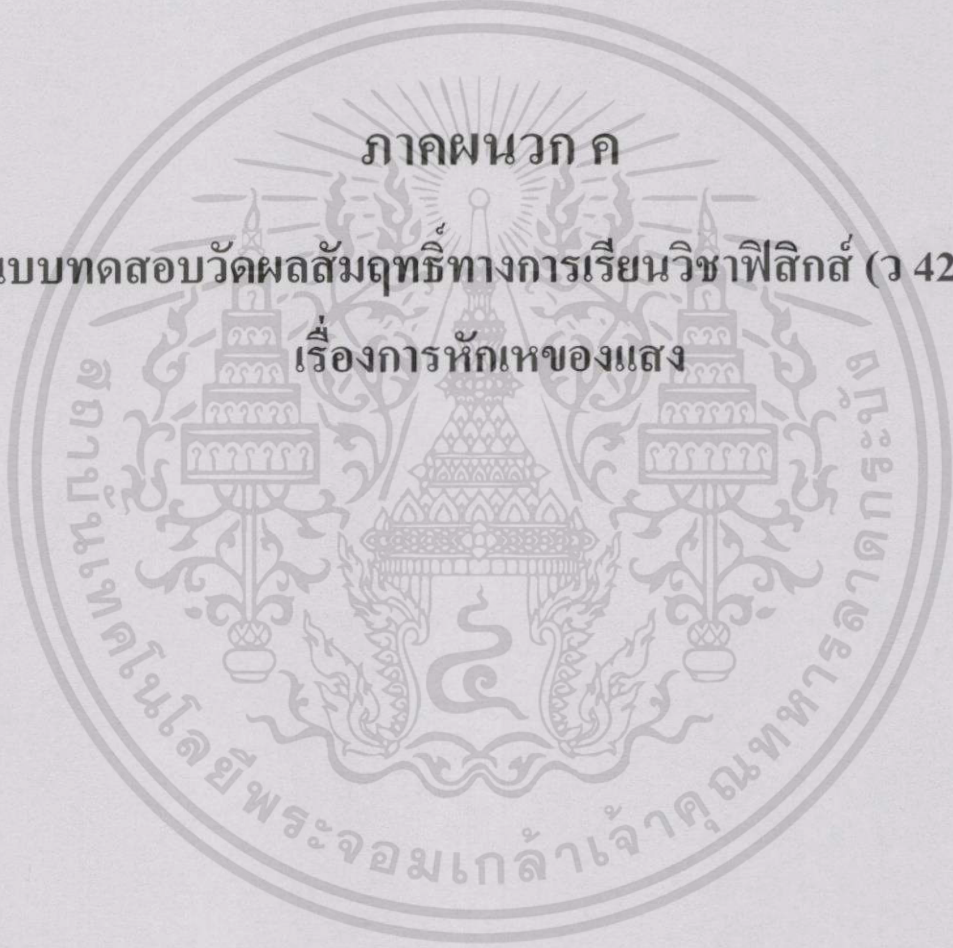
จัดทำโดย
 นางสาววรรณวลัย วิจิตรโต
 หลักสูตรวิชาสารสนเทศบริหารบัณฑิต
 สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุณาคลิกเลือกหัวข้อที่ต้องการชมแบบบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 421)
เรื่องการหักเหของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

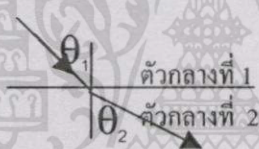
แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่อง การหักเหของแสง

เวลา 1 ชั่วโมง

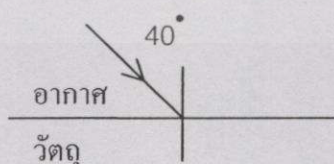
คะแนนเต็ม 20 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับหน้าข้อ ก ข ค หรือ ง ที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

- ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง
 - มุมวิกฤตของตัวกลางใด ๆ มีค่าคงที่เสมอ
 - มุมวิกฤตของตัวกลางใด ๆ เกิดขึ้นเมื่อแสงหักเหในตัวกลางนั้น
 - ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางใด ๆ ขึ้นอยู่กับตัวกลางที่แสงหักเห
 - ดัชนีหักเหของแก้วเทียบกับน้ำ แสดงว่าแสงตกกระทบในน้ำแล้วหักเหในแก้ว
- จากรูป แสงตกกระทบที่รอยต่อระหว่างตัวกลางที่ 1 และ 2 ปรากฏว่าวัดมุมตกกระทบ (θ_1) ของแสงในตัวกลางที่ 1 ได้เล็กกว่ามุมหักเห (θ_2) ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

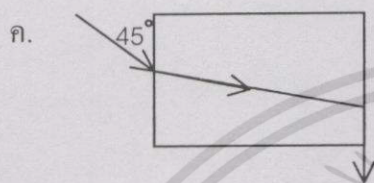
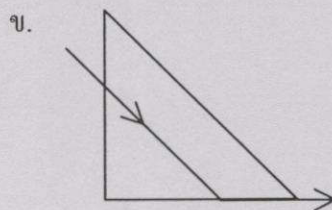
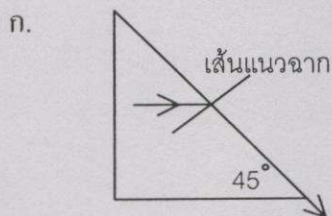


- ตัวกลางที่ 1 มีค่าความหนาแน่นและค่าดัชนีหักเหมากกว่าตัวกลางที่ 2
 - ตัวกลางที่ 1 มีค่าความหนาแน่นและค่าดัชนีหักเหน้อยกว่าตัวกลางที่ 2
 - ตัวกลางที่ 1 มีค่าความหนาแน่นน้อยกว่าและค่าดัชนีหักเหมากกว่าตัวกลางที่ 2
 - ตัวกลางที่ 1 มีค่าความหนาแน่นมากกว่าและมีค่าดัชนีหักเหน้อยกว่าตัวกลางที่ 2
- จากรูป สมมุติมีลำแสงในอากาศตกกระทบกับวัตถุโปร่งใสผิวเรียบทำมุม 40 องศา กับเส้นแนวฉาก ดังรูป ส่วนหนึ่งของแสงจะสะท้อนที่ผิว อีกส่วนหนึ่งจะหักเหเข้าไปในวัตถุ มุมที่ลำแสงสะท้อนกระทำกับลำแสงหักเห จะมีค่าอยู่ในช่วงเท่าใด



- น้อยกว่า 40 องศา
- ระหว่าง 40 องศา และ 50 องศา
- ระหว่าง 50 องศา และ 100 องศา
- ระหว่าง 100 องศา และ 140 องศา

8. ถ้ามุมวิกฤตของแท่งพลาสติกเท่ากับ 45° องศา เมื่อมีแสงจากอากาศเข้าไปแท่งพลาสติกสามเหลี่ยม มุมฉากดังรูปต่อไปนี้ รูปใดถูกต้อง



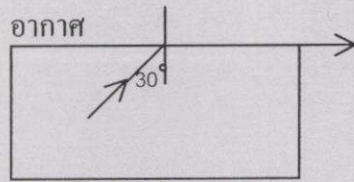
9. ข้อใดหมายถึงมุมวิกฤต

- ก. มุมหักเหที่มีค่าเท่ากับ 90° องศา
 ข. มุมตกกระทบที่พอดีทำให้แสงสะท้อนกลับหมด
 ค. มุมหักเหที่พอดีทำให้มุมตกกระทบมีค่าเท่ากับ 90° องศา
 ง. มุมตกกระทบที่พอดีทำให้มุมหักเหในตัวกลางสองมีค่า 90° องศา

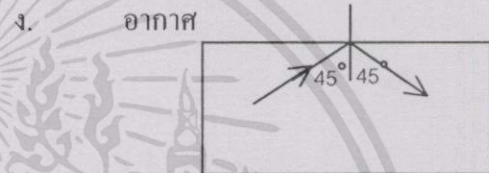
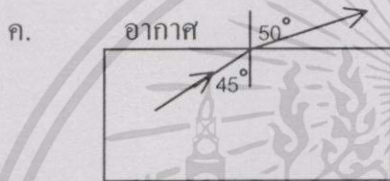
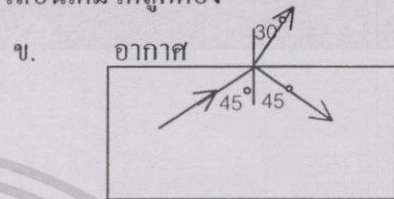
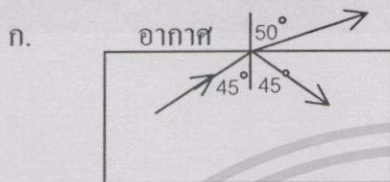
10. การนำเส้นใยนำแสงไปใช้ประโยชน์ทางด้านต่าง ๆ อาศัยหลักการใดของแสง

- ก. การหักเหของแสง
 ข. การสะท้อนกลับหมดของแสง
 ค. การเลี้ยวเบนของแสง
 ง. การแทรกสอดของแสง

11. ถ้าให้แสงเดินทางในแท่งพลาสติกใสดังรูป

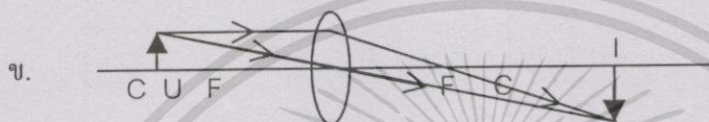
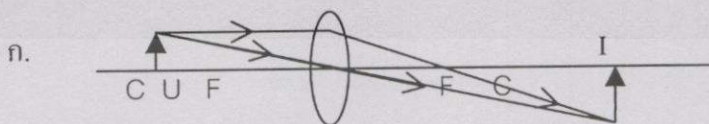


รูปใดต่อไปนี้จะแสดงทางเดินของแสงผ่านแท่งพลาสติกใสอันเดิมได้ถูกต้อง

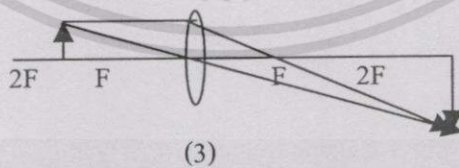


12. คนมองปลาในสระน้ำในแนวทำมุม 30° อดงกับแนวราบ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าข้อใดถูก
- ก. คนเห็นปลาตื้นกว่าที่เป็นจริง ข. คนเห็นปลาลึกกว่าที่เป็นจริง
- ค. คนเห็นปลาตามตำแหน่งที่เป็นจริง ง. คนเห็นปลากลับซ้าย-ขวา
13. นาย ก มองเห็นปลาตัวหนึ่งอยู่ลึกจากผิวน้ำ 1 เมตร นาย ก จะใช้จอบแทงปลาตัวนี้ให้ถูกต้องแทงอย่างไร
- ก. แทงตรงตัวปลาตามที่มองเห็น
- ข. ต้องแทงต่ำกว่า 1 เมตรจากผิวน้ำ
- ค. ต้องแทงลึกจากผิวน้ำไม่ถึง 1 เมตร
- ง. ขึ้นอยู่กับเวลาถ้าตอนเช้าต้องแทงสูงกว่าที่เห็น ถ้าเป็นตอนบ่ายต้องแทงต่ำกว่าที่เห็น

18. ถ้าให้ O เป็นจุดกึ่งกลางความหนาของเลนส์
 C เป็นจุดศูนย์กลางความโค้ง, F เป็นจุดโฟกัส
 U เป็นวัตถุ
 และ I เป็นภาพ
 การเกิดภาพจากเลนส์ในรูปข้างล่างนี้ข้อใดถูก



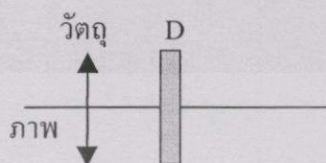
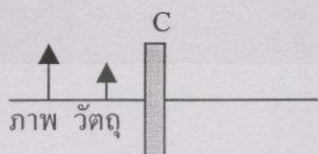
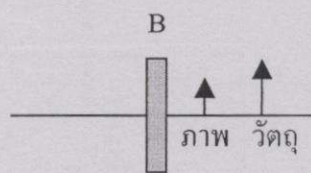
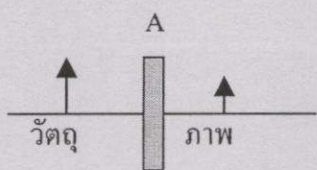
19. จากรูป ข้อใดแสดงการเขียนรังสีแสงที่ทำให้เกิดภาพได้ถูกต้อง



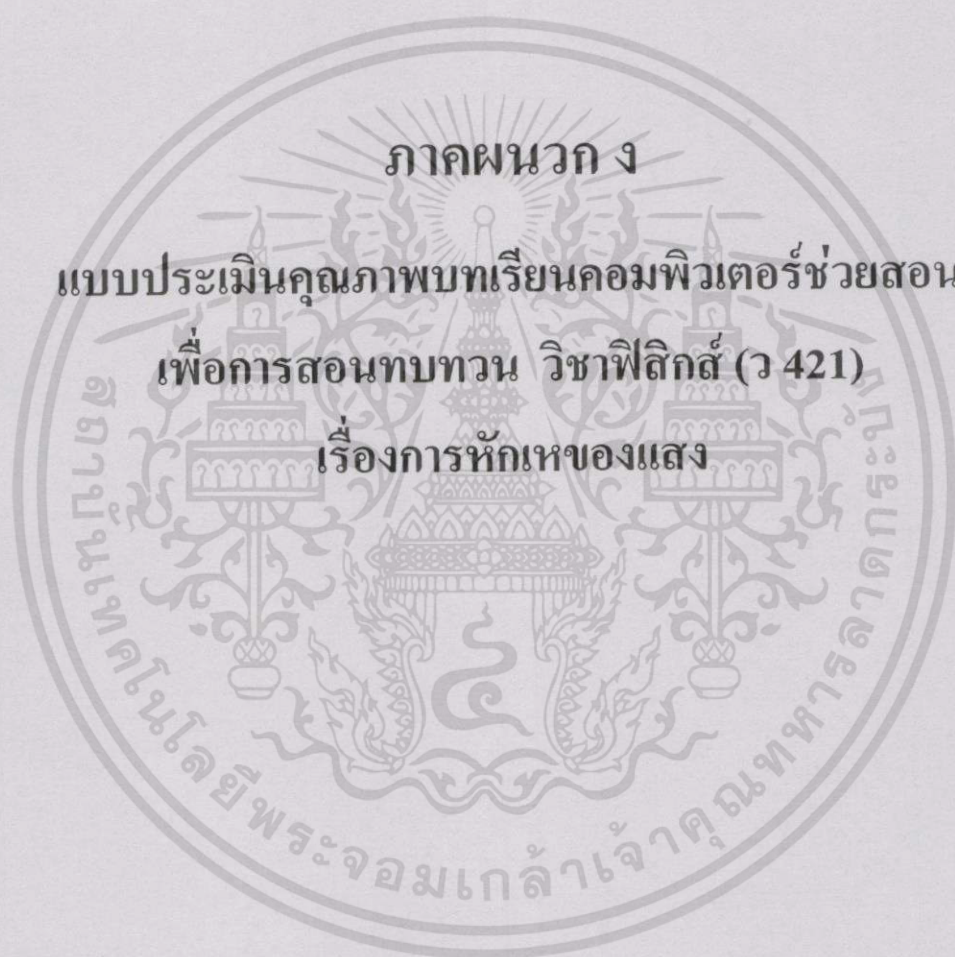
- ก. ข้อ 1 และ 2
 ค. ข้อ 1 และ 3

- ข. ข้อ 2 และ 3
 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

20. จากรูป A, B, C และ D เป็นกระจกหรือเลนส์ชนิดใด



- ก. กระจกนูน เลนส์นูน เลนส์เว้า กระจกเว้า
 ข. กระจกนูน เลนส์เว้า เลนส์นูน กระจกเว้า
 ค. กระจกเว้า เลนส์นูน กระจกนูน เลนส์เว้า
 ง. เลนส์นูน กระจกเว้า เลนส์เว้า กระจกเว้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่อง การหักเหของแสง

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาข้อความในแบบประเมินเป็นรายข้อ แล้วขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งในแบบประเมินนี้ มีทั้งหมด 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยมาก เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยมีประเด็นในการประเมิน 3 ด้าน คือ

1. ด้านเนื้อหา
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน
3. ด้านการนำไปใช้

ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่องการหักเหของแสง มานำเสนอ เพื่อเป็นประโยชน์ในการพิจารณาประเมิน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้

1. บอกกฎของสเนลล์ และนำไปอธิบายความหมายของดัชนีหักเหของวัตถุได้
2. นำกฎของสเนลล์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสง
3. บอกความหมายของมุมวิกฤต และใช้กฎของสเนลล์หาค่ามุมวิกฤตของวัตถุ
4. นำหลักการสะท้อนกลับหมดไปอธิบายการใช้งานของเส้นใยนำแสง
5. ใช้กฎการหักเหของแสงในการเขียนรูป เพื่ออธิบายความหมาย และเปรียบเทียบขนาดของความลึกจริง และความลึกปรากฏ
6. บอกความแตกต่างของเลนส์นูนและเลนส์เว้า พร้อมทั้งอธิบายศูนย์กลางความโค้ง เส้นแกนमुखสำคัญ โฟกัสमुखสำคัญ ศูนย์กลางเลนส์ โฟกัสและความยาวโฟกัสของเลนส์
7. ใช้กฎการหักเหของแสงในการเขียนแผนภาพรังสีของแสง เพื่อหาดำแหน่งภาพ และขนาดภาพของวัตถุที่วางไว้หน้าเลนส์
8. บอกความแตกต่างของภาพจริง และภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน
วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่อง การหักเหของแสง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ง่าย.....
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย.....
1.3 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้.....
1.4 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย.....
1.5 เนื้อหาของบทเรียน มีความเหมาะสม.....
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ได้ง่าย.....
2.2 การนำเสนอบทเรียนเร้า ความสนใจ.....
2.3 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม.....
2.4 ภาพ และตัวอักษร มีความคมชัด
2.5 เสียงมีความชัดเจน.....
2.6 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน.....
2.7 การโต้ตอบเหมาะสม.....
2.8 การใช้ภาษาเหมาะสม.....

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน
วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่อง การหักเหของแสง (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
3. ด้านการนำไปใช้					
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษา บทเรียนได้
3.4 การคลิกไปยังส่วนต่างๆ ของ บทเรียนกระทำได้สะดวก
3.5 สามารถเข้าและออกจาก บทเรียนได้ตามต้องการ
3.6 คำสั่ง / คำชี้แจง ช่วยให้ใช้ บทเรียนได้ง่าย

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

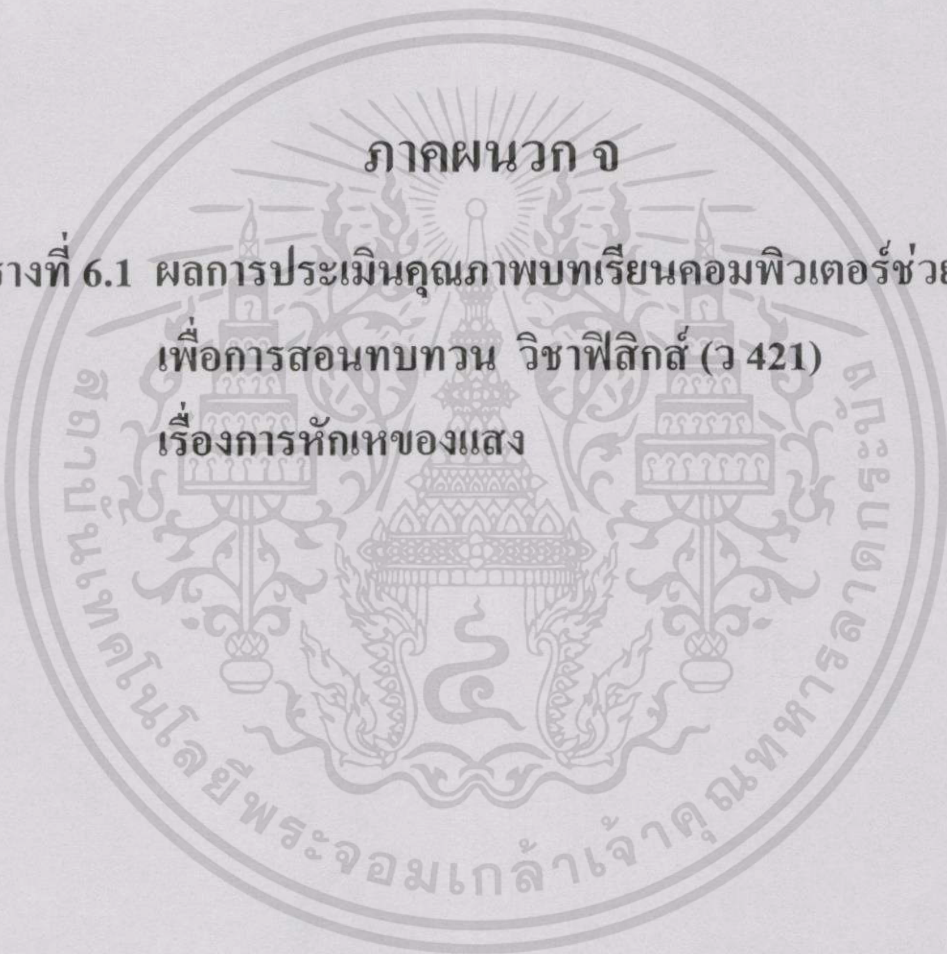
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

ตารางที่ 6.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เพื่อการสอนทบทวน วิชาฟิสิกส์ (ว 421)
เรื่องการหักเหของแสง

ตารางที่ 6.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน
วิชาฟิสิกส์ (ว 421) เรื่องการหักเหของแสง

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	4.50	0.58	ดีมาก
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย	4.00	0.82	ดี
1.3 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.50	0.58	ดีมาก
1.4 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	4.25	0.96	ดี
1.5 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	4.25	0.50	ดี
ด้านเนื้อหาโดยรวม	4.30	0.21	ดี
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	4.25	0.50	ดี
2.2 การนำเสนอบทเรียนเร้าความสนใจ	4.00	0.00	ดี
2.3 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	4.00	0.82	ดี
2.4 ภาพ และตัวอักษร มีความคมชัด	4.50	1.00	ดีมาก
2.5 เสียงมีความชัดเจน	4.75	0.50	ดีมาก
2.6 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.50	0.58	ดีมาก
2.7 การโต้ตอบเหมาะสม	4.25	0.96	ดี
2.8 การใช้ภาษาเหมาะสม	4.50	0.58	ดีมาก
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม	4.34	0.27	ดี
3. ด้านการนำไปใช้			
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้	3.00	1.63	ปานกลาง
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	4.00	0.82	ดี
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	4.50	0.58	ดีมาก
3.4 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียน กระทำได้สะดวก	4.25	0.50	ดี
3.5 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตาม ต้องการ	4.50	0.58	ดีมาก
3.6 คำสั่ง / คำชี้แจง ช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	4.75	0.50	ดีมาก
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	4.17	0.63	ดี
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	4.28	0.39	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

เกณฑ์การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ

4.50-5.00	คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ	ดีมาก
3.50-4.49	คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ	ดี
2.50-3.49	คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ	ปานกลาง
1.50-2.49	คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ	พอใช้
1.00-1.49	คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ	ควรปรับปรุง

จากตารางที่ 6.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยภาพรวม อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.39

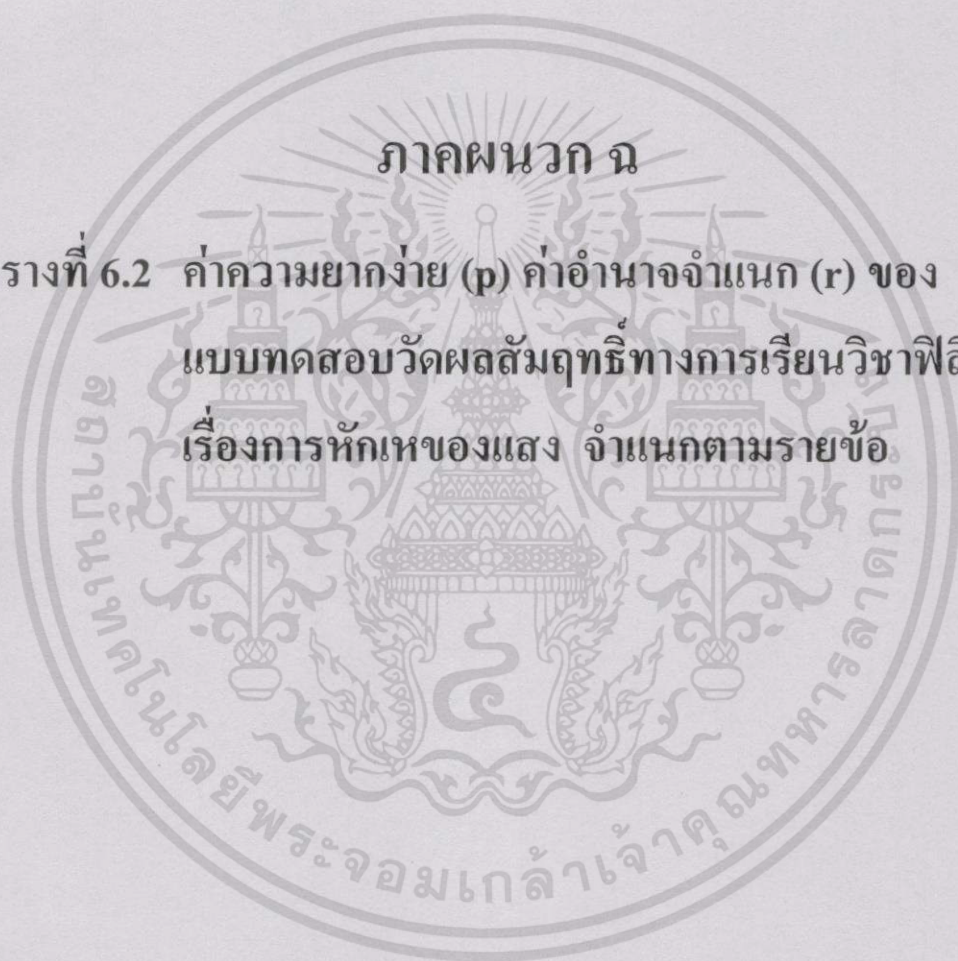
ด้านเนื้อหา คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมากและดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.50 มี 2 รายการ ได้แก่ 1.1) นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย และ 1.3) เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รายการที่มีค่าเฉลี่ย 4.25 มี 2 รายการ คือ 1.4) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย และ 1.5) เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม รายการที่มีค่าเฉลี่ย 4.00 มี 1 รายการ คือ 1.2) นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย

ด้านสื่อการเรียนการสอน คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมากและดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.75 ได้แก่ 2.5) เสียงมีความชัดเจน รายการที่มีค่าเฉลี่ย 4.50 มี 3 รายการ คือ 2.4) ภาพ และตัวอักษร มีความคมชัด 2.6) เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และ 2.8) เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน รายการที่มีค่าเฉลี่ย 4.25 มี 2 รายการ คือ 2.1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย และ 2.7) การโต้ตอบเหมาะสม รายการที่มีค่าเฉลี่ย 4.00 มี 2 รายการ คือ 2.2) การนำเสนอบทเรียนเร้าความสนใจ และ 2.3) การจัดวางองค์ประกอบต่างๆ เหมาะสม

ด้านการนำไปใช้ คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก ดี และปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.75 ได้แก่ 3.6) คำสั่ง / คำชี้แจง ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่าย รายการที่มีค่าเฉลี่ย 4.50 มี 2 รายการ คือ 3.3) ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้ และ 3.5) สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตามต้องการ รายการที่มีค่าเฉลี่ย 4.25 คือ 3.4) การคลิกไปยังส่วนต่างๆ ของบทเรียนกระทำได้สะดวก รายการที่มีค่าเฉลี่ย 4.00 คือ 3.2) การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก รายการที่มีค่าเฉลี่ย 3.00 คือ 3.1) ใช้แทนการสอนของครูได้

ภาคผนวก ฉ

ตารางที่ 6.2 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่องการหักเหของแสง จำแนกตามรายข้อ



ตารางที่ 6.2 ค่าความยากง่าย (p) ค่าความจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง จำแนกตามรายชื่อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.74	0.28
2	0.74	0.20
3	0.60	0.32
4	0.56	0.32
5	0.36	0.40
6	0.74	0.28
7	0.56	0.40
8	0.58	0.28
9	0.70	0.44
10	0.80	0.24
11	0.68	0.24
12	0.78	0.28
13	0.70	0.28
14	0.66	0.36
15	0.62	0.20
16	0.62	0.44
17	0.48	0.56
18	0.54	0.68
19	0.52	0.48
20	0.40	0.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 6.3 คะแนนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและ
หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 6.3 คะแนนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (คะแนน)
1	8	10
2	9	12
3	11	14
4	13	14
5	15	17
6	10	13
7	13	14
8	12	12
9	8	11
10	10	13
11	14	14
12	14	16
13	10	13
14	12	15
15	11	13
16	14	17
17	12	14
18	11	12
19	12	13
20	12	14
21	10	12
22	12	14
23	10	13
24	15	18
25	13	15
26	11	14
27	14	16
28	11	12
29	11	13
30	9	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาววรรณวลัย วิจันทร์โต
วัน เดือน ปี เกิด	3 มีนาคม 2519
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 74/21 ถนนสุขประยูร ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2541 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ.2545 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เอกคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

