

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง  
แบบ5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต

นิตยา หอมกลิ่น

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**THE USE OF 5E MODEL TO IMPROVE STUDENTS' ACADEMIC  
ACHIEVEMENT ON REFRACTION OF LIGHT THROUGH LENS  
UNIT INCLUDING RECYCLED BOROSILICATE GLASS**

**NITTAYA HOMKLIN**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION  
FACULTY OF SCIENCE  
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY  
YEAR 2011  
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E  
เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกต

ผู้วิจัย นางสาวนิตยา หอมกลิ่น

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย



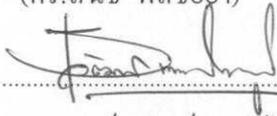
..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์จันทนา เหล่าไพบูลย์)



..... กรรมการ

(ดร.สนธิ พลชัยยา)



..... กรรมการ

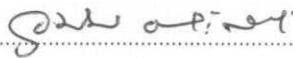
(รองศาสตราจารย์เรวดี เหล่าไพบูลย์)



..... คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว



..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2554

## กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์จินตนา เหล่าไพบูลย์ และรองศาสตราจารย์เรวัฒน์ เหล่าไพบูลย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็น ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของการวิจัยจนสำเร็จด้วยความเอาใจใส่ด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.สนธิ พลชัยยา ที่กรุณาให้การประเมินและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณภาควิชาฟิสิกส์และอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ได้ให้ความรู้คำแนะนำมาโดยตลอด ขอขอบคุณภาควิชาเคมี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องวัดค่าดัชนีหักเหของแก้วที่สร้างขึ้น

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ตำบลปอพาน อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือและสนับสนุนผลงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้มีอุปการคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง



(นางสาวนิตยา หอมกลิ่น)

ผู้วิจัย

## บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต  
 โดย : นิตยา หอมกลิ่น  
 ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
 สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา  
 ปรชชานกรรมการที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์จินตนา เหล่าไพบูลย์

คำศัพท์สำคัญ : แก้วโบโรซิลิเกต วัฏจักรการเรียนรู้ 5E การหักเหของแสง แก้วรีไซเคิล เลนส์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกตให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยนำแก้วโบโรซิลิเกตที่แตกหักแล้วมาบดและผสมกับ โปดัสเซียมคาร์บอเนต เพื่อเป็นตัวช่วยหลอมและเติมไททานเนียมออกไซด์เป็นตัวช่วยเพิ่มดัชนีหักเห ผ่านกระบวนการหลอมที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส และนำไปตัด ขึ้นรูปเป็นเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต ประกอบด้วย เลนส์นูน และ เลนส์เว้า โดยเลนส์ที่สร้างมีค่าดัชนีหักเหเท่ากับ 1.56 นำมาเป็นอุปกรณ์การทดลองในเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ด้วยการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ในรายวิชาฟิสิกส์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก จำนวน 31 คน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต โดยชุดกิจกรรมการทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.35/76.61 ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าเฉลี่ยของความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 49.5 ความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่	
<b>1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
<b>2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์	7
2.2 ทฤษฎีการหักเหของแสงผ่านเลนส์	9
2.3 ชุดกิจกรรม	12
2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	19
2.5 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E	23
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	27
3.2 รูปแบบการวิจัย	27
3.3 การสร้างเครื่องมือการวิจัย	28
3.3.1 การสร้างเลนส์แก้วโบโรซิลิเกต	28

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม	28
3.3.3 การสร้างแบบทดสอบ	30
3.3.4 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ	31
3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล	31
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	32
3.5.1 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	32
3.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	32
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วโรซิไลเกต	36
4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน และหลัง เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สว่างจากแก้วโรซิไลเกต	36
4.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโรซิไลเกต	37
<b>5 สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปการวิจัย	39
5.2 อภิปรายผล	40
5.3 ข้อเสนอแนะ	42
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>43</b>
<b>ภาคผนวก</b>	
ก แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E	49
ข ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์	57
ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน – หลังเรียน	88
ง ขั้นตอนการสร้างเลนส์จากเศษแก้วโรซิไลเกต	96

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
จ ผลจากการทดลอง	103
ฉ รูปการทดลองและบรรยากาศในชั้นเรียน	110
ประวัติผู้วิจัย	113

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
จ.1	คะแนนจากการทดสอบประสิทธิภาพจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน ชุดกิจกรรมที่ 1-3 เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์	104
จ.2	คะแนนผลสัมฤทธิ์จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์	106
จ.3	คะแนนวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกต	109

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
2.1	เลนส์นูนแบบต่างๆ	10
2.2	เลนส์เว้าแบบต่างๆ	10
2.3	ส่วนประกอบของเลนส์นูนกับเลนส์เว้า	11
2.4	ลักษณะการหักเหของแสงผ่านเลนส์	11
2.5	จุดโฟกัสของเลนส์นูน	12
2.6	จุดโฟกัสของเลนส์เว้า	12
3.1	ชุดอุปกรณ์การศึกษาเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน	28
3.2	ชุดอุปกรณ์การศึกษาเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า	29
3.3	ชุดอุปกรณ์การศึกษาเรื่องตาและการมองเห็น	29
3.4	แผนผังการสร้างกิจกรรมในชุดกิจกรรมการทดลอง	30
ง.1	การเตรียมดินทำเบ้าหลอม	97
ง.2	การเทดินทำเบ้าหลอม	97
ง.3	การอบเบ้าหลอม	98
ง.4	เศษแก้วโบโรซิลิเกต	98
ง.5	แก้วโบโรซิลิเกตที่ผ่านการบดแล้ว	99
ง.6	การหลอมแก้วโบโรซิลิเกต	99
ง.7	การเทเศษแก้วที่ผ่านการหลอมในเวลา 4 ชั่วโมงในแบบพิมพ์	100
ง.8	เศษแก้วที่เทในแบบพิมพ์เหล็กกล้าไร้สนิม	100
ง.9	แก้วโบโรซิลิเกตที่แกะจากแบบพิมพ์	101
ง.10	แก้วที่ได้จากการหลอมเศษแก้วโบโรซิลิเกต	101
ง.11	เลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกต	102
ฉ.1	การทดลองการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูนจากแก้วโบโรซิลิเกต	110
ฉ.2	การทดลองการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้าจากแก้วโบโรซิลิเกต	111
ฉ.3	การทดลองตาและการมองเห็น	112
ฉ.4	ภาพบรรยากาศในห้องเรียน	112

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในสังคมโดยมนุษย์ได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตอันก่อให้เกิดการพัฒนาประเทศต่อไป ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งซึ่งนอกจากความรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเป็นองค์ประกอบสำคัญ เช่น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ เจตคติ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ ความรู้ โดยเฉพาะส่วนของเจตคติและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หากปลูกฝังให้เกิดในตัวผู้เรียนจะเป็นสิ่งที่มีคุณค่าอย่างยิ่งเพราะผู้เรียนสามารถนำไปค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งนำไปใช้ในการศึกษาได้ตลอดชีวิตการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการเรียนการสอนให้เน้นผู้เรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลายทั้งการทำกิจกรรมการปฏิบัติ การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลของแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงการวิทยาศาสตร์ การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นโดยคำนึงถึงวุฒิภาวะและประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนได้รับรู้มาแล้ว การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านั้นผู้เรียนจึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking ) และได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) , 2546 : 216) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มุ่งส่งเสริมกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใกล้ตัวและนำไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้

วิชาฟิสิกส์นับเป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับหลักความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการทดลอง นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานของการนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาต่างๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์และทางการแพทย์ตลอดจนก่อให้เกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยีมากมายโดยเฉพาะเทคโนโลยีที่ใช้ในอุตสาหกรรม นอกจากนี้ฟิสิกส์ยังเป็นวิชาที่ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ นักเรียนมักจะได้รับระดับคะแนนไม่เมื่อเปรียบเทียบกับวิชาอื่นนอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีความซับซ้อนและราคาแพงไม่เพียงพอสำหรับจำนวนผู้เรียน ดังนั้นจึงควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการค้นพบให้นักเรียนได้รู้จักตั้งสมมติฐาน สรุปอ้างอิง ออกแบบการทดลองและสร้างแบบจำลอง (ภพ เลหาไพบูลย์, 2547) เพื่อให้นักเรียนได้เกิดความเชื่อมโยงในสิ่งที่เรียนรู้กับความเป็นจริงได้ทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน การใช้รูปภาพในหนังสือและการวาดภาพบนกระดาน บางครั้งภาพที่วาด อาจทำให้นักเรียนจินตนาการคลาดเคลื่อน การที่นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริง ขาดทักษะในการทดลองส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่ำ (อารมณ เพชรชื่น, 2548) การสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวที่ไม่เตรียมกิจกรรมเพิ่มเติมจึงไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎีปรากฏการณ์ต่างๆ ในวิชาฟิสิกส์และไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาแบบประยุกต์ได้ ดังนั้นอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และชุดการทดลองต่างๆ จึงถือว่ามีความสำคัญอย่างมากในการสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนให้กับผู้เรียนได้ เนื่องจากเนื้อหาการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์บางเนื้อหาบางเรื่องเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนต้องอาศัยจินตนาการเพื่อให้เห็นลักษณะของปรากฏการณ์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่ผ่านมาของผู้วิจัยใช้วิธีการสอนแบบบรรยายทฤษฎี ทั้งนี้เนื่องจากขาดอุปกรณ์ในการทดลอง ทำให้นักเรียนขาดความสนใจในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนขาดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อสร้างองค์ความรู้ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับหลักการหักเหผ่านเลนส์จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำ จากสภาพปัญหาที่พบดังกล่าวหากปล่อยไว้อาจส่งผลกระทบต่อการศึกษาของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ได้ ผู้วิจัยจึงได้คิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับการขาดแคลนอุปกรณ์และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยได้สร้างชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วโรซิเคิลโบ โรซิเคิลโดยสร้างเลนส์จากเศษแก้วโบ โรซิเคิลเกิดในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านกระบวนการหลอมขึ้นมาใช้ใหม่เป็นการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์จากขยะแก้ววิทยาศาสตร์ เพื่อลดปัญหาขยะจากห้องทดลอง และสามารถแสดงคุณสมบัติทางแสงได้ (ละออง สระแก้ว, 2551) โดยผู้วิจัยได้สร้างเลนส์แก้วจากเศษแก้วโบ โรซิเคิลเกิด ณ ศูนย์ความเชี่ยวชาญเทคโนโลยีแก้ว คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

อุปราชธานี เพื่อนำเลนส์ที่ได้ไปใช้เป็นอุปกรณ์การทดลองในชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสหาความรู้ด้วยตนเอง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกตและนำชุดกิจกรรมดังกล่าวไปใช้ประกอบการสอนแบบ 5E ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75

1.2.2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน หลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกตมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่พัฒนาด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.3 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

## 1.4 ขอบเขตการวิจัย

### 1.4.1 วิธีวิจัย

ใช้แบบแผนการวิจัยใช้แบบ one – group pretest – posttest design ซึ่งเป็นการทดลองที่มีกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม (x) สังเกตผลการทดลอง 2 ครั้ง โดยแยกเป็นก่อนทดลอง ( $o_1$ ) และหลังการทดลอง ( $o_2$ ) ดังนี้

$o_1$  ----- X -----  $o_2$

#### 1.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นกลุ่มเดียวกัน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ตำบลปอพาน อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 31 คน

#### 1.4.3 ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมและชุดการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต โดยใช้กระบวนการสอนทางวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกตด้วยการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

#### 1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2544 เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ ซึ่งประกอบด้วย การหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน การหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า ตาและการมองเห็น

#### 1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 10 คาบ คาบละ 50 นาที

### 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกตที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนตามปกติในรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2553

1.5.2 ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกตที่ใช้ในการวิจัยเป็นชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โค้ดกำหนด เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 2.5$  โดยถือว่าชุดกิจกรรมนี้มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 72.5/72.5

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 เลนส์แก้วรีไซเคิลโบริซิลิเกต หมายถึง เลนส์แก้วที่สร้างจากการหลอมเศษแก้วโบริซิลิเกตมาขึ้นรูปเป็นเลนส์นูนและเลนส์เว้าโดยใช้ โพรตัสเซียมคาร์บอเนต เพื่อเป็นตัวช่วยในการหลอมและไททาเนียมไดออกไซด์เป็นตัวช่วยเพิ่มดัชนีหักเหซึ่งเลนส์ที่สร้างมีค่าดัชนีหักเห 1.56

1.6.2 ชุดกิจกรรมการทดลอง หมายถึง ชุดกิจกรรมที่ประกอบด้วย คำชี้แจง จุดประสงค์ การเรียนรู้ ใบกิจกรรม การทดลอง และใบความรู้ เพื่อใช้ประกอบการสอน เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.6.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มีการสร้างขึ้นตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.6.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.6.5 ประสิทธิภาพของชุดการทดลอง หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลองและกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ตามเกณฑ์ โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลอง 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง คะแนนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัด การประกอบกิจกรรมของนักเรียน

75 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนคิดเป็นร้อยละที่นักเรียนนั้นทำได้จากการลงมือทำแบบทดสอบหลังเรียน

1.6.6 ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการทดลอง หมายถึง ตัวเลขที่แสดงอัตราการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานเดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่มีผู้เรียนได้รับการเรียนรู้และการทำกิจกรรมจากชุดการสอนโดยถือเกณฑ์ 0.50 ขึ้นไป

1.6.7 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ SE เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์ หมายถึง ระดับคะแนนที่ได้จากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 คน ที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกตที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75

1.7.2 นักเรียนมีความพึงพอใจ ต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกต

1.7.3 นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สูงขึ้น

1.7.4 นักเรียนเห็นคุณค่า ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และการนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์

1.7.5 กิจกรรมการเรียนรู้และชุดการทดลองที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นคู่มือและสื่อการสอนเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ เพื่อให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพและเป็นแนวทางในการสร้างสื่อหรือชุดการทดลองในชั้นเรียนด้วยตัวเอง

## บทที่ 2

### เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้เป็นกรอบความคิดในการวิจัย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกต ดังนี้

- (1) หลักสูตรวิทยาศาสตร์
- (2) เนื้อหาเรื่องการหักเหแสงผ่านเลนส์บาง
- (3) ชุดกิจกรรม
- (4) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- (5) การสอนแบบสืบเสาะ

#### 2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

##### 2.1.1 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 2) ได้กล่าวถึงคำว่า วิสัยทัศน์ เป็นมุมมองภายในอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งจะสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษา วิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งการเรียนรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ปีพุทธศักราช 2542 ที่ทำการแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ดังนี้ หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศและมีความยืดหยุ่นหลากหลายหลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาค้นคว้าและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิดความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และกระบวนการแก้ปัญหา การคิดค้น

สร้างสรรค์องค์ความรู้การใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา และการใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการความสนใจ วิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน การเรียนรู้ถือว่าเป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ทั้งนี้การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

### 2.1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 3) กล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียนเมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้วการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ ขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งมีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการใช้ในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจโดยตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

### 2.1.3 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สารการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้ทุกคน ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสารที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลัก ดังนี้

- สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 คาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

#### 2.1.4 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาระดับพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาระดับพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 5) โดยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานของกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย คือ มาตรฐานการเรียนรู้พื้นฐาน สาระที่ 5 พลังงาน โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์ มาตรฐานที่นำมาใช้ในการวิจัย คือ มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำมาใช้ประโยชน์ และการบูรณาการเข้ากับสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

#### 2.2 ทฤษฎีการหักเหของแสงผ่านเลนส์บาง

เลนส์ (Lens) เป็นตัวกลางโปร่งแสงที่มีผิวหน้าเป็นผิวโค้ง พื้นผิวโค้งของเลนส์อาจจะ มีรูปร่างเป็นพื้นผิวโค้งทรงกลม ทรงกระบอกหรือพาราโบลาร์ก็ได้ เลนส์แบบง่ายที่สุดเป็นเลนส์บาง ที่มีพื้นที่ผิวหน้าโค้งแบบทรงกลมและเลนส์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นเลนส์ที่มีส่วนหนาน้อย เมื่อเทียบกับรัศมีความโค้งเลนส์แบบนี้เรียกว่า เลนส์บาง ซึ่งแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

2.2.1 เลนส์นูนหรือเลนส์รวมแสง (Convex or Converging Lenses) คือ เลนส์ที่มีความหนาตรงจุดศูนย์กลางมากกว่าที่ขอบและจะทำหน้าที่ รวมแสงขนาน ไปตัดร่วมกัน ที่จุดโฟกัสจริง (Real Focus) แบบต่าง ๆ ของเลนส์นูนมีดังนี้ เลนส์นูนสองด้าน (Double Convex Lens) เลนส์นูน แกมระนาบ (Plano Convex Lens) และเลนส์นูนแกมเว้า (Concavo Convex Lens)



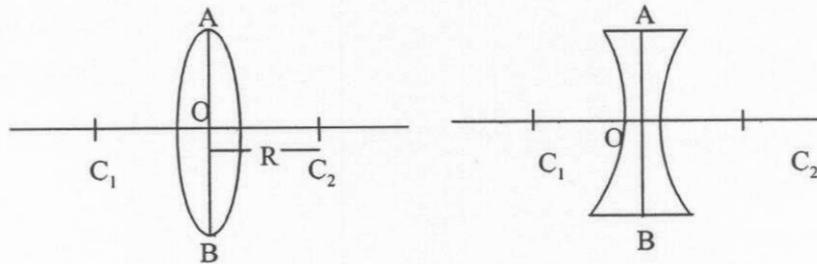
ภาพที่ 2.1 เลนส์นูนแบบต่าง ๆ

2.2.2 เลนส์เว้าหรือเลนส์กระจายแสง (Concave or Diverging Lenses) หมายถึง เลนส์ที่มีความหนาตรงจุดกลางน้อยกว่าที่ขอบและจะทำหน้าที่กระจาย แสงขนานจากจุดโฟกัสเสมือน (Virtual Focus) แบบต่าง ๆ ของเลนส์เว้ามีดังนี้ เลนส์เว้าสองด้าน (Double Concave Lens) เลนส์เว้าแฉกระนาบ (Plano Concave Lens) เลนส์เว้าแฉกนูน (Convexo Concave Lens)



ภาพที่ 2.2 เลนส์เว้าแบบต่าง ๆ

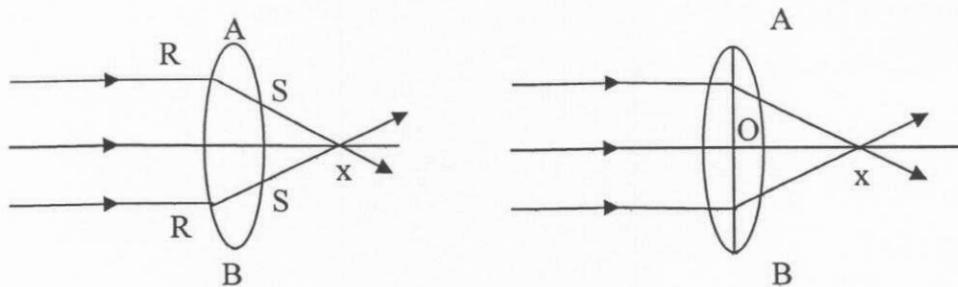
2.2.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของเลนส์ ได้แก่ แกนमुखสำคัญ (Principal axis) คือ เส้นที่ลากผ่านกึ่งกลางของเลนส์และจุดศูนย์กลางความโค้งของผิวเลนส์ ส่วนที่เป็นจุดกึ่งกลางเลนส์หรือจุด O (Optical Center) คือ จุดที่อยู่บนเส้นแกนमुखสำคัญตรงกึ่งกลางระหว่างจุด  $C_1$  และ  $C_2$  ไปจนถึงจุดกึ่งกลางเลนส์พอดี เมื่อมีรังสีตกกระทบเลนส์ผ่านจุดนี้ แนวนรังสี หักเหต้ออกจากเลนส์จะอยู่ในแนวเดิมโดยจุดศูนย์กลางความโค้งของผิวเลนส์ (Center of Curvature) มีอยู่ 2 จุด คือ จุด  $C_1$  และ  $C_2$  โดยรัศมีความโค้ง (Radius of curvature) เขียนแทนด้วย R คือระยะระหว่าง จุด O ถึง จุด C เส้นระนาบในแนวตั้ง (AB) เป็นเส้นตรงที่ตั้งฉากกับเส้นแกนमुखสำคัญ ณ จุดใจกลางเลนส์โดยเส้นตรงนี้แบ่งเลนส์ออกเป็นสองส่วนเท่าๆกัน บางทีอาจเรียกว่า เส้นผ่ากลางเลนส์



ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบของเลนส์นูนกับเลนส์เว้า

#### 2.2.4 การหักเหของแสงผ่านเลนส์

เมื่อมีแสงตกกระทบบนผิวเลนส์แสงจะเกิดการหักเหภายในเลนส์และหักเหจากเลนส์สู่อากาศอีกด้านหนึ่งดังภาพที่ 2.4

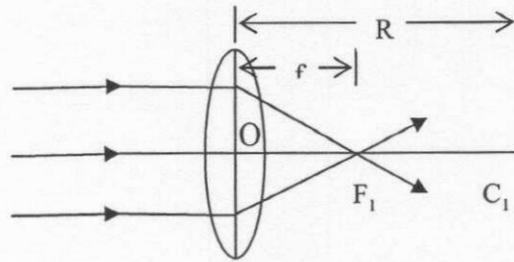


ภาพที่ 2.4 ลักษณะการหักเหของแสงผ่านเลนส์

เมื่อมีแสงตกกระทบบนเลนส์ที่ R แสงจะหักเหตามแนว RS แล้วหักเหสู่อากาศตามแนว SX ซึ่งในทางปฏิบัติจริงเป็นการยากที่จะทราบแนว RS ดังนั้นเพื่อความสะดวกบ้างครั้งจะพิจารณาให้แสงหักเหผ่านเลนส์ครั้งเดียวคือให้แสงตกกระทบบนเส้นผ่ากลางเลนส์แล้วหักเหที่เส้นผ่ากลางเลนส์

#### 2.2.5 จุดโฟกัสและความยาวโฟกัส

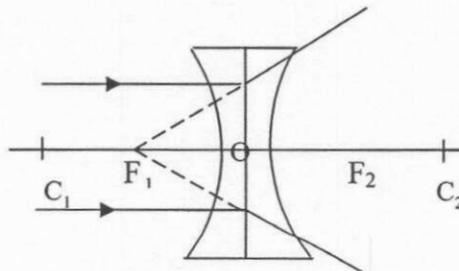
เลนส์นูน ถ้าวัตถุอยู่ไกลจากเลนส์นูนมากๆรังสีจากวัตถุที่มาตกกระทบบนเลนส์นูนจะเป็นรังสีขนานกับเส้น แกนमुखสำคัญรังสีหักเหที่เส้นผ่ากลางเลนส์ (AB) จะพบกันที่จุดๆหนึ่งอยู่ระหว่าง O กับ  $C_1$  (ซึ่งอยู่ด้านหลังเลนส์) เรียกว่าจุดโฟกัส ( $F_1$ ) และพบว่าจุด  $F_1$  อยู่ที่จุดกึ่งกลางระหว่าง O กับ  $C_1$ พอดี ระยะ  $OF_1$  เรียกว่า ความยาวโฟกัส ( $f$ ) และ  $f = \frac{R}{2}$  ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 จุดโฟกัสของเลนส์นูน

เนื่องจากจุดศูนย์กลางความโค้งของเลนส์มี 2 จุด จุดโฟกัสจึงมี 2 จุด ( $F_1, F_2$ ) และจุดโฟกัสของเลนส์นูนเป็นจุดที่แสงหักเหผ่านเลนส์ตัดกันจริง เรียก จุดโฟกัสจริง

เลนส์เว้า เมื่อวัตถุอยู่ไกลจากเลนส์เว้ามากๆ รังสีจากวัตถุที่มาตกกระทบเลนส์เว้าจะเป็นรังสีขนานกับแกนमुखสำคัญ รังสีหักเหที่เส้นผ่ากลางเลนส์(AB) จะเบนออกจากกันในลักษณะคล้ายว่าออกจากจุดๆหนึ่งซึ่งอยู่ด้านหน้าเลนส์ ด้านเดียวกับวัตถุ โดยอยู่ที่จุดกึ่งกลางระหว่าง O กับ  $C_1$  เรียกว่าจุดโฟกัส ( $F_1$ ) เรียกระยะ  $OF_1$  ว่าความยาวโฟกัส( $f$ ) และ  $f = \frac{R}{2}$



ภาพที่ 2.6 จุดโฟกัสของเลนส์เว้า

## 2.3 ชุดกิจกรรม

### 2.3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม มีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน เช่น ชุดการเรียน ชุดการเรียนสำเร็จรูป หรือชุดการสอน ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้หลายท่านดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2541: 95-96) กล่าวว่า ชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม (Instructional Package) คือ สื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกันจัดเข้าไว้เป็นชุด (Package) เรียกว่าสื่อประสม(Multimedia) เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Learning Package ,Instructional Package

หรือ Instructional Kits นอกจากจะใช้สำหรับผู้เรียนที่เป็นรายบุคคลแล้วยังใช้ประกอบการสอนแบบอื่น เช่น ประกอบการบรรยาย การเรียนเป็นกลุ่มย่อย ภัท เลหาไพบูลย์ (2542 : 42) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดกิจกรรมเป็นสื่อประสมรูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการฝึกเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะต่างๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานกลุ่ม บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545 : 91) ได้กล่าวถึงความหมายของชุดกิจกรรมโดยสรุปได้ว่าชุดการสอนเป็นชุดการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะจัดเนื้อหาและประสบการณ์ที่ต้องการสร้างเสริมหรือพัฒนาโดยจะประกอบไปด้วยหน่วยการเรียนรู้ โดยจัดเป็นชุดๆ แล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้นทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพและยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจพร้อมที่จะสอนอีกด้วย อภิญา เคนบุปผา (2546 : 21) ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิดและองค์ประกอบอื่นเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำช่วยเหลือเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ บุศรา จินตวรรณ (2552 : 103) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยจัดเนื้อหาและประสบการณ์ที่ต้องการสร้างเสริมหรือพัฒนาเป็นชุดๆ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าชุดกิจกรรม คือ ชุดของสื่อประสมที่ประกอบขึ้นอย่างมีระบบ มีเหตุผลและสมบูรณ์ เป็นเครื่องมือถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นพร้อมทั้งสนองความแตกต่างของผู้เรียน โดยชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือนักเรียน เนื้อหา กิจกรรม สื่อหรืออุปกรณ์ทดลอง และเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.3.2 แนวคิดและหลักการของชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2533 : 118) ได้จำแนกประเภทของชุดการเรียนการสอน วิธี และแนวคิดในการผลิตชุดการเรียนการสอนออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้นโดยกำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครูใช้ประกอบการบรรยาย บางครั้งเรียกว่า ชุดการสอนสำหรับครู ชุดการเรียนการสอนจะมีเนื้อหาวิชาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับผู้เรียนทั้งชั้น โดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยายและกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้น ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้สอนและเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับ

อุดมศึกษาสื่อการสอนที่ใช้อาจเป็นแผ่นคำสอน แผนภูมิ รูปภาพ ภาพยนตร์ โทรทัศน์หรือกิจกรรมกลุ่มเป็นต้น สื่อการสอนชุดการเรียนการสอนมักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดพอเหมาะ แต่ถ้าเป็นวัสดุที่มีราคาแพงหรือขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไปตลอดจนเสียหายง่ายหรือเป็นสิ่งที่ชีวิตก็จะไม่บรรจุในกล่องแต่จะกำหนดไว้ในครุมือครูเพื่อจัดเตรียมก่อนสอน ประเภทที่ 2 คือชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดการเรียนการสอนนี้มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือผู้เรียน ชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มอาจจัดในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ชุดการเรียนการสอนแต่ละชุดการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนครบชุด ตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้นซึ่งจัดไว้ในรูปสื่อประสมอาจใช้สื่อรายบุคคลหรือทั้งกลุ่มใช้ร่วมกันก็ได้ ในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอเมื่อจบการเรียนรู้แต่ละศูนย์แล้วผู้เรียนที่จะเรียนเสริมก็สามารถศึกษาได้จากศูนย์สำรองที่จัดเตรียมไว้โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น ประเภทที่ 3 คือ ชุดการเรียนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดไว้ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองตามคำแนะนำที่ระบุไว้แต่อาจมีการปรึกษากันระหว่างเรียนได้และเมื่อสงสัยไม่เข้าใจบทเรียนตอนไหนสามารถได้ถามครู การเรียนจากชุดการเรียนการสอนรายบุคคลนี้นิยมใช้ห้องเรียนที่มีลักษณะพิเศษแบ่งสัดส่วนสำหรับผู้เรียนแต่ละคนซึ่งเรียกว่า ห้องเรียนรายบุคคล ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลนี้หน่วยการสอนย่อยนิยมเรียกว่า บทเรียน โมดูล และประเภทที่ 4 คือชุดการเรียนการสอนทางไกล เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลามุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายงาน วิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการเรียนการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกชุดกิจกรรมประเภทที่ 2 ผสมกับกิจกรรมการทดลองทั้งนี้เพื่อต้องการให้นักเรียนทำกิจกรรมหรือศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหาหรือตอบปัญหาที่พบนักเรียนเป็นผู้ลงมือวางแผนปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองภายใต้คำแนะนำปรึกษาและดูแลจากครูผู้สอน

### 2.3.3 รูปแบบและส่วนประกอบของชุดกิจกรรม

ทิสนา เขมมณี (2541 : 10-12) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบต่างๆ ของชุดการสอน หรือ ชุดกิจกรรมการทดลองว่าประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ ชื่อกิจกรรมประกอบด้วย หมายเลขกิจกรรม ชื่อของกิจกรรมและเนื้อหาของกิจกรรม ส่วนของคำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรมและลักษณะของการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย จุดมุ่งหมายเป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้นแนวคิดเป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือมโนทัศน์ของกิจกรรมนั้นส่วนนี้ควรได้รับการย้ำและเน้นเป็นพิเศษ ส่วนที่เป็นสื่อเป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุ

อุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรมเพื่อช่วยให้ครูทราบว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง เวลาที่ใช้เป็นส่วนที่ระบุจำนวนเวลาโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด โดยมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้วิธีการจัดกิจกรรมนี้ได้จัดไว้เป็นขั้นตอน สุดท้ายคือภาคผนวกในส่วนนี้คือตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมและข้อมูลอื่นๆที่จำเป็น

ถัดมา สุขปริดี (2543 : 127) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดกิจกรรมประกอบด้วย ส่วนที่เป็นคู่มือครู ซึ่งประกอบด้วย บัตรชี้แจง ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน เวลา และสภาพห้องเรียนที่จะใช้สอน บัตรรายการบอกชนิดของสื่อและวิธีใช้ตามลำดับ ส่วนบันทึกการสอน ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของบทเรียนและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของผู้เรียน รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา แสดงวิธีสอน การดำเนินกิจกรรมและการจัดประสบการณ์ตลอดจนคำแนะนำการใช้สื่อการเรียนการสอน เอกสารอ้างอิงเพื่อการค้นคว้าและวิธีการวัดผล ส่วนที่เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ในขบวนการสอนทั้งหมด ซึ่งจะจัดทำมาให้เหมาะกับเนื้อหาวิชาและกิจกรรมที่กำหนดในบันทึกการสอน สื่อการเรียนการสอนที่บรรจุอยู่ในชุดการสอนนี้บางชุดอาจมีทั้งที่สร้างขึ้นให้ครูใช้ประกอบการอธิบายกับนักเรียนเป็นกลุ่มใหม่ที่เรียกว่า “สื่อการสอน” หรือ อาจจะมีสื่อการเรียน ซึ่งมีไว้ให้ครูแจกให้ผู้เรียนได้ใช้ประกอบการเรียน เป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยก็ได้ สื่อที่เป็นรูปภาพ หุ่นจำลอง แผนภูมิ บัตรคำ หรือเป็นสื่ออื่น ๆ เช่น เทปบันทึกเสียง สไลด์ เป็นต้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 52) กล่าวว่าชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอน ใช้ศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนการจัดชั้นเรียน บทบาทของผู้เรียน เป็นต้น ลักษณะของคู่มืออาจจัดทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้ ส่วนที่เป็นบัตรคำสั่งหรือบัตรงานเป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้บรรจุอยู่ในชุดการสอน บัตรคำสั่งหรือบัตรงานมีครบตามจำนวนกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา และคำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการจัดทำบัตรคำสั่งหรือบัตรงานส่วนใหญ่นิยมใช้กระดาษแข็งขนาด 6×8 นิ้ว รวมทั้งการสรุปบทเรียน ส่วนเนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่างๆจัดไว้เป็นรูปของสื่อการสอนที่หลากหลายอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทเอกสารสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ ใบความรู้ ของเนื้อหาเฉพาะเรื่องบทเรียน โปรแกรม และประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สมุดภาพเทปบันทึกเสียง เทปโทรทัศน์ สไลด์ วิทยุทัศน์ ซีดีรอม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น ส่วนสุดท้ายคือส่วนที่เป็น แบบทดสอบเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินความรู้ด้วยตนเองทั้งก่อนและหลังเรียนอาจจะเป็นแบบทดสอบชนิดจับคู่เลือกตอบหรือกาเครื่องหมายถูกผิดก็ได้

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2542 : 1) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่บอกให้ทราบถึงลักษณะที่ต้องการฝึก ส่วนของคำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายและความสำคัญของการจัดกิจกรรมและอธิบายหลักหรือแนวทางในการฝึกทักษะ โดยกล่าวให้เห็นภาพอย่างกว้างๆ ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ผู้สอนได้เห็นภาพการจัดกิจกรรมอย่างคร่าวๆ และยังมีประโยชน์สำหรับผู้สอนที่จะได้ทราบว่ากิจกรรมนั้นมีลักษณะตรงตามความประสงค์หรือไม่ จุดมุ่งหมายเป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายของกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งประกอบด้วยจุดมุ่งหมายทั่วไปเป็นส่วนที่บอกถึงจุดมุ่งหมายปลายทาง หรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดตามพฤติกรรมนั้นๆ และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเป็นส่วนที่ชี้บ่งให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่กำหนดโดยสังเกตและวัดได้และเป็นไปตามที่คาดหวัง ส่วนของแนวคิดเป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือมโนคติของกิจกรรมนั้น เป็นส่วนที่อธิบายให้ผู้สอนทราบว่าอะไรเป็นสาระสำคัญที่ผู้เรียนควรจะได้รับและเข้าใจจากการเรียนตามกิจกรรมนั้นซึ่งสาระนี้ควรได้รับการย้ำและเน้นให้นักเรียนเข้าใจเป็นพิเศษ สื่อเป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรมเพื่อช่วยให้ครูทราบว่าต้องเตรียมอุปกรณ์ใดล่วงหน้าบ้าง มีการระบุเวลาที่ใช้โดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด แต่อย่างไร ก็ตามครูอาจจำเป็นต้องยืดหยุ่นเวลาตามความจำเป็นหากนักเรียนมีความพร้อมน้อยก็อาจใช้เวลามากขึ้นและสิ่งที่ครูควรคำนึงอย่างมากก็คือ ไม่ควรลดขั้นตอนการอภิปรายและลดเวลาในการอภิปรายมากเกินไป เพราะขั้นตอนอภิปรายเป็นขั้นตอนที่สำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ส่วนของหลักในการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีจัดกิจกรรมนี้ได้จัดไว้เป็นขั้นตอน ส่วนสุดท้ายของชุดกิจกรรมคือ ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้ความรู้กับครูผู้สอน ประกอบด้วยคำเฉลยของแบบทดสอบแบบฝึกกิจกรรม คำเฉลยแบบฝึกกิจกรรม ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับทักษะในกิจกรรมนั้นๆ ความรู้และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้การสร้างสื่อชนิดต่างๆ ที่ประกอบการฝึกทักษะและข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอน เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม

#### 2.3.4 การสร้างชุดกิจกรรม

Heathers (1977 : 344) ให้ข้อเสนอแนะในการสร้างชุดกิจกรรมไว้ว่าเริ่มต้นที่การศึกษาหลักสูตร เลือกเนื้อหาบทเรียน จัดลำดับขั้นของเนื้อหาบทเรียน โดย จัดลำดับขั้นของเนื้อหาให้ต่อเนื่องกันจากง่ายไปหายาก จากนั้นประเมินความรู้พื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเพื่อเลือกกิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการสอนและสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อมและความต้องการของผู้เรียนแล้วกำหนดรูปแบบการเรียน กำหนดหน้าที่ของครูผู้ประสานงานหรือจัดอำนวยความสะดวกในการเรียน

### 2.3.5 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 494) ได้กล่าวว่า การทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อ จะต้องนำไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงดำเนินการผลิตเป็นจำนวนมาก หรือ ใช้สอนในชั้นเรียนปกติ การทดลองมีขั้นตอนคือ สำหรับการทดลองแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดลองที่ครู 1 คนต่อเด็ก 1 คน ให้ทดลองกับเด็กก่อนเสียก่อนทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลางและนำไปทดลองกับเด็กเก่ง อย่างไรก็ตาม หากสภาพการณ์ไม่เหมาะสมก็ให้ทดลองกับเด็กอ่อน หรือเด็กปานกลาง สำหรับการทดลองแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดลองที่ครู 1 คนต่อเด็ก 6-12 คน โดยให้เด็กคละกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ห้ามทดลองกับเด็กอ่อนล้วนหรือเด็กเก่งล้วน เวลาทดลองต้องจับเวลาว่าในกิจกรรมนั้นแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าไรในการทำการทดลองภาคสนาม หรือกลุ่มใหญ่ (1 : 10) เป็นการทดลองที่ครู 1 คนกับเด็กทั้งชั้น 30 -40 (หรือ 100 คนสำหรับชุดการสอนรายบุคคล) ชั้นที่เลือกมาทดลองจะต้องมีนักเรียนคละกันทั้งเก่งและอ่อน ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีเด็กเก่งล้วนหรือเด็กอ่อนล้วนหลังการทดลองคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าได้ ไม่เกิน 2.5%

### 2.3.6 ประสิทธิภาพชุดการสอน

เพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอนผู้สร้างต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุ ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์ต้องคำนึงถึง กระบวนการและผลลัพธ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น  $E_1/E_2$

$E_1$  ตัวแรก คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับจากการทำแบบฝึกหัด และการประกอบกิจกรรม

$E_2$  ตัวหลัง คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนที่นักเรียนได้

ในกรณีที่ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน บทบาทและความชำนาญในการใช้ชุดการสอนของครู เป็นต้น อาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5 - 5% ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้น อาจกำหนดไว้เป็นระดับสูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป ระดับเท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5% และระดับต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

### 2.3.7 ประโยชน์ของชุดการสอน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543 : 110) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ว่าดังนี้ ชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม ช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครูเพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง หรือต้องการความช่วยเหลือจากครูผู้สอนเพียงเล็กน้อย ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำชุดการสอนไปใช้ได้ทุกสถานการณ์และทุกเวลา ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำมาใช้ได้ทันที เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย เรื่อง ชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมพบว่า ได้มีผู้นำชุดกิจกรรมไปใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และศึกษาดังจะเห็นได้จาก งานวิจัยของ Bonnet and Keen (1996) ได้จัดทำชุดกิจกรรม ที่กล่าวถึงการพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์จากมุมมองที่สำคัญว่า วิทยาศาสตร์ควรจะสนุกสนาน น่าสนใจ และกระตุ้นให้เกิดความคิดจึงสร้างชุดกิจกรรม จำนวน 60 กิจกรรมที่ส่งเสริมการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมช่วยพัฒนาทักษะในการจำแนกประเภท ทักษะในการสังเกต ฝึกคิดและการบันทึกข้อมูล จากผลการใช้พบว่า กิจกรรมต่างๆช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและพัฒนาข้อมูลที่ค้นคว้าได้จนกลายเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ งานวิจัยของ Caraisco (2007) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเรียนรู้และเจตคติของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมมีการเรียนรู้และเจตคติสูงขึ้นกว่าก่อนการเรียนรู้ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีสถานการณ์หรือโอกาสที่ท้าทายและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งชุดกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีความคิดที่หลากหลาย ความคิดยืดหยุ่นและท้าทายความสามารถของนักเรียนมากกว่าการเรียนการสอนตามบทเรียนปกติ งานวิจัยของ นันทกา บินดาฮี (2551) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของ ชีรภัทร์ ดงยางวัน (2551) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม

และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของ ชีรภัทร์ คงยางวัน (2551) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงอนาคตทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงอนาคตทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของ รัชดาภรณ์ เชื้อเล็ก (2551) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้อยู่ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพปัญหาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวข้องดังกล่าวมาแล้วข้างต้นการใช้ชุดการสอน ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกันและมีความสะดวกในการสอนของครู ไม่ต้องเสียเวลาเตรียมและผลิตอุปกรณ์ในการสอน ครูสามารถนำไปใช้ได้เลย ที่สำคัญชุดการสอนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครูได้เป็นอย่างดี

## 2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.4.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายเกี่ยวกับ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายท่านดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2544 : 98) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้อย่างบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวนแสนห์ วงศ์เชิดธรรม (2545 : 219) ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชุดของคำถามที่มุ่งวัดความรู้ความสามารถทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ของผู้เรียนหลังจากที่เกิดการเรียนรู้อย่าง

สมบูรณ์ ดันยะ (2545 : 143) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่า มีความรู้ ความสามารถในเรื่องที่เรียนรู้อย่างแล้ว หรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วมากน้อยเพียงใด

สมจิตร จอคนอก (2552 : 42) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดทางด้านความรู้ ความสามารถและทักษะของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ หรือได้รับการสอนและฝึกฝนมาแล้ว ว่าผู้เรียนมีความรอบรู้มากน้อยเพียงใด

ดังนั้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้และทักษะและสมรรถภาพทางสมองในด้านต่างๆของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนรู้และฝึกฝนความรู้ด้วยรูปแบบและวิธีต่างๆมาแล้ว ว่ามีความรู้และความสามารถในเรื่องนั้นๆ เพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด

#### 2.4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีอยู่ 2 ชนิด (อนุวัติ ภูณแก้ว, 2547) คือ แบบทดสอบมาตรฐาน (standardized test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา มีทักษะการสร้างแบบทดสอบและมีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบมีค่าชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย (Subjective) และมีความเที่ยงตรง (Validity) รวมทั้งมีความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบชนิดที่ครูผู้สอนได้สร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบนักเรียนในชั้นเรียน โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย (Subjective tests) ได้แก่ แบบถูก - ผิด (True -false) แบบจับคู่ (Matching) และแบบเติมคำให้สมบูรณ์ หรือแบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Selected response) ข้อสอบอีกแบบคือ แบบอัตนัย (Essay tests) คือ แบบจำกัดคำตอบและแบบไม่จำกัดคำตอบ หรือตอบอย่างเสรี (Extended response items)

#### 2.4.3 จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในความหมายของ บุญศิริ พรหมมาพันธุ์ และนวลเสนาห์ วงเชิดธรรม (2545 : 221-223) คือ เพื่อจัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มตามความสามารถ กล่าวคือ ผู้เรียนที่มีความสามารถใกล้เคียงกันจัดไว้ด้วยกัน เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละกลุ่มการทดสอบเพื่อจัดตำแหน่งจะต้องมีการทดสอบก่อนการเรียนการสอนในรายวิชานั้นๆ ทางการศึกษาจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อจัดตำแหน่งนิยมใช้กันใน 2 ลักษณะ เพื่อการจัดจำแนก เช่น แยกผู้เรียนออกเป็นประเภทตามระดับคะแนน (A, B, C และ D) และคัดเลือกรวมทั้งเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนเป็นการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนทราบศักยภาพของตนเองในขณะนั้น และใช้เป็นแนวทางให้ผู้เรียนพัฒนาพฤติกรรมต่างๆของตนเองทั้งทางด้านความรู้ความสามารถ ลักษณะนิสัยและทักษะต่างๆให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน การปรับปรุงการเรียนการสอนควรทำอย่างต่อเนื่องอาจ

ใช้เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วยย่อย ซึ่งเมื่อพบผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนก็ควรจะได้ศึกษาว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในเรื่องใด จะได้ทำการแก้ไขข้อบกพร่อง จากนั้นจึงประเมินผลอีกครั้งหนึ่ง อาจจำแนกตามระยะเวลาของการวัดและการประเมินได้ ระยะเวลาการวัดและประเมินผลก่อนการเรียนการสอนมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาสารสนเทศของผู้เรียนในเบื้องต้น สำหรับไปจัดกระบวนการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับผู้เรียน ตามแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญระยะเวลาการวัดและการประเมินผลระหว่างการเรียนการสอนมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียนว่าบรรลุตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ครูได้วางแผนไว้หรือไม่ ทั้งนี้สารสนเทศที่ได้จากการประเมิน ไปสู่การปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนและส่งเสริมผู้เรียนที่มีความรู้ความสามารถให้เกิดพัฒนาการสูงสุดตามศักยภาพ ขั้นการวัดการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความสำเร็จของผู้เรียน เมื่อผ่านการเรียนรู้ในช่วงเวลาหนึ่งว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามผลการเรียนที่คาดหวังหรือไม่ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินก่อนเรียนแล้วผู้เรียนเกิดการพัฒนาก้าวหน้าขึ้นมากน้อยเพียงไร ทำให้สามารถประเมินได้ว่าผู้เรียนมีศักยภาพ ในการเรียนเพียงไร และกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้นมีประสิทธิภาพในการพัฒนาผู้เรียนเพียงไร ข้อมูลจากการประเมินภายหลังการเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย ได้แก่ปรับปรุงแก้ไขซ่อมเสริมผู้เรียนให้มีผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หรือ จุดประสงค์ของการเรียนปรับปรุงแก้ไขวิธีเรียนของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพขึ้น ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียน เพื่อให้คำปรึกษาและแนะแนวเพื่อช่วยให้ครูแนะแนว มีข้อมูลที่เป็นความสามารถของผู้เรียนในด้านการเรียน ว่าผู้เรียนเก่ง - อ่อน - ค่อย อย่างไร ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการวางแผนการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ โดยจะส่งผลให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จได้นั้นคือการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อการพยากรณ์ และเพื่อสรุปการเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน เพื่อสรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งระบบและตัดสินผลคะแนนได้ - ตก กล่าวคือ เป็นการประเมินผลเพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในการเรียนรายวิชาต่างๆ ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาคการประเมินผลนี้นอกจากจะมีจุดประสงค์เพื่อการสรุปตัดสินความสำเร็จของผู้เรียนในการเรียนสาระการเรียนรู้ รายปี รายภาคเป็นสำคัญแล้ว ยังใช้เป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงแก้ไข ผู้เรียนที่ไม่ผ่านการประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการและมีผลการเรียนตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ด้วย

#### 2.4.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ 3 เป็นขั้นตอน ดังนี้ (บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และ นवलเสน่ห์ วงเชิดธรรม, 2545 : 221- 223 ) ; (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544 : 99 -100)

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนในการสร้างข้อสอบ ประกอบด้วย การศึกษาวิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ขั้นตอนนี้เป็นผู้สร้างแบบทดสอบต้องทำการศึกษาค้นคว้าวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีแบบใดบ้าง แบบทดสอบแต่ละชนิดมีวิธีการสร้างและมีข้อดีข้อจำกัดอย่างไร แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนจะเริ่มเขียนข้อสอบ ผู้สร้างข้อสอบจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจนว่าจะวัดไปเพื่ออะไร จะได้เขียนข้อสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้นการกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรผู้สร้างข้อสอบจะต้องกำหนดขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้และพฤติกรรมที่จะวัดด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่าแล้วกำหนดลักษณะของข้อสอบและส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่มก็ได้ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ หรือลักษณะข้อสอบจะเป็นทั้งปรนัยและอัตนัยรวมกันก็ได้ทั้งนี้ผู้สร้างข้อสอบอาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ กำหนดลักษณะข้อสอบ ซึ่งได้แก่ วัดดูประสงค์ของการวัดและประเมินผล ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะวัด ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ จำนวนผู้สอบ ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างข้อสอบดำเนินการสอบและตรวจข้อสอบ ส่วนการกำหนดส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบ ได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบหรือจำนวนข้อของข้อสอบและคะแนน ระยะเวลาที่ให้ทำแบบทดสอบ วิธีดำเนินการสอบ วิธีการตรวจให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนน ตลอดจนค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการสอบ

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ โดยผู้สร้างข้อสอบลงมือสร้างแบบทดสอบตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตามลักษณะของข้อสอบ คำนึงถึงความยากของแบบทดสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนน และการตรวจให้คะแนนพร้อมตรวจทานข้อสอบ โดยผู้สร้างต้องทบทวนตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้นมีความถูกต้องครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรแล้ว จัดพิมพ์ เป็นฉบับทดลองเพื่อน ไปใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนไปใช้ โดยการนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านวัดผลการศึกษา จำนวน 3-5 ท่าน เพื่อทำตรวจ

ความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นสร้างได้ถูกต้องและเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือเนื้อหา ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่จากนั้นนำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอบ (Try out) กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือนักเรียนที่เพิ่งเคยเรียนในเรื่องนั้นๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คน ขึ้นไปแล้ววิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้ คือ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 โดยมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.02 ขึ้นไป แล้วนำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ นำไปทดลองสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือนักเรียนที่เพิ่งเคยเรียนในเรื่องนั้นๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คน ขึ้นไป เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นจึงทำการจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

## 2.5 การจัดการเรียนรู้วัฏจักรแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

### 2.5.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

Martin (1997 : 162) ได้กล่าวถึงการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ว่าการสอนให้นักเรียนได้รับความรู้นั้น ไม่ใช่เป็นเพียงแค่ครูให้ความรู้กับนักเรียนเพียงฝ่ายเดียว บ่อยครั้งที่นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองให้นักเรียนเพียงฝ่ายเดียว บ่อยครั้งที่นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองให้นักเรียนได้ลงมือสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆด้วยตนเอง วางแผนวิธีการจะหาความรู้นั้นด้วยตนเองโดยครูเป็นเพียงผู้ที่เตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิธีการหาความรู้ ให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ต่างๆ ด้วยตัวเอง

Richard (1997 : 108) กล่าวถึงการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E โดยสรุปได้ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อสืบค้นข้อมูลให้ได้ซึ่ง ความรู้ที่ต้องการจะศึกษา โดยครูเป็นเพียงผู้แนะนำหรือเป็นผู้ช่วยเหลือในกรณีที่นักเรียนปฏิบัติไม่ได้

ชาติรี เกิดธรรม (2545 : 36) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ความรู้ไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล ทำให้ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง สามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

วัชรรา เล่าเรียนดี (2548 : 77) ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ว่าเป็นกระบวนการหรือวิธีคิด วิธีแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องมีการสังเกตรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลและลงข้อสรุป รวมทั้งการใช้ทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งทักษะต่างๆ ดังกล่าว ถ้ามีการฝึกใช้อย่างสม่ำเสมอ ผู้เรียนสามารถที่จะประยุกต์ใช้ในอนาคตได้

2.5.2 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อฝึกให้นักเรียนให้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง (ชาติรี เกิดธรรม, 2545 : 36)

2.5.3 รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E (Learning Cycle 5E) ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้ตามลำดับในระยะเริ่มแรกเน้นการใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E (Learning Cycle 5E) กำหนดแนวการทำกิจกรรมค่อนข้างมากทำให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตามระยะ ต่อมาพัฒนาให้มีปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้คิดวางแผนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติ ฝึกค้นคว้าตรวจสอบด้วยความคิดของตนเองมากขึ้น การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมา คือ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นกิจกรรมขั้นสุดยอดที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหา คือ คำถามตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่ม แล้ววางแผนวิธีการที่จะแก้ปัญหาด้วยการสร้างทางเลือกที่หลากหลาย โดยใช้ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติและประเมินผลการแก้ปัญหาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และได้พัฒนาต่อมาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากสิ่งที่น่าสนใจ จากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆหรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้

ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อ รวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลมาเพียงพอแก่การสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลสารสนเทศมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาครูป สร้างตาราง การค้นพบ ในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆว่า นักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น การนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆจะนำไปสู่การโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการและทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

#### 2.5.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

ในการสอนแบบนี้ครู คือ ผู้แนะแนวทางคอยช่วยเหลือนักเรียน สร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ฉะนั้น ครูควรมีบทบาท ในการป้อนคำถามให้นักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องรู้จักป้อนคำถามจะ ต้องรู้ว่าทำอย่างไรนักเรียนจึงจะเกิดความคิด เมื่อได้ปัญหาแล้วให้นักเรียนตั้งข้ออภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเองถ้าปัญหาใดยากเกินไป

นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป (ชาติรี เกิดธรรม 2454 : 36)

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ อ่างเงิน (2548) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นวงจรการเรียนรู้พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคะแนนความสามารถในการตัดสินใจหลังการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ พิมพ์มุก ไทว้า (2552) ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนจากการสืบเสาะหาความรู้และการสอนโดยวิธีการปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 จากงานวิจัยของ Stancel (1987) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเนื้อหาเรื่อง กายวิภาคและสรีระวิทยา สำหรับนักเรียนในวิทยาลัยชุมชน Olney Central College มลรัฐอินดีแอนา ประเทศสหรัฐอเมริกาปีการศึกษา 1984-1985 และ 1985-1986 ด้วยวิธีสอนสองวิธี คือ สอนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และสอนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มควบคุม จำนวน 31 คน ด้วยวิธีบรรยายใช้เวลาทั้งหมด 24 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียนสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยวิธีการบรรยาย และงานวิจัยของ Como (1992) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ที่มีต่อผลการพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ในชนบทของ Northeastern Ohio ประเทศสหรัฐอเมริกา วิธีการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างที่ 1 สอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ 2 สอนด้วยวิธีสอนปกติ ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมผลการวิจัยพบว่า พัฒนาการทางด้านพุทธิพิสัย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกตโดยใช้กระบวนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ดังต่อไปนี้

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นกลุ่มเดียวกันคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมิ่งคลาสิก ดำบลปอพาน อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 31 คน

#### 3.2 รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ one- group pretest – posttest design (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, 2546 : 156) ซึ่งเป็นการทดลองที่มีกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม สังเกตผลการทดลอง 2 ครั้ง โดยแยกเป็นก่อนทดลอง และหลังการทดลอง

$o_1$  ----- X -----  $o_2$

X หมายถึง การจัดกระทำตามการทดลอง

$o_1$  หมายถึง การวัดผลก่อนการทดลอง

$o_2$  หมายถึง การวัดผลหลังการทดลอง

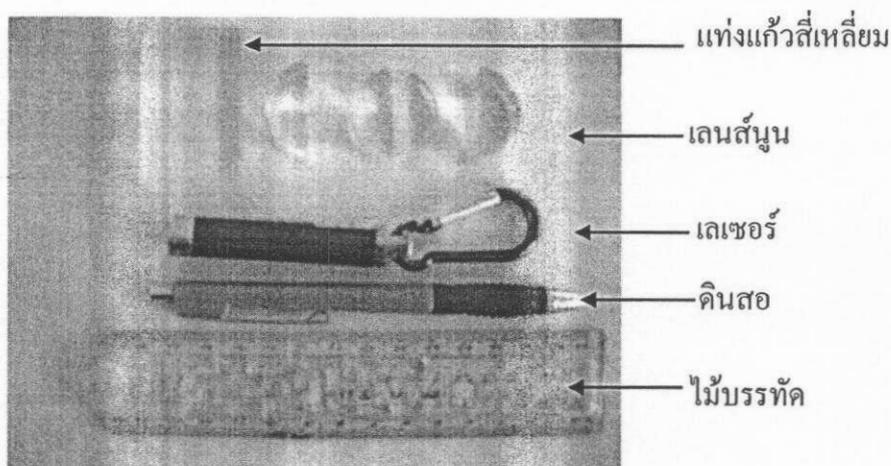
### 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การสร้างเลนส์จากแก้วโบโรซิลิเกต นำเศษแก้วโบโรซิลิเกตจากห้องปฏิบัติการ ทำความสะอาดแล้วนำมาบดให้ละเอียด เติมสาร  $K_2CO_3$  และ  $NaCO_3$  เพื่อเป็นตัวช่วยในการหลอม ส่วน  $TiO_2$  จะเป็นสารเพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางแสง และ  $Sb_2O_3$  จะช่วยเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นและไล่ฟองอากาศแล้วนำไปหลอมที่อุณหภูมิ  $1,250\text{ }^{\circ}C$  เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วขึ้นรูปโดยวิธีเทลงแบบ พิมพ์เหล็กกล้าไร้สนิมรูปทรงสี่เหลี่ยมนำแก้วที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ  $580\text{ }^{\circ}C$  เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นภายในเตาแล้วนำมาตัดแต่งและขัดผิวแก้วด้วยกระดาษทรายและผงขัดละเอียดบนผ้าสักหลาดเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางแสงของเลนส์ที่สร้างได้ทดสอบหาค่าดัชนีหักเหด้วยเครื่อง Refractrometer รุ่น ATAGO 1T ของบริษัท ATAGO จากนั้นขึ้นรูปเป็นเลนส์ 3 ลักษณะคือ เลนส์นูนแกมระนาบ เลนส์เว้าแกมระนาบและเลนส์นูนแกมเว้า (รายละเอียดขั้นตอนการทำและภาพประกอบในภาคผนวก ง) ขั้นตอนสุดท้ายนำเลนส์ที่สร้างได้ไปทดสอบคุณสมบัติการหักเหของแสงผ่านเลนส์ (รายละเอียดดังภาคผนวก จ) ซึ่งจากการทดสอบพบว่าเลนส์ที่สร้างสามารถแสดงคุณสมบัติการหักเหของแสงได้ถูกต้องตามทฤษฎีสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์การทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ได้

#### 3.3.2 ขั้นตอนการสร้างชุดกึ่งการทดลอง

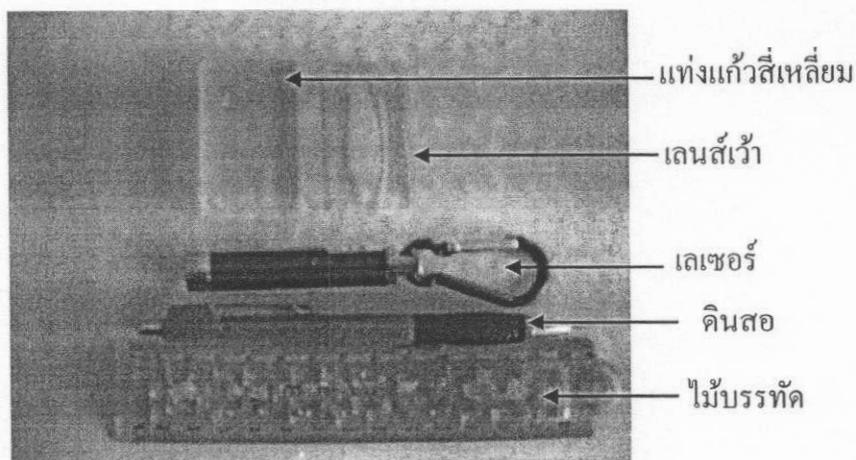
กิจกรรมการเรียนรู้และสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 กิจกรรม ดังนี้

##### กิจกรรมที่ 1 การหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน



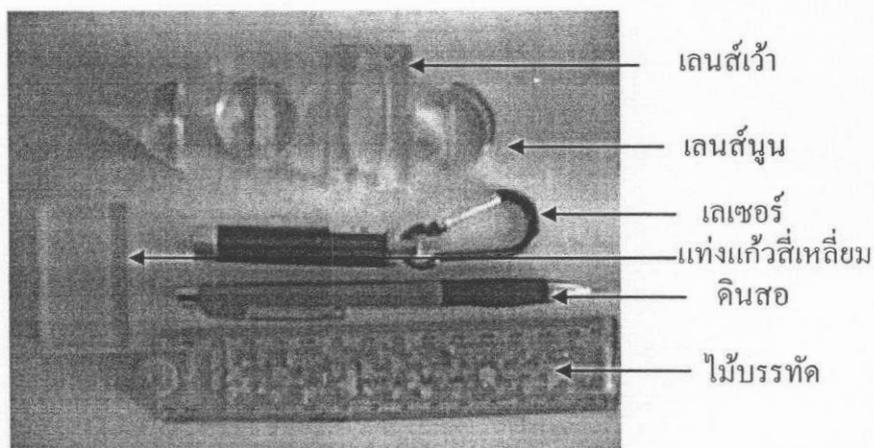
ภาพที่ 3.1 ชุดอุปกรณ์การศึกษาเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน

### กิจกรรมที่ 2 การหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า



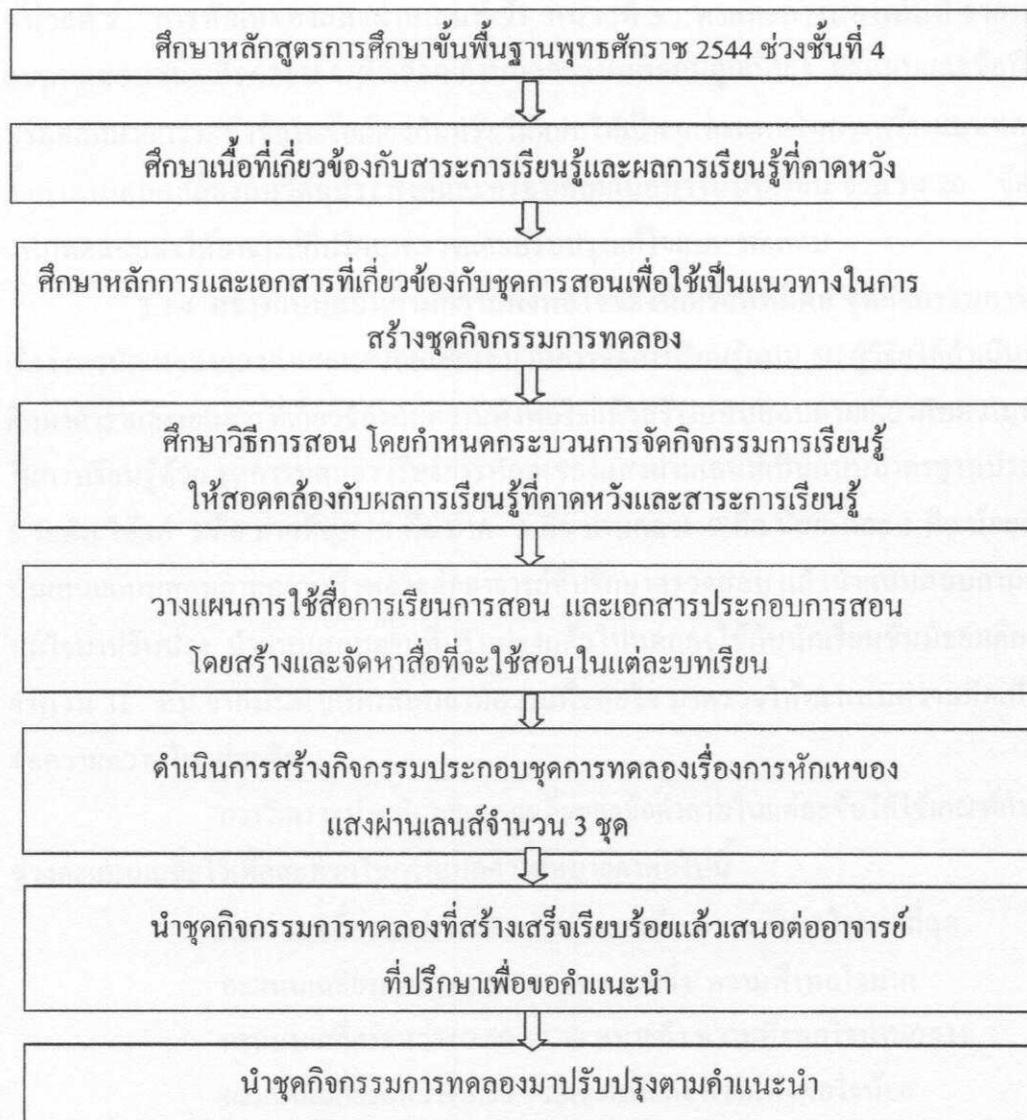
ภาพที่ 3.2 ชุดอุปกรณ์การศึกษาเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า

### กิจกรรมที่ 3 เรื่องตาและการมองเห็น



ภาพที่ 3.3 ชุดอุปกรณ์การศึกษาเรื่องตาและการมองเห็น

ในแต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมีส่วนประกอบ คือ สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ ข้อเสนอแนะ การวัดผลและประเมินผล ภายในชุดการทดลองประกอบด้วยชื่อกิจกรรม



ภาพที่ 3.4 แผนผังการสร้างชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต

### 3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยประยุกต์จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขอ (บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวนแสนή วงเชิดธรรม, 2545 : หน้า 221-223) ดังนี้ กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของ เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์ วิเคราะห์เนื้อหาของกิจกรรมซึ่งมีเนื้อหา ดังนี้ หน่วยที่ 1 การหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน

หน่วยที่ 2 การหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า หน่วยที่ 3 ตาและการมองเห็นสี จากนั้นสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนนและข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อในข้อเดียวกันหรือไม่ตอบให้เป็น 0 คะแนนในการสร้างแบบทดสอบให้ตั้งคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียน จำนวน 20 ข้อแล้วนำแบบทดสอบส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจและปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ

3.3.4 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ SE ผู้วิจัยได้ดำเนินการครั้งนี้ศึกษาคำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจแล้วสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วย ชุดการทดลอง เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์เป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 คือ มากที่สุด 4 คือ มาก 3 คือ ปานกลาง 2 คือ น้อย และ 1 คือ น้อยที่สุดจากนั้นเสนอแบบสอบถามความพึงพอใจต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ แล้วนำแบบสอบถามความพึงพอใจมาปรับปรุง นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 คน จากนั้นนำแบบสอบถามความพึงพอใจ มาตรวจให้คะแนนความคิดเห็นที่มีต่อข้อความความในแต่ละข้อ

การวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ยของข้อคำถามในแต่ละข้อได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมายดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 -5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง ความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 -4.49 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 -1.49 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

ขั้นตอนสุดท้ายคือการนำผลการตรวจให้คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

### 3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

3.4.2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระดับ ชั้นม.5 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ปีการศึกษา 2553 จำนวน 31 คน โดย ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวนทั้งหมด 3 แผน

3.4.3 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.4 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่เรียนด้วย ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกต

3.4.5 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและ หลังเรียน เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์จากแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียนด้วยค่าสถิติร้อยละ  $t - test$

3.5.2 หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกต ตามเกณฑ์ 75/75

3.5.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกต โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลองตามเกณฑ์มาตรฐาน 75 / 75 จำนวน โดยใช้สูตรดังนี้

$E_1$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย จากการทำแบบฝึกหัดและการประกอบกิจกรรม

$E_2$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หรือพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงภายใน ตัวผู้เรียนหลังเรียน โดยคิดเป็นร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียนและการคิดค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ของ ชุดการสอนที่สร้างขึ้น นำมาคำนวณค่าทางสถิติโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$E_2$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หรือพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงภายใน  
 ตัวผู้เรียนหลังเรียน โดยคิดเป็นร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียนและการคิดค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ของ  
 ชุดการสอนที่สร้างขึ้น นำมาคำนวณค่าทางสถิติโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1 } E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum x$  แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน  
 $A$  แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน  
 $N$  แทน จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพผลลัพธ์  
 $\sum F$  แทน คะแนนรวมของการสอบหลังเรียน  
 $B$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ  
 $N$  แทน จำนวนผู้เรียน

3.6.2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้  
 ใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรค่าเฉลี่ย } \bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum x$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน  
 $N$  แทน จำนวนคนในกลุ่มทดลอง

สูตรส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังเรียนโดยใช้สูตร t-test แบบ Dependent ใช้สูตรต่อไปนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}, \quad df = n-1$$

เมื่อ  $\sum D$  คือ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังการเรียนกับคะแนนก่อนการเรียนด้วยชุดการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

$\sum D^2$  คือ ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสง

n คือ จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้ววีโรซิลิก โปโรซิลิเกตที่สร้างมีดัชนีหักเห 1.56 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 31 คน ที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้ววีโรซิลิก โปโรซิลิเกต นำเสนอตามลำดับดังนี้

- (1) ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้ววีโรซิลิก โปโรซิลิเกต
- (2) ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโปโรซิลิเกต
- (3) ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้ววีโรซิลิก โปโรซิลิเกต

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกต

การทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมที่ได้ของนักเรียนทั้งหมด	SD	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ระหว่างเรียน	80	2078	3.87	83.35
หลังเรียน	20	475	1.6	76.61
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมคิดเป็นร้อยละ 76.61/83.35				

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 83.79 และค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.61 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือร้อยละ 75/75

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกต

ตารางที่ 4.2 ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกต

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	31	20	5.42	2.07	307	3139	30.4
หลังเรียน	31	20	15.32	1.6			

\*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วโรโซลิเกต

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกตโดยหาค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และแปลความหมายตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วโรโซลิเกต

ข้อความ	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วโรโซลิเกตมีความน่าสนใจ	4.16	1.04	มาก
2. ชุดทดลองช่วยให้การเรียนง่ายขึ้น	4.26	0.96	มาก
3. ชุดทดลองช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้น	4.16	1.04	มาก
4. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ทำการทดลองและลงมือปฏิบัติจริง	4.03	0.87	มาก
5. นักเรียนมีความพึงพอใจกับการใช้สื่อและอุปกรณ์การทดลองที่อยู่ในชุดกิจกรรมการทดลอง	3.87	0.92	มาก

ตารางที่ 4.3 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โปโรซิลิเกต (ต่อ)

ข้อความ	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
6. รูปแบบการจัดกิจกรรมในชุดทดลองช่วยเสริมทักษะกระบวนการทดลองให้กับนักเรียน	4.13	0.62	มาก
7. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการนำเสนอเนื้อหาและใบความรู้ในชุดทดลองมีความครบถ้วน	3.97	0.75	มาก
8. คำอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการทดลองสามารถศึกษาและทำความเข้าใจได้ง่าย	3.90	1.04	มาก
9. ระยะเวลาการเรียนรู้ที่กำหนดในชุดทดลองเหมาะสมไม่มากไม่น้อยเกินไป	3.74	0.77	มาก
10. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้เรียนโดยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E	3.81	1.01	มาก
11. ชุดกิจกรรมการทดลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน	4.03	0.87	มาก
รวม	4.01	0.84	มาก

จากตารางที่ 4.3 พบว่าระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโปโรซิลิเกตมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 และความพอใจอยู่ในระดับมาก

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โบโรซิลิเกตและวัดประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์ 75/75 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกต ซึ่งสรุปผลอภิปรายผลและข้อเสนอแนะจากการวิจัยดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ได้เลนส์แก้วรีไซเคิล โบโรซิลิเกตมีลักษณะใส ซึ่งมีค่าดัชนีหักเหเท่ากับ 1.56 และสามารถนำมาใช้ในชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ได้ตรงตามทฤษฎี

5.1.2 ได้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โบโรซิลิเกตที่มีประสิทธิภาพ 76.61/83.35 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 75/75

5.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โบโรซิลิเกตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิล โบโรซิลิเกต อยู่ในระดับมาก

## 5.2 อภิปรายผล

5.2.1 เลนส์แก้วรีไซเคิลโพลีโพรพิลีนที่ได้มีค่าดัชนีหักเห 1.56 ซึ่งจากผลการทดสอบสามารถแสดงคุณสมบัตินี้ของแสงได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นวลละออง สระแก้ว (2550 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกลและคุณสมบัติทางแสงซึ่งรวมถึงการหักเหของแสงเมื่อผ่านแก้วแก้วรีไซเคิลโพลีโพรพิลีนด้วย พบว่าแก้วรีไซเคิลสามารถแสดงคุณสมบัติทางแสงได้แสดงให้เห็นเลนส์แก้วรีไซเคิลโพลีโพรพิลีนสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ได้เช่นเดียวกับเลนส์ที่มีขายทั่วไป

5.2.2 จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโพลีโพรพิลีน มีค่าเท่ากับ 83.35/76.61 แสดงให้เห็นว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและกิจกรรมระหว่างเรียนได้ร้อยละ 83.35 อีกทั้งช่วยให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองนี้เห็นได้จากคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนที่ทำได้ร้อยละ 76.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิมมนวน พุทธิยา (2549 : บทคัดย่อ) เรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนกสารแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 81.00/79.33 งานวิจัยของ ประภา บุตรวงษ์ (2553 : บทคัดย่อ) ที่ทำการศึกษาในเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 82.89/85.63

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโพลีโพรพิลีน จากผลการทดลองพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริสา พันธ์กุล (2548 : บทคัดย่อ) เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของ วัฒนา อรุณวัฒน์ (2548 : บทคัดย่อ) เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ จากการทดลองผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยเรียนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของ ประภา บุตรวงษ์ (2553 : บทคัดย่อ) เรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรม

การทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05 งานวิจัยของ ลวรรณ โสมแพน (2550 : บทคัดย่อ) เรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของ พิมพ์มุก ไทวงศ์ (2551 : บทคัดย่อ) เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติกับการจัดการสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนร่วมกับวิธีการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนจากการสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการแบบปกติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 คนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกตโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.84

จากผลการศึกษาที่ปรากฏนี้แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต มีประสิทธิภาพสามารถเพิ่มพูนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนได้ โดยการสอนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E นี้ นักเรียนได้คิด ได้ทำ มีการศึกษาค้นคว้า ได้วิเคราะห์ สรุป และนำเสนอผลงานด้วยตัวเอง ซึ่งนักเรียนสามารถนำทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบ 5E ไปใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้อีกต่อไป

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ SE เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต ครูควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการต่างๆ ที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาโดยใช้กระบวนการสอนแบบต่างๆ ร่วมกับชุดกิจกรรมการทดลองและศึกษาผลที่เกิดกับนักเรียนในด้านอื่นๆ

5.3.2.2 ผู้ที่สนใจงานวิจัยการทำทัศนอุปกรณ์โดยนำแก้วโบโรซิลิเกตเพื่อใช้เป็นวัสดุฉนวน ผู้วิจัยขอแนะนำให้ทดลองเปลี่ยนอัตราส่วนผสมของ  $Sb_2O_3$  ซึ่งมีบทบาทในการได้ฟองอากาศออกจากแก้วระหว่างการหลอมเพื่อลดจำนวนฟองอากาศภายในเนื้อแก้ว

เอกสารอ้างอิง

## เอกสารอ้างอิง

- ชัยขงศ์ พรหมวงศ์. (2523). หน่วยที่ 11 ระบบการสอนแบบโปรแกรมในเอกสารการสอนชุดวิชา เทคโนโลยีและสื่อทางการศึกษา. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- \_\_\_\_\_. (2533). กระบวนการสันนิเวทนาการและระบบสื่อการสอน ในเอกสารวิชาการ เทคโนโลยีและสื่อทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ทิสนา แจมณี. (2527). หน่วยที่ 1-7 ระบบการเรียนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- ธีรภัทร ดงขางวัน. (2551). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงอนาคตทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นวลละออง สระแก้ว. (2551). สมบัติทางแสงและทางกลของแก้วโบโรซิลิเกตที่ถูกเติมด้วย Ti Ba Pb และ Bi. โครงการพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- นันทกา บันดาริ. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นิรันดร์ สุวรรรัตน์. (2546). คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.5 เล่ม 2 หน้า 280 – 314. กรุงเทพฯ : พ.ศ.พัฒนาจำกัด.
- บุญเกื้อ คอรวาเวช. (2543). นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ : หจก SR Printing.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. (2545). การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการ ประเมินการศึกษา. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- บุศรา จินตวรรณ. (2552). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วยชั้นที่ 4 ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สร้างสรรค์.  
ปริญญาานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ประภา บุตรวงษ์. (2553). รายงานการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านอวอย.
- พิชิต ฤทธิจรุญ. (2544). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏพระนคร
- พิมพ์มุก ไทว้า. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติกับการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนร่วมกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์.
- มนมนัส สุดสั้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการสอนเขียนแผนผังมโนคติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัชดาภรณ์ เลือเล็ก. (2551). การศึกษาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพพหุปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 .  
สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลวรรณ โสมแพน. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลัดดา สุขปริดี. (2543). เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2548). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วัฒนา อรุณวัฒน์. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้เรียนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.  
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วีรยุทธ์ วิเชียรโชติ. (2551). จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ :  
 อำนวยการพิมพ์
- ศิริสา พงษ์. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ.  
 ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริลักษณ์ อ่างเงิน.(2548). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ  
 ตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
 ที่เน้นวงจรการเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือครู.  
 วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ  
 วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ  
 กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมจิตร จอคนอก. (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สาระพลังงานหน่วยพลังงานไฟฟ้า  
 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.  
 ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมบูรณ์ คັນยะ. (2546). การวิจัยทางการศึกษา. นครราชสีมา : คณะครุศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.  
 กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- อภิญา เคนนุปลา. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติ  
 ของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต :  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อารมณั เพชรชื่น. (2520). เทคนิคการวัดและประเมินผลการศึกษา. ชลบุรี :  
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- Bennet, R.L. and Keen. G.D. (1996). Environmental Science: 49 Science Fair Project. English:  
 Division of Mc Graw Hill, Inc.
- Caraisco, J (2007). "Overcoming Lethargy in Gifted and Talented Education with Contract  
 Activity Pack ages: I'm Choosing to Learn" , Clearing House. 80: 255 – 260.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Como. J.M. (1992). Effect of learning Cycle Instructional Method on Cognitive Development Science Process and Attitude toward Science in Seventh – Graders. DAI.53.387A
- Heathres. Glan. (1977). “A Working Difinition to Individualized Instructional”, Journal the Education Leadership. 1997 (35): 523 – 524; August.
- Martin, D.J. (1997). Elementary Science Methods: A Constructivist Approach. United State of America: Delmar Publisher.
- Richard, D.K. (1997). Science of the Elementary and Middle School. United State of America: Prentice Hall, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว 42202 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/ 2553  
 สาระที่ 5 : พลังงาน หน่วยที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์ เวลา 8.00 ชั่วโมง  
 มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน  
 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ  
 สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์  
 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ทดลองและอธิบายสมบัติ การสะท้อน การหักเหของแสง รวมทั้งการ  
 กำหนดปริมาณที่เกี่ยวข้องและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เช่น เส้นใยนำแสง เลเซอร์ เป็นต้น  
 ผู้สอน น.ส.นิตยา หอมกลิ่น

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกลักษณะและส่วนประกอบของเลนส์ได้
2. อธิบายศูนย์กลางความโค้ง เส้นแกนमुखสำคัญ โฟกัสमुखสำคัญ ศูนย์กลางเลนส์ โฟกัสและความยาวโฟกัสของเลนส์ได้
3. ทำกิจกรรมเพื่อหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูนและเลนส์เว้า ใช้กฎการหักเหของแสงในการเขียนแผนภาพรังสีของแสง เพื่อหาดำแหน่งภาพ และขนาดภาพของวัตถุที่วางไว้หน้าเลนส์

### สาระสำคัญ

เลนส์ เป็นวัตถุโปร่งใสทำจากแก้วหรือพลาสติก แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ เลนส์นูนและเลนส์เว้า

1. เลนส์นูน (convex lens) มีสมบัติในการรวมแสง โดยเมื่อฉายแสงขนานไปยังเลนส์นูน แสงจะไปรวมที่จุดๆหนึ่งบนแกนमुखสำคัญ เรียกว่า จุดโฟกัสสำคัญ ของเลนส์

2. เลนส์เว้า (concave lens) มีสมบัติในการกระจายแสง เมื่อแสงขนานตกกระทบกับเลนส์เว้ามักจะหักเหให้บานออกไป แต่แนวรังสีที่บานออกไปเมื่อย้อนกลับทางเดิมทุกแนวจะไปอยู่ที่จุดโฟกัส

### การเกิดภาพสำหรับเลนส์บาง

1. ภาพจริง รังสีแสงที่หักเหไปจะตัดกันจริงๆ
2. ภาพเสมือน รังสีแสงที่ไปจะตัดกันไม่จริงต้องต่อแนวของรังสีหักเหให้ไปตัดกัน

สูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องเลนส์บางมีดังนี้

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad \dots\dots\dots(1)$$

กำลังขยายของเลนส์บาง

$$m = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ  $y'$  และ  $y$  เป็นขนาดภาพและขนาดวัตถุตามลำดับ กฎเกณฑ์ในการคิดเครื่องหมายแต่ละตัวยังคงเหมือนกระจกผิวโค้ง ต่างกันที่ความยาวโฟกัสเลนส์เว้าเป็นลบ เลนส์นูนเป็นบวก

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนเรื่องการหักเหของแสงโดยรวมอภิปรายกับนักเรียน เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งสู่อีกตัวกลางหนึ่ง ว่ามีแนวการเปลี่ยนเส้นทางของแสงอย่างไรและถ้าแสงเครื่องที่ผ่านตัวกลางที่มีลักษณะโค้งจะเป็นอย่างไร

1.2 ครูแจ้งเรื่องที่จะเรียนจุดประสงค์และสิ่งทีนักเรียนจะได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

1.3 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ จำนวน 20 ข้อ เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

1.4 ครูนำเสนอวิธีสร้างเลนส์จากแก้วโปโรซิติกเกิดจาก Power point และแนะนำนักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสารประกอบเรื่องการสร้างเลนส์จากเศษแก้วโปโรซิติก

#### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมกลุ่มละ 6-7 คน จำนวน 5 กลุ่ม

2.2 ครูชี้แจงและอธิบายขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

- นักเรียนส่งตัวแทนมาจับฉลากหมายเลขกลุ่ม กลุ่มที่ได้เลข 1-3 ศึกษาเรื่องส่วนประกอบและการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน กลุ่มที่ได้ เลข 4-5 ศึกษาเรื่องส่วนประกอบและการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า โดยศึกษาแนวทางการดำเนินกิจกรรมตามเอกสารชุดกิจกรรมการทดลองที่ 1 และ 2 ประกอบ

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองให้ครบทั้ง กิจกรรมการทดลองที่ 1 และ 2

2.3 นักเรียนรายงานการทดลองศึกษาใบความรู้และทำกิจกรรมที่ระบุในชุดกิจกรรมที่ 1 และ 2 ในครบทุกกิจกรรม

### 3.ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองและทำกิจกรรมดังนี้

- ความรู้เรื่องส่วนประกอบของเลนส์นูนและเลนส์เว้า
- ความยาวโฟกัสของเลนส์นูนที่ศึกษา
- ลักษณะภาพที่เกิดจากเลนส์นูนที่ระยะต่างๆ
- ความยาวโฟกัสของเลนส์เว้าที่ศึกษา
- ลักษณะภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าที่ระยะต่างๆ

3.2 ครูอธิบายความรู้และเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่ยังขาด

### 4.ชั้นขยายความรู้

4.1 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสูตรที่ใช้คำนวณเรื่องการเกิดภาพจากเลนส์

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad \text{และ} \quad m = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

4.2 นักเรียนอภิปรายเปรียบเทียบภาพที่ได้จากการวาดกับสูตรการคำนวณ

4.3 ครูยกตัวอย่างและอธิบายการคำนวณเรื่องภาพที่เกิดจากเลนส์และอธิบายในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจ

4.5 ครูถามเพื่อต่อยอดความรู้ว่าเราสามารถนำวัสดุใดมาทำเลนส์หรือใช้แทนเลนส์ได้บ้าง

### 5.ชั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมเป็นความรู้ของนักเรียน

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการคำนวณหาภาพที่เกิดจากเลนส์

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน ฟิสิกส์ 3 ว 42202
2. เอกสารประกอบการสอนเรื่องการสร้างเลนส์จากแก้วโบโรซิลิเกต
3. Power Point ประกอบการสอนเรื่องการสร้างเลนส์
4. ชุดกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องส่วนประกอบและการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน
5. ชุดกิจกรรมการทดลอง ที่ 2 เรื่องส่วนประกอบและการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า

### การวัดและประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการสังเกต ความสนใจ ความตั้งใจเรียน การแสดงความคิดเห็น การตอบคำถามและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด แบบรายงานการทดลอง

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว 42202 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/ 2553  
 สาระที่ 5 : พลังงาน หน่วยที่ 2 เรื่อง ตาและการมองเห็น เวลา 2 ชั่วโมง  
 มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน  
 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ  
 สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์  
 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น อภิปราย และอธิบายได้ว่า ความเข้มของแสงมีผลต่อนัยน์ตามนุษย์และ  
 มีผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่น

ผู้สอน น.ส.นิตยา หอมกลิ่น

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการทำงานของตาคน
2. บอกความหมายของจุดใกล้และจุดไกลของตาคนปกติได้
3. อธิบายการใช้เลนส์ช่วยปรับปรุงการเห็นของคนสายตาสั้นและสายตายาว
4. อธิบายการเห็นแสงสีและการบอดสีของตาคน

### สาระสำคัญ

ตาเป็นอวัยวะที่สำคัญของคนประกอบด้วย เลนส์ตา เป็นเซลล์รับแสงจากวัตถุที่  
 ต้องการมองเห็น เรตินา เป็นเซลล์รับภาพของวัตถุแล้วส่งผ่านประสาทตาไปยังสมอง ม่านตา  
 ทำหน้าที่ปรับความเข้มของแสงไปตกลงบนเรตินาให้เหมาะสม พิวพิล เป็นช่องเปิดวงกลมที่  
 สามารถปรับความกว้างได้ด้วยม่านตา กระจกตา อยู่ด้านนอกสุดทำหน้าที่เป็นส่วนป้องกันลูกตา  
 ถ้าเปรียบเทียบกับกล้องถ่ายรูปจะมีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน

### ความผิดปกติของนัยน์ตา

1. สายตาสั้น เป็นความผิดปกติของตาที่มองวัตถุไกลๆ ไม่ชัดเจนแต่มองวัตถุใกล้ๆ  
 ได้ชัดเจนอาจเกิดจากลูกตามีความยาวมากเกินไปทำให้ภาพของวัตถุที่อยู่ไกลๆ ไม่ไปตกบนเรตินา  
 แต่จะตกอยู่บริเวณด้านหน้าของเรตินา วิธีการแก้ไข ใช้เลนส์เว้าทำแว่นตา

2. สายตายาว เป็นความผิดปกติของตาที่มองวัตถุไกลๆ ได้ชัดเจน แต่มองวัตถุใกล้ๆ ไม่ชัดเจน อาจเกิดจากลูกตาสั้นเกินไปทำให้ภาพของวัตถุ ที่อยู่ในตำแหน่งที่ควรจะเห็นชัดกลับไปตกเลยเรตินาออกไป วิธีแก้ไข ใช้เลนส์นูนทำแว่นตา

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนการเรียนรู้เรื่องภาพที่เกิดจากเลนส์
- 1.2 ครูยกตัวอย่างเรื่องการนำความรู้เรื่องการหักเหแสงไปใช้ประโยชน์ การทำแว่น

#### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 3.1 เรื่องตาและการมองเห็น
- 2.2 นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3.1 เพื่อศึกษาลักษณะความผิดปกติของตาจำลองที่กำหนดให้ และหาวิธีการแก้ไข

#### 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสำรวจที่พบ
  - 3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมและอธิบาย ยกตัวอย่างการคำนวณหาความยาวโฟกัสของแว่น สำหรับคนสายตาสั้นและสายตายาว
- ตัวอย่าง ชายสายตายาวผู้หนึ่งเห็นจุดใกล้ตาที่สุดที่ 100 เซนติเมตร จงหาแว่นตาที่ทำให้จุดใกล้ของเขาเห็นได้อย่างปกติที่ระยะ 25 เซนติเมตร

วิธีทำ ให้  $f_1$  เป็นความยาวโฟกัสของเลนส์ตา

$f_2$  เป็นความยาวโฟกัสของเลนส์ที่ทำแว่นตา

เมื่อมองวัตถุด้วยตาเปล่า ถ้าวัตถุที่ระยะ 100 cm จากตาจะมองเห็นภาพวัตถุแต่ถ้าวัตถุใกล้ตาเข้ามาอีกจะมองเห็นไม่ชัด

$$\text{จาก } \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad \text{ดังนั้น} \quad \therefore \frac{1}{100} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f_1} \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อใส่แว่นตาซึ่งต้องทำด้วยเลนส์นูนจะเห็นวัตถุที่ระยะ 25 cm จากตาได้ชัดเจน กรณีนี้การคิดจึงต้องคิดแบบเลนส์บางสองอันประกบกัน ได้

$$\frac{1}{25} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ในสมการ (1) และ (2) ระยะภาพ  $s'$  จะเป็นตัวเดียวกันเพราะเห็นภาพชัดเจนทั้งคู่

$$(2) - (1); \quad \frac{1}{25} - \frac{1}{100} = \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{3}{100}$$

$$\therefore f_2 = 3.33 \text{ cm}$$

นั่นคือ ต้องใช้แว่นตาที่ทำด้วยเลนส์นูนความยาวโฟกัส 3.33 cm

3.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง ตาและการมองเห็นสี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

#### 4. ขันขยายความรู้

4.1 นักเรียนและครูร่วมอภิปรายเกี่ยวกับการดูแลรักษาดวงตาของตนเองและการแก้ไขรักษาปัญหาเกี่ยวกับความผิดปกติของสายตา

#### 5. ขันประเมินผล

5.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

5.2 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความพึงพอใจในการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์โดยใช้เลนส์สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกตด้วยการสอนแบบสืบเสาะ  
สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน ฟิสิกส์ 3 ว 42202
2. เอกสารประกอบการสอนเรื่องการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์มาใช้
3. Power Point ประกอบการสอนเรื่องประโยชน์ของเลนส์
4. ชุดกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์มาใช้

#### การวัดและประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการสังเกต ความสนใจ ความตั้งใจเรียน การแสดงความคิดเห็น การตอบคำถามและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด แบบรายงานการทดลอง
3. แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกตด้วยกระบวนการสอนแบบสืบเสาะ

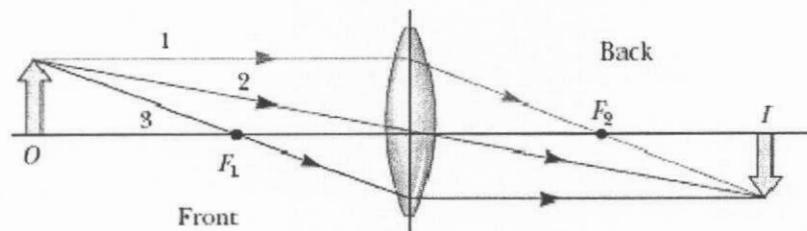
**ภาคผนวก ข**  
**ชุดกิจกรรมการทดลอง**

# ชุดกิจกรรมการทดลองที่ 1

เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน

หน่วยการเรียนรู้การหักเหของแสงผ่านเลนส์

รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



โดย

นางสาวนิตยา หอมกลิ่น

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก

## คำชี้แจง

### กิจกรรมที่ 1 เรื่องการศึกษาลักษณะของเลนส์นูน

กิจกรรมนี้เป็นการเป็นการศึกษาลักษณะและส่วนประกอบของเลนส์นูน โดยเริ่มจากให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจและปฏิบัติตามลำดับต่อไปนี้

1. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 1 เรื่องเลนส์นูนและการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน
2. นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบและลักษณะของเลนส์นูนจากใบความรู้ที่ 1.1 เรื่องลักษณะและส่วนประกอบของเลนส์
3. นักเรียนทำกิจกรรมทดลองที่ 1.1 เพื่อศึกษาหา ขาวความโฟกัสของเลนส์, รัศมีความโค้งของเลนส์, ลักษณะการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน
4. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1.2 เรื่องการเขียนรังสีแสงที่ผ่านเลนส์
5. นักเรียนทำใบงานที่ 1.2 เรื่องการวาดรังสีที่ผ่านเลนส์ที่ระยะต่างๆ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของเลนส์นูนได้
2. สามารถทดลองหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูนจากหลักการตัดกันของลำแสงได้
3. สามารถทดลอง อธิบายและเขียนภาพลักษณะลำแสงที่ผ่านเลนส์นูนได้

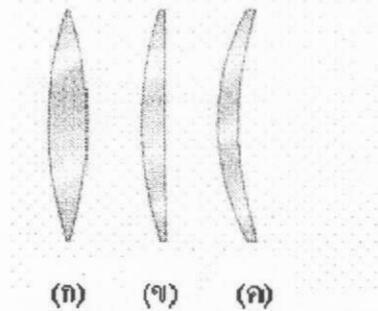
## ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่องส่วนประกอบของเลนส์นูน

เลนส์ คือ แผ่น ตัวกลางโปร่งใสที่มีพื้นผิวสองด้าน โดยส่วนหนาที่สุดของเลนส์มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับรัศมีความโค้ง เลนส์แบบนี้เรียกว่า เลนส์บาง

1. ชนิดของเลนส์ (Types of Lens) เลนส์แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ เลนส์นูนและเลนส์เว้า

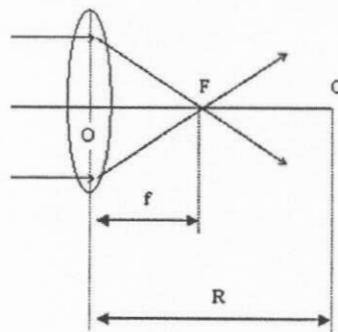
เลนส์นูนหรือเลนส์รวมแสง (Convex or Converging Lenses) คือ เลนส์ที่มีความหนา ตรงจุดศูนย์กลางมากกว่าที่ขอบและจะทำหน้าที่ รวมแสงขนานไปตัดรวมกัน ที่จุดโฟกัสจริง(Real Focus) แบบต่าง ๆ ของเลนส์นูนมีดังนี้

- ก. เลนส์นูนสองด้าน (Double Convex Lens)
- ข. เลนส์นูนแกมระนาบ (Plano Convex Lens)
- ค. เลนส์นูนแกมเว้า (Concavo Convex Lens)



ภาพที่ 1.1 เลนส์นูนแบบต่าง ๆ

2. ส่วนประกอบของเลนส์นูน



ภาพที่ 1.2 ส่วนประกอบของเลนส์นูน

1. แนวทิศทางของแสงที่ส่องมายังเลนส์เรียกว่า แนวรังสีของแสง ถ้าแสงมาจาก ระยะไกลมาก หรือระยะอนันต์ เช่นแสงจากดวงอาทิตย์หรือดวงดาวต่างๆ แสงจะส่องมาเป็นรังสีขนาน

2. จุดโฟกัสของเลนส์หรือจุด F ถ้าเป็นเลนส์นูนจะเกิดจากรังสีหักเหไปรวมกันที่จุดโฟกัส แต่ถ้าเป็นเลนส์เว้าจะเกิดจุดเสมือนแสงมารวมกันหรือจุดโฟกัสเสมือน

3. แกนमुखสำคัญ (Principal axis) คือเส้นตรงที่ลากผ่านกึ่งกลางของเลนส์และจุดศูนย์กลางความโค้งของผิวเลนส์

4. จุด O คือ จุดใจกลางเลนส์ (Optical center)

5. จุด C คือ จุดศูนย์กลางความโค้งของผิวเลนส์ (Center of Curvature)

6. OC เป็น รัศมีความโค้ง (Radius of curvature) เขียนแทนด้วย R

7. F เป็นความยาวโฟกัส (Focal length) โดยความยาวโฟกัสจะเป็นครึ่งหนึ่งของรัศมีความโค้ง ( $R = 2F$ )

เมื่อนำวัตถุมาวางหน้าเลนส์จะเกิดภาพ 2 ชนิด คือ

1. ภาพจริง คือภาพที่เกิดจากรังสีหักเหของแสงตัดกันจริง ๆ ลักษณะของภาพจริง เอาฉากรับได้ จะเกิดหลังเลนส์ หักกลับกับวัตถุ

2. ภาพเสมือน คือภาพที่เกิดจากรังสีหักเหของแสงไม่ได้ตัดกันจริง ๆ แต่เสมือนตัดกัน ลักษณะของภาพเสมือน ไม่สามารถเอาฉากรับได้ จะเกิดหน้าเลนส์ หัวตั้งเหมือนวัตถุ

ใบกิจกรรมที่ 1.1 แบบบันทึกการทดลองเรื่องการศึกษาส่วนประกอบของเลนส์และลักษณะการหัก  
ของแสงผ่านเลนส์นูน

\*\*\*\*\*

การทดลองเรื่อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 5.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 6.....ชั้น ม.....เลขที่.....

ประเด็นปัญหา

.....  
.....  
.....

จุดประสงค์การทดลอง

.....  
.....  
.....

สมมติฐานการทดลอง

.....  
.....  
.....

อุปกรณ์การทดลอง

.....  
.....  
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**วิธีการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**บันทึกผลการทดลอง**

วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

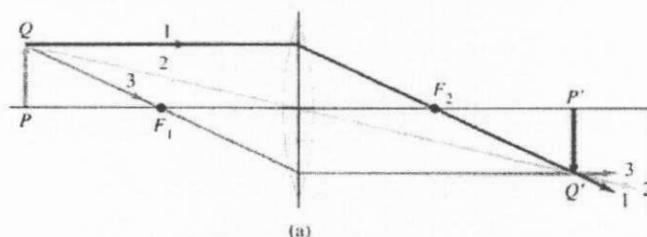
.....

.....

## ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่องภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

การหาลักษณะของภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์ โดยการวาดรังสี ซึ่งมีขั้นตอนการเขียนรังสีของแสง ตกกระทบและรังสี หักเหของแสง ดังนี้

1. รังสีเส้นที่หนึ่ง ให้ลากรังสีของแสงจากวัตถุขนานกับแกนमुखสำคัญไปตกกระทบเลนส์ ต่อมาลากรังสีหักเหของแสงจากเลนส์จะผ่านที่จุดโฟกัส ซึ่งอยู่ด้านหลังเลนส์
2. รังสีเส้นที่สอง ให้ลากรังสีของแสงจากวัตถุไปตกกระทบที่จุดกึ่งกลางเลนส์ต่อมาลากรังสีหักเหของแสงจากเลนส์ต่อจากจุดกึ่งกลางเลนส์ออกไป
3. รังสีเส้นที่สาม ให้ลากรังสีของแสงจากวัตถุผ่านจุดโฟกัสไปตกกระทบเลนส์ต่อมาลากรังสีหักเหของแสงจากเลนส์ออกไปด้านหลังเลนส์ โดยขนาน กับแกนमुखสำคัญ รังสีทั้งสามจะไปตัดกันที่ด้านหลังของเลนส์ที่ตำแหน่งหนึ่งซึ่งตำแหน่งนั้นคือตำแหน่งของภาพ ที่เกิดขึ้น ดังรูป



ภาพที่ 1.3 ลักษณะการเกิดภาพโดยการวาดรังสี

สรุปสูตรที่ใช้ในการคำนวณเลนส์บาง

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$m = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

$$m = \frac{f}{s-f}$$

หรือ

$$m = \frac{s'-f}{f}$$

เมื่อ  $y$  = ขนาดวัตถุ

$y'$  = ขนาดภาพ

$m$  = กำลังขยาย

เมื่อ  $f$  = ความยาวโฟกัส เป็น + เมื่อเป็นจุดโฟกัสจริง(เลนส์นูน)

$s$  = ระยะวัตถุ เป็น + เมื่อวัตถุวางอยู่หน้าเลนส์ เป็น - เมื่อวัตถุเสมือนวางอยู่หลังเลนส์

$s'$  = ระยะภาพ เป็น + เมื่อเป็นภาพจริงแสงตัดกันจริงด้านหลังเลนส์

เป็น - เมื่อเป็นภาพเสมือนแสงเสมือนว่าตัดกันอยู่ด้านหน้าเลนส์

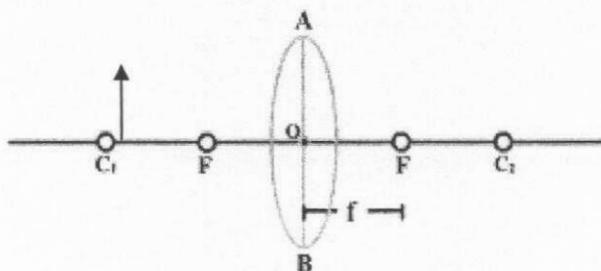
$m$  = กำลังขยาย เป็น + เมื่อเป็นกำลังขยายของภาพจริง

เป็น - เมื่อเป็นกำลังขยายของภาพเสมือน

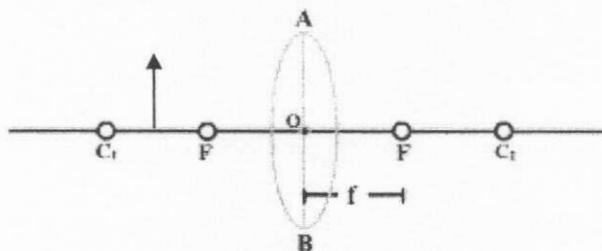
### ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่องภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนรังสีเพื่อหาขนาดและระยะภาพที่เกิดตามระยะวัตถุที่กำหนดในใบกิจกรรม

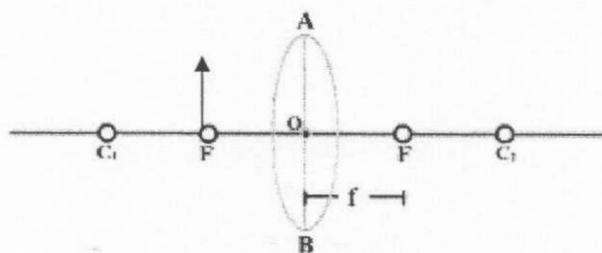
1. วัตถุอยู่เลย  $C_1$  ออกไป



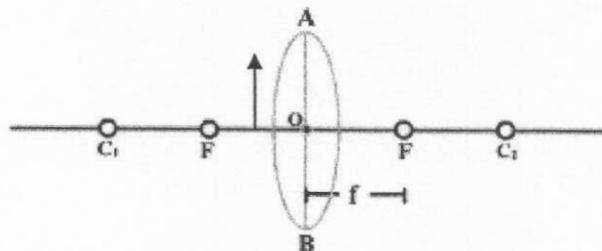
2. วัตถุอยู่ที่จุด  $C_1$



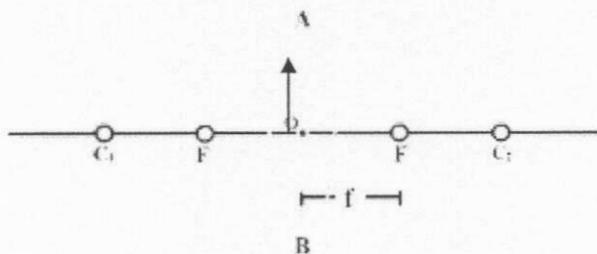
3. วัตถุอยู่ระหว่าง  $C_1$  กับ  $F$



4. วัตถุอยู่ที่จุด  $F$



## 5. วัตถุอยู่ระหว่างเลนส์กับจุด F



ตารางบันทึกผลกิจกรรมการหาขนาดภาพโดยการวาดรังสี

ข้อที่	ระยะวัตถุ	ขนาดวัตถุ	ระยะภาพ	ขนาดภาพ	ความยาวโฟกัส	ลักษณะภาพที่เกิด
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

คำถามท้ายกิจกรรม

ภาพที่ได้จากเลนส์นูนเกิดภาพลักษณะใดได้บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 วัตถุหนึ่งอยู่ห่างจากเลนส์นูนมีความยาวโฟกัส 5 เซนติเมตร เป็นระยะ 15 เซนติเมตร  
จงหา ตำแหน่งของภาพและเป็นภาพลักษณะใด

#### แนวทางการหาคำตอบ

การคำนวณเลนส์นูนความยาวโฟกัส(f) เป็นบวก(+)

จากโจทย์กำหนด ความยาวโฟกัส (f) = 5 เซนติเมตร

ระยะวัตถุอยู่ห่างจากเลนส์(S) = 15 เซนติเมตร

ต้องการหาตำแหน่งของภาพและลักษณะของภาพที่เกิด(S')

#### วิธีทำ

จากสูตร	$\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$	
	$\frac{1}{S'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{S}$	
	$\frac{1}{S'} = \frac{1}{5} - \frac{1}{15}$	เซนติเมตร
	$\frac{1}{S'} = \frac{3}{15} - \frac{1}{15}$	เซนติเมตร
	$\frac{1}{S'} = \frac{2}{15}$	เซนติเมตร
	$S' = \frac{15}{2}$	เซนติเมตร
	$S' = 7.5$	เซนติเมตร

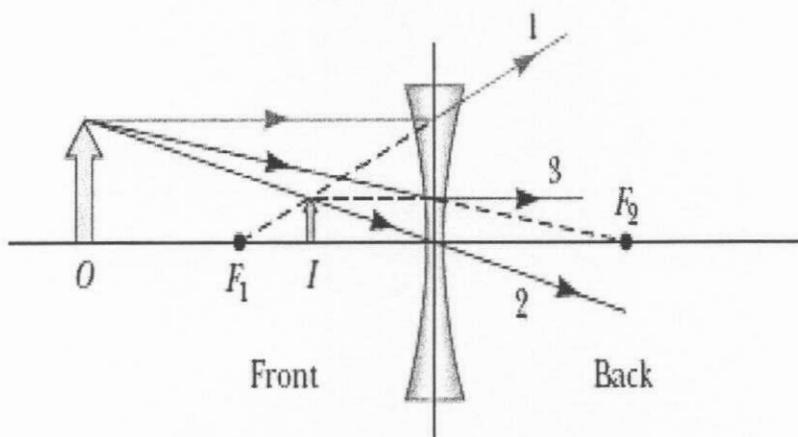
ตอบ เกิดภาพจริง เพราะเครื่องหมายเป็นบวกที่ระยะ 7.5 เซนติเมตร ด้านหลังเลนส์นูน

## ชุดกิจกรรมการทดลองที่ 2

เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า

หน่วยการเรียนรู้การหักเหของแสงผ่านเลนส์

รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



โดย

นางสาวนิตยา หอมกลิ่น

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก

## คำชี้แจง

### กิจกรรมที่ 2 เรื่องการศึกษาลักษณะการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า

กิจกรรมนี้เป็นการ เป็นการศึกษาลักษณะและส่วนประกอบของเลนส์เว้า โดยเริ่มจากให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจและปฏิบัติตามลำดับต่อไปนี้

1. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 2 เรื่องเลนส์เว้าและการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า

2. นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบและลักษณะของเลนส์เว้าจากใบความรู้ที่

1.1 เรื่องลักษณะและส่วนประกอบของเลนส์

3. นักเรียนทำกิจกรรมทดลองที่ 1.2 เพื่อศึกษาหา ยาวความโฟกัสของเลนส์, รัศมีความโค้งของเลนส์ และศึกษาลักษณะการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า

4. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1.2 เรื่องการเขียนรังสีแสงที่ผ่านเลนส์เว้า

6. นักเรียนทำใบงานที่ 1.2 เรื่องการวาดรังสีที่ผ่านเลนส์เว้าที่ระยะต่างๆ

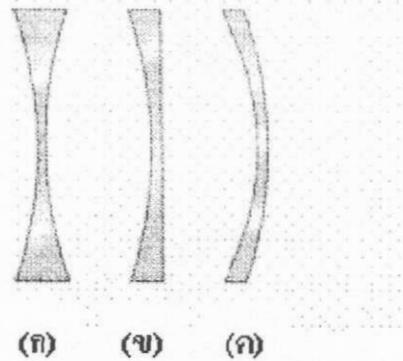
### จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.สามารถอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของเลนส์เว้าได้
- 2.สามารถทดลองหาความยาวโฟกัสของเลนส์เว้าจากหลักการตัดกันของลำแสงได้
- 3.สามารถทดลอง อธิบายและเขียนภาพลักษณะลำแสงที่ผ่านเลนส์เว้าได้

## ใบความรู้ที่ 2.1 ส่วนประกอบของเลนส์เว้า

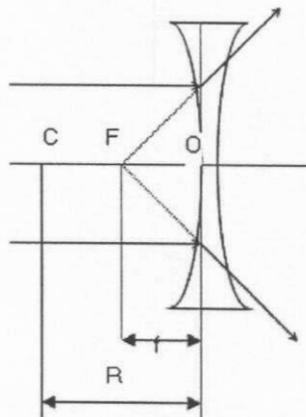
เลนส์เว้าหรือเลนส์กระจายแสง (Concave or Diverging Lenses) คือ เลนส์ที่มีความหนาตรงจุดกลางน้อยกว่าที่ขอบและจะทำหน้าที่กระจาย แสงขนานจากจุดโฟกัสเสมือน (Virtual Focus) แบบต่าง ๆ ของเลนส์เว้ามีดังนี้

- ก. เลนส์เว้าสองด้าน (Double Concave Lens)
- ข. เลนส์เว้าแกมระนาบ (Plano Concave Lens)
- ค. เลนส์เว้าแกมนูน (Convexo Concave Lens)



ภาพที่ 2.1 แสดงเลนส์เว้าแบบต่าง ๆ

### ส่วนประกอบของเลนส์เว้า



ภาพที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของเลนส์เว้า

1. แนวทิศทางของแสงที่ส่องมายังเลนส์เรียกว่า แนวรังสีของแสง ถ้าแสงมาจากระยะไกลมาก หรือระยะอนันต์ เช่นแสงจากดวงอาทิตย์หรือดวงดาวต่างๆ แสงจะส่องมาเป็นรังสีขนาน
2. จุดโฟกัสของเลนส์หรือจุด F เลนส์เว้าจะเกิดจุดเสมือนแสงมารวมกันหรือจุดโฟกัสเสมือน
3. แกนमुखสำคัญ (Principal axis) คือเส้นตรงที่ลากผ่านกึ่งกลางของเลนส์และจุดศูนย์กลางความโค้งของผิวเลนส์
4. จุด O คือ จุดใจกลางเลนส์ (Optical center)
5. จุด C คือ จุดศูนย์กลางความโค้งของผิวเลนส์ (Center of Curvature)
6. OC เป็น รัศมีความโค้ง (Radius of curvature) เขียนแทนด้วย R
7. F เป็นความยาวโฟกัส (Focal length) โดยความยาวโฟกัสจะเป็นครึ่งหนึ่งของรัศมีความโค้ง ( $R = 2F$ )

ใบกิจกรรมที่ 2.1 แบบบันทึกการทดลองเพื่อศึกษาส่วนประกอบของเลนส์และลักษณะ  
การหักเห ของแสงผ่านเลนส์เว้า

\*\*\*\*\*

การทดลองเรื่อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

- |        |             |             |
|--------|-------------|-------------|
| 1..... | ชั้น ม..... | เลขที่..... |
| 2..... | ชั้น ม..... | เลขที่..... |
| 3..... | ชั้น ม..... | เลขที่..... |
| 4..... | ชั้น ม..... | เลขที่..... |
| 5..... | ชั้น ม..... | เลขที่..... |
| 6..... | ชั้น ม..... | เลขที่..... |

จุดประสงค์การทดลอง

.....  
.....  
.....

สมมติฐานการทดลอง

.....  
.....  
.....  
.....

อุปกรณ์การทดลอง

.....  
.....  
.....  
.....

วิธีการทดลอง

.....  
.....  
.....

.....  
.....  
.....  
.....

**บันทึกผลการทดลอง**

**วิเคราะห์ผลการทดลอง**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

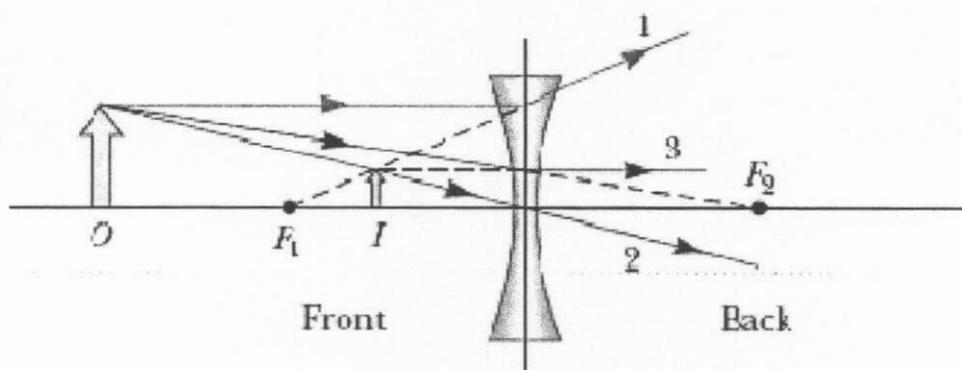
**สรุปผลการทดลอง**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### ใบความรู้ที่ 2.2 การหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า

การหาลักษณะของภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์ โดยการวาดรังสี ซึ่งมีขั้นตอนการเขียนรังสีของแสง ตกกระทบและรังสี หักเหของแสง ดังนี้

1. รังสีเส้นที่หนึ่ง ให้ลากรังสีของแสงจากวัตถุขนานกับแกนमुखสำคัญไปตกกระทบเลนส์ ต่อมาลากรังสีหักเหของแสงจากเลนส์จะผ่านที่จุด โฟกัส ซึ่งอยู่ด้านหลังเลนส์
2. รังสีเส้นที่สอง ให้ลากรังสีของแสงจากวัตถุไปตกกระทบที่จุดกึ่งกลางเลนส์ต่อมาลากรังสีหักเหของแสงจากเลนส์ต่อจากจุดกึ่งกลางเลนส์ออกไป
3. รังสีเส้นที่สาม ให้ลากรังสีของแสงจากวัตถุผ่านจุด โฟกัสไปตกกระทบเลนส์ต่อมาลากรังสีหักเหของแสงจากเลนส์ออกไปด้านหลังเลนส์ โดยขนาน กับแกนमुखสำคัญ รังสีทั้งสามจะไปตัดกันที่ด้านหลังของเลนส์ที่ตำแหน่งหนึ่งซึ่งตำแหน่งนั้นคือตำแหน่งของภาพ ที่เกิดขึ้น ดังรูป



ภาพที่ 2.3 แสดงการหักเหของแสงเมื่อผ่านเลนส์เว้า

สูตรที่ใช้ในการคำนวณเลนส์บาง

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$m = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

$$m = \frac{f}{s-f}$$

หรือ

$$m = \frac{s'-f}{f}$$

เมื่อ  $y =$  ขนาดวัตถุ

$y' =$  ขนาดภาพ

$m =$  กำลังขยาย

เมื่อ  $f =$  ความยาวโฟกัส

$s =$  ระยะวัตถุ

$s' =$  ระยะภาพ

$m =$  กำลังขยาย

เป็น - เมื่อเป็นจุดโฟกัสเสมือน(เลนส์เว้า)

เป็น + เมื่อวัตถุวางอยู่หน้าเลนส์

เป็น - เมื่อวัตถุเสมือนวางอยู่หลังเลนส์

เป็น + เมื่อเป็นภาพจริงแสงตัดกันจริงด้านหลังเลนส์

เป็น - เมื่อเป็นภาพเสมือนแสงเสมือนว่าตัดกันอยู่ด้านหน้าเลนส์

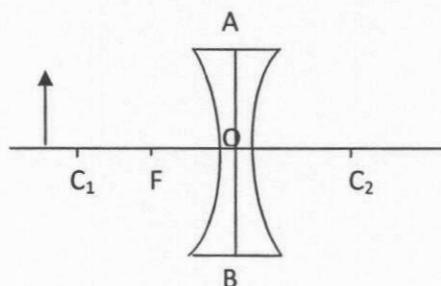
เป็น + เมื่อเป็นกำลังขยายของภาพจริง

เป็น - เมื่อเป็นกำลังขยายของภาพเสมือน

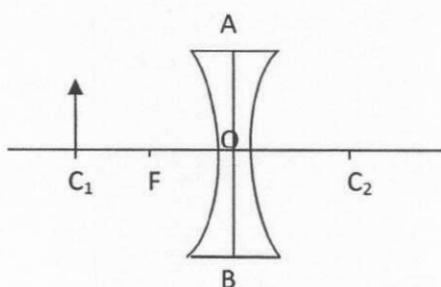
### ใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่องภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนรังสีเพื่อหาขนาดและระยะภาพที่เกิดตามระยะวัตถุที่กำหนดในใบกิจกรรม

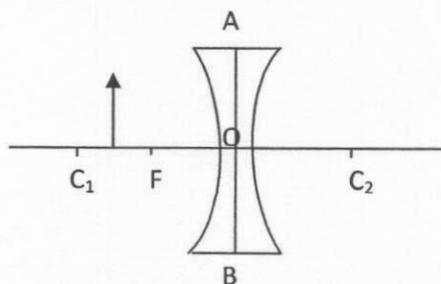
1. วัตถุอยู่เลย  $C$  ออกไป



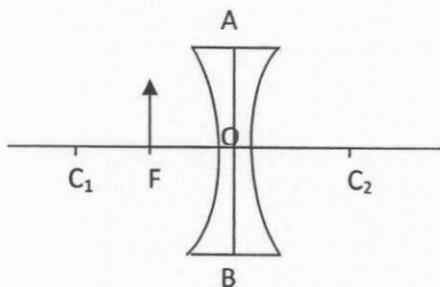
2. วัตถุอยู่ที่จุด  $C$



3. วัตถุอยู่ระหว่าง  $C$  กับ  $F$

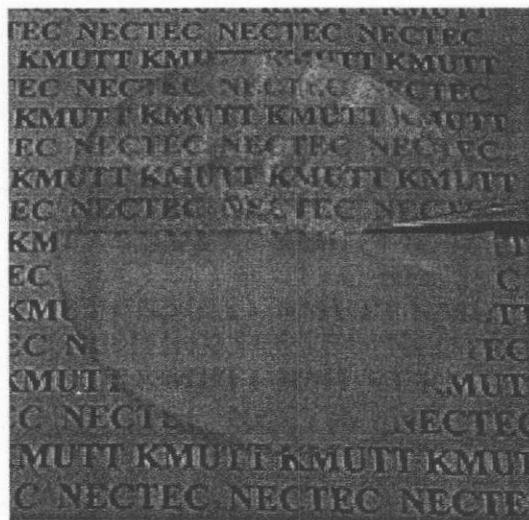


4. วัตถุอยู่ที่จุด  $F$





ชุดกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่องตาและการมองเห็น  
รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



โดย

นางสาวนิตยา หอมกลิ่น

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษ

## คำชี้แจง

### กิจกรรมที่ 3 ตาและการมองเห็น

กิจกรรมนี้เป็นการ เป็นการศึกษาลักษณะการทำงานและส่วนประกอบของตา การเกิดสายตาสั้น-สายตาวาวและการแก้ปัญหาด้านการมองเห็น โดยเริ่มจากให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจและปฏิบัติตามลำดับต่อไปนี้

1.นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 1 เรื่องการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ไปประยุกต์ใช้

2.นักเรียนศึกษาความรู้จากใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง การนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ไปประยุกต์ใช้

3.นักเรียนทำกิจกรรมทดลองที่ 3.1 เพื่อศึกษาส่วนประกอบของตา ลักษณะการเกิดสายตาสั้น-สายตาวาวและหาแนวทางแก้ไข

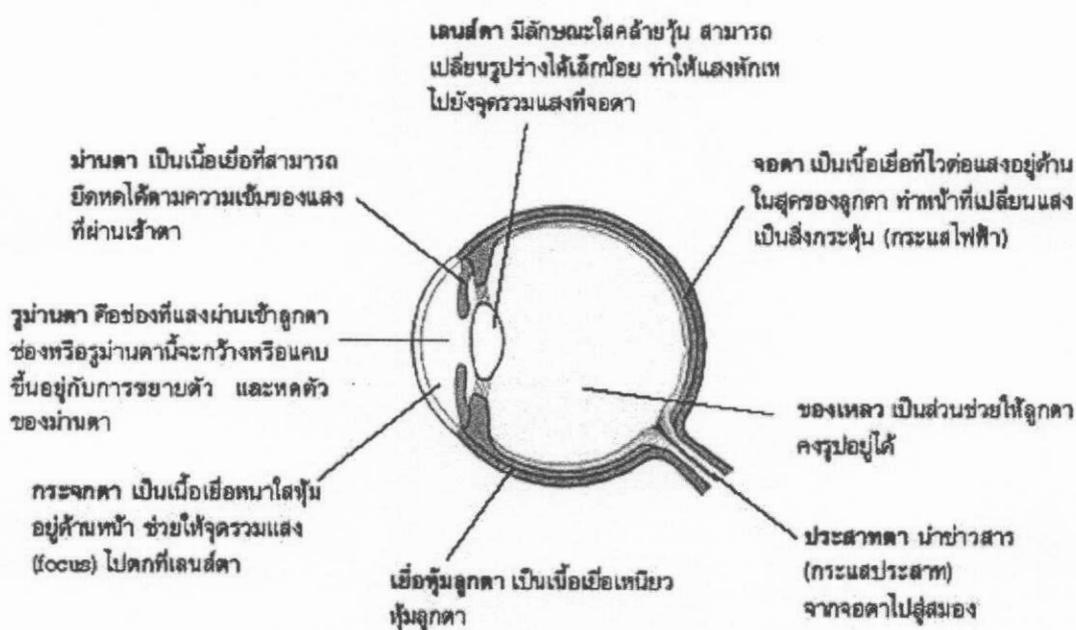
### จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.สามารถทดลองและอธิบายการเกิดสายตาสั้นและสายตาวาวได้
- 2.สามารถทดลอง และเลือกเลนส์แว่นสำหรับคนสายตาสั้นและสายตาวาวรวมทั้งอธิบายการใช้หลักการได้

### ใบความรู้ที่ 3.1 เรื่องตาและการมองเห็น

ตาคนและกล้องถ่ายภาพมีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่คล้ายกันมาก ตาประกอบด้วยเลนส์ตา เป็นเลนส์รับแสง เรตินาทำหน้าที่คล้ายฟิล์มถ่ายภาพ ถัดจากเรตินาเป็นไขประสาทซึ่งติดต่อกับประสาทตา ผ่านไปยังสมอง เวลาที่มีแสงจากวัตถุตกบนเลนส์ตาจะเกิดภาพชัดที่เรตินา ตาจะเห็นวัตถุในลักษณะเดียวกับภาพของวัตถุที่ตกบนฟิล์มถ่ายภาพ นอกจากนี้ตายังมีม่านตาเพื่อทำหน้าที่ปรับความเข้มของแสงบนเรตินาให้เหมาะ โดยเปลี่ยนขนาดของพิวพิล ม่านตาจึงทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรมของกล้องถ่ายภาพ นอกจากนี้ตายังมีกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตาทำหน้าที่บังคับเลนส์ตาให้หนาขึ้นหรือบางลงเพื่อให้เกิดภาพชัดบนเรตินา ส่วนนี้แตกต่างจากกล้องถ่ายภาพ เพราะกล้องถ่ายภาพใช้วิธีเลื่อนตำแหน่งเลนส์เพื่อให้เกิดภาพชัดบนฟิล์ม

#### ภาพแสดงส่วนประกอบของตา



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของตา : ที่มาของภาพ [http://thapring.com/Pingpong\\_web/Light.htm](http://thapring.com/Pingpong_web/Light.htm)

ตารางเปรียบเทียบเกี่ยวกับลักษณะการทำงานที่คล้ายคลึงกัน  
ของตา กับ กล้องถ่ายรูป

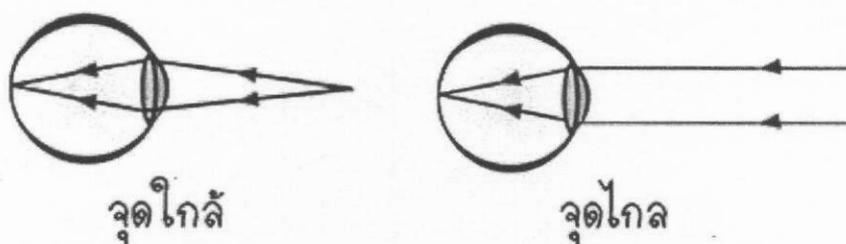
ตา	กล้องถ่ายรูป
เลนส์ตา	เลนส์นูนของกล้อง
เรติน่า	ฟิล์มถ่ายรูป
ม่านตา	ไดอะแฟรม

ที่มาของภาพ [http://thapring.com/Pingpong\\_web/Light.htm](http://thapring.com/Pingpong_web/Light.htm)

ในการมองวัตถุ ตำแหน่ง โกล์ที่ตาเห็นภาพชัด เรียก จุดไกล และตำแหน่งไกลสุดที่ตามองเห็นภาพชัด เรียกว่า จุดไกล สำหรับคนสายตปกติ ดังรูปที่ 3.2

จุดไกล อยู่ที่ระยะประมาณ 25 เซนติเมตร

จุดไกล อยู่ที่ระยะไกลมาก หรือที่ระยะอนันต์

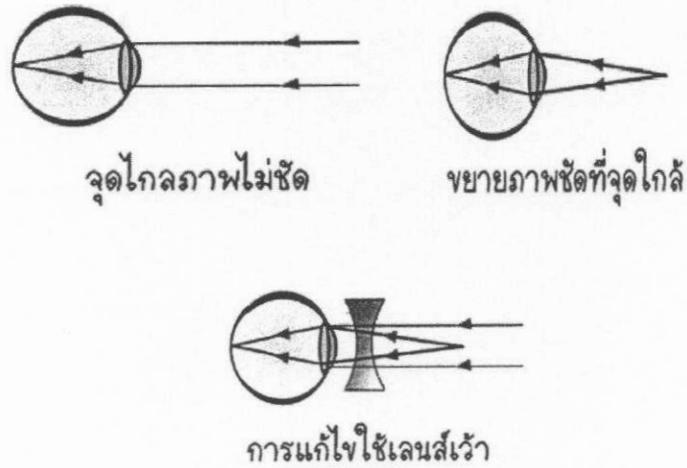


รูปที่ 3.2

ที่มาของภาพ [http://thapring.com/Pingpong\\_web/Light.htm](http://thapring.com/Pingpong_web/Light.htm)

สำหรับคนสายตสั้น ระยะไกลที่ตามองเห็นภาพชัด จะไม่ใช่ระยะอนันต์ (จุดไกล)

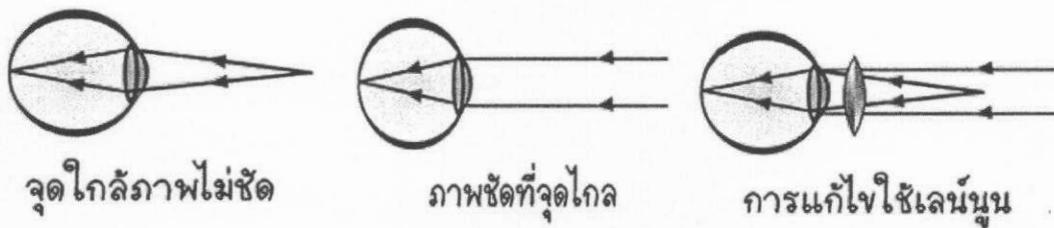
แต่จะเห็นภาพชัดคือ จุดไกล การแก้ไขให้มองเห็นภาพชัดเหมือนสายตปกติ จะต้องสวมแว่นที่ทำด้วยเลนส์เว้า ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3

ที่มาของภาพ [http://thapring.com/Pingpong\\_web/Light.htm](http://thapring.com/Pingpong_web/Light.htm)

สำหรับคนสายตายาว ระยะใกล้ที่ตามองเห็นภาพชัด จะไม่ใช่จุดใกล้ แต่จะเห็นภาพชัดที่ จุดไกล คือ ระยะอนันต์ การแก้ไขให้มองเห็นภาพชัดเหมือนคนสายตาปกติ จะต้องสวมแว่นที่ทำด้วยเลนส์นูน ดังรูป 9.4



รูปที่ 3.4

ที่มาของภาพ [http://thapring.com/Pingpong\\_web/Light.htm](http://thapring.com/Pingpong_web/Light.htm)

การเห็นสี เราทราบแล้วว่าตามีเรตินาทำหน้าที่เป็นฉากรับภาพของวัตถุ ดังนั้นการที่ตามองเห็นสีต่างๆ จึงเป็นหน้าที่ของเรตินา เรตินาประกอบด้วยเซลล์รับแสง 2 ชนิดคือ

1. เซลล์รูปกรวย เป็นเซลล์ที่ไวต่อแสงที่มีความเข้มสูง และสามารถจำแนกแสงสีได้ โดยเซลล์นี้จะประกอบด้วยเซลล์ 3 ชนิดที่ไวต่อแสงสีปฐมภูมิได้แก่ สีน้ำเงิน เขียว และแดง เซลล์ทั้งสามชนิดนั้นจะไวต่อแสงสีเหล่านี้ต่างกัน

2. เซลล์รูปแท่ง เป็นเซลล์ที่ไวต่อแสงที่มีความเข้มต่ำแต่จำแนกสีไม่ได้ การบอดสี เป็นความผิดปกติของตาในการเห็นสีที่เพี้ยนไปจากความเป็นจริง โดยตามักจะบอดเพียงบางสี พบว่าบอดสีแดงมากที่สุด หมายความว่าถ้าคนที่มีตาบอดสีแดง เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีแดงเสียไป ขณะที่เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีน้ำเงินและสีเขียวยังคงทำงานตามปกติ

การคำนวณหาความยาวโฟกัสของเลนส์ที่ใช้ทำแว่นตา

สายตาสั้น

$S$  = ระยะวัตถุที่ต้องการมอง =  $\infty$

$S'$  = ระยะวัตถุที่ใกล้ที่สุดที่ตามองเห็น

$f$  = ความยาวโฟกัสของเลนส์เว้า

$$\text{จาก } \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \text{ดังนั้น } f = s'$$

สายตายาว

$S$  = ระยะวัตถุที่ต้องการมองชัด = 25 เซนติเมตร

$S'$  = ระยะวัตถุที่ใกล้ที่สุดที่ตามองเห็นชัดโดยไม่สวมแว่น

$f$  = ความยาวโฟกัสของเลนส์นูน

$$\text{จาก } \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} + \frac{1}{s'}$$

$S'$  ต้องใช้เครื่องหมายลบ(-) เพราะเป็นภาพเสมือน

ใบกิจกรรมที่ 3.1 แบบบันทึกการทดลองเรื่องการศึกษาการเกิดสายสั้น-สายตายาวและวิธีแก้ปัญหา

\*\*\*\*\*

การทดลองเรื่อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 5.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 6.....ชั้น ม.....เลขที่.....

ประเด็นปัญหา

.....  
.....

จุดประสงค์การทดลอง

.....  
.....  
.....

สมมติฐานการทดลอง

.....  
.....  
.....

อุปกรณ์การทดลอง

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง

วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

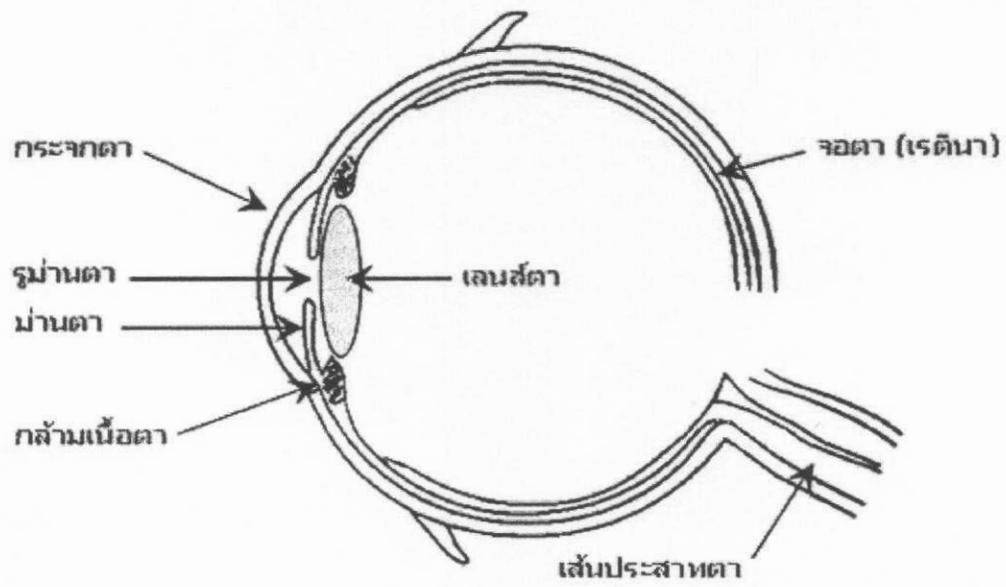
.....

.....

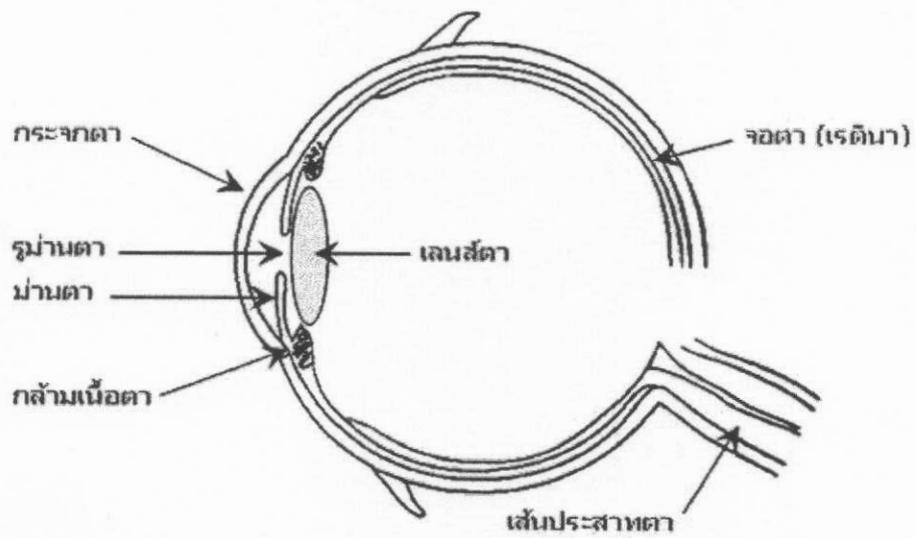
.....

.....

แบบตาจำลองเพื่อศึกษาการเกิดปัญหาการมองเห็น



รูปที่ 1



รูปที่ 2

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน – หลังเรียน  
แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วย  
ชุดกิจกรรมการทดลอง

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

วิชาฟิสิกส์ โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

\*\*\*\*\*

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบข้อที่ถูกที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

- จุดที่แสงหักเหตัดกันเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านเลนส์เรียกว่าอย่างไร
 

ก. จุดศูนย์กลางความโค้ง	ค. จุดกึ่งกลางเลนส์
ข. จุดโฟกัส	ง. แกนमुखสำคัญ
- เส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งเรียกว่าอย่างไร
 

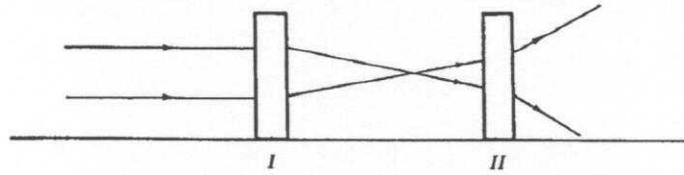
ก. จุดศูนย์กลางความโค้ง	ค. จุดกึ่งกลางเลนส์
ข. จุดโฟกัส	ง. แกนमुखสำคัญ
- เลนส์ที่มีลักษณะด้านหนึ่งเป็นผิวตรงเรียบและอีกด้านหนึ่งมีลักษณะโค้งเข้าคือเลนส์ชนิดใด
 

ก. เลนส์นูนแก้ว	ค. เลนส์เว้าแก้วระนาบ
ข. เลนส์นูนแก้วระนาบ	ง. เลนส์เว้าแก้วนูน
- แนวรังสีของแสงผ่านเคลื่อนที่ผ่านจุดใดจึงจะทำให้รังสีแสงที่หักเหออกจากเลนส์อยู่ในแนวรังสีเดิม
 

ก. จุดศูนย์กลางความโค้ง	ค. จุดกึ่งกลางเลนส์
ข. จุดโฟกัส	ง. แกนमुखสำคัญ
- รังสีแสงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่อยู่ไกลมากมีลักษณะของรังสีเป็นเช่นใด
 

ก. เป็นรังสีขนาน	ค. เป็นรังสีตีบ
ข. เป็นรังสีถ่าง	ง. แลัวแต่ตัวกลางที่แสงผ่าน

6. จากรูปลำแสงสีเดียวส่องผ่านเลนส์ 2 อัน เลนส์ I และ II เป็นเลนส์ชนิดใด



- ก. เป็นเลนส์นูนทั้งคู่
- ข. I เป็นเลนส์นูน II เลนส์เว้า
- ค. เป็นเลนส์เว้า II เป็นเลนส์นูน
- ง. เป็นเลนส์เว้าทั้งคู่

7. เลนส์ที่มีความยาวโฟกัส 2 เซนติเมตรจะมีความยาวของจุดศูนย์กลางความโค้งกี่เซนติเมตร

- ก. 1.5
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

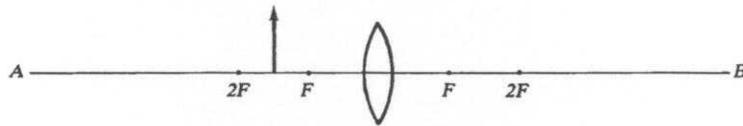
8. เลนส์นูนมีความยาวโฟกัส F วางวัตถุไว้ข้างหน้าเลนส์นูนที่ระยะห่างจากเลนส์นูน  $F/2$  คำกล่าวข้อใด อธิบายถึงภาพที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

- ก. ภาพจริง หัวกลับ อยู่หลังเลนส์ ขนาดโตกว่าวัตถุ
- ข. ภาพจริง หัวตั้ง อยู่บนหน้าเลนส์ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
- ค. ภาพเสมือน หัวตั้ง อยู่หน้าเลนส์ ขนาดโตกว่าวัตถุ
- ง. ภาพเสมือน หัวกลับ อยู่หน้าเลนส์ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

9. เลนส์บาง 2 ตัว มีทางยาวโฟกัส  $f_1$  และ  $f_2$  วางตะกัน ถ้า  $f_2 = 2f_1$  จงหาว่าความยาวโฟกัสรวมของเลนส์ชุดนี้จะมีค่าเป็นกี่เท่าของ  $f_2$

- ก.  $\frac{1}{3}$
- ข. 3
- ค.  $\frac{1}{2}$
- ง. 2

10. ถ้าวัตถุเคลื่อนที่จาก  $2F$  ไป  $F$  ทางด้าน A เมื่อ  $F$  ในรูปเป็นจุดโฟกัสของเลนส์ ภาพที่เกิดขึ้นบนด้าน B จะเคลื่อนที่จากที่ใด



- ก.  $2F$  ไป  $F$
- ข.  $2F$  ไประยะอนันต์
- ค.  $F$  ไป  $2F$
- ง.  $F$  ไปเลนส์

11. วัตถุสูง 2 เซนติเมตร วางห่างจากเลนส์นูนซึ่งมีความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ถ้าระยะห่างระหว่างวัตถุกับเลนส์เท่ากับ 5 เซนติเมตร ภาพที่ได้จะเกิดด้านไหนและมีขนาดเท่าไร
- ก.เกิดด้านหน้าเลนส์เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร และมีขนาดสูง 4 เซนติเมตร  
 ข.เกิดด้านหลังเลนส์เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร และมีขนาดสูง 4 เซนติเมตร  
 ค.เกิดด้านหน้าเลนส์เป็นระยะทาง  $10/3$  เซนติเมตร และมีขนาดสูง  $2/3$  เซนติเมตร  
 ง.เกิดด้านหลังเลนส์เป็นระยะทาง  $10/3$  เซนติเมตร และมีขนาดสูง  $2/3$  เซนติเมตร
12. เลนส์บางอันหนึ่งทำให้เกิดภาพของดวงอาทิตย์ปรากฏชัดเจนบนฉากห่างจากเลนส์ 20 เซนติเมตร ถ้านำวัตถุไปวางไว้ใกล้เลนส์นั้น 10 เซนติเมตร จะเกิดภาพที่ใดและเป็นภาพชนิดใด
- ก.ระยะภาพ 20 เซนติเมตร เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยาย  
 ข.ระยะภาพ 20 เซนติเมตร เป็นภาพเสมือนหัวกลับ ขนาดย่อ  
 ค. ระยะภาพ 100 เซนติเมตร เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยาย  
 ง.ระยะภาพ 100 เซนติเมตร เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดย่อ
13. วัตถุหน้าเลนส์เว้ามีความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ห่างจากเลนส์ 20 เซนติเมตร จงหาภาพที่เกิดจากเลนส์มีขนาดเท่าของวัตถุ
- ก. 0.25                      ข.0.66                      ค.0.9                      ง.1
14. ดินสอแท่งหนึ่งอยู่ห่างจากเลนส์ 18 ซม.ทำให้เกิดภาพแท่งดินสอหลังเลนส์ห่าง 18 ซม.ความยาวโฟกัสของเลนส์กี่ ซม.
- ก. 9                      ข. 12                      ค. 15                      ง. 18
15. เลนส์อันหนึ่งตั้งไว้ห่างจากผนังกำแพง 120 เซนติเมตร ถ้าต้องการทำให้เกิดภาพบนกำแพงโตเป็น 4 เท่าของวัตถุจะต้องวางไว้ห่างจากกำแพงเท่าใด
- ก. 87                      ข.90                      ค.96                      ง.100
16. ลักษณะภาพใดไม่เกิดกับเลนส์นูน
- ก.เสมือนขนาดเล็ก                      ค. เสมือนขนาดขยาย  
 ข.จริงขนาดขยาย                      ง.จริงขนาดเล็ก

17. คนสายตาสายตาสั้น ต้องใส่แว่นที่ทำจากวัสดุชนิดใด

- ก. เลนส์นูน                      ข. เลนส์เว้า                      ค. กระจกโค้ง                      ง. กระจกเรียบ

18. การที่ภาพของสิ่งที่มองตกเลยจอตา(เรตินา)ไป เป็นสาเหตุของความผิดปกติของตาอย่างไร

- ก. สายตาสั้น                      ข. สายตาสาย                      ค. สายตาเอียง                      ง. ตาเหล่

19. เมื่อต้องการดูเครื่องมือที่มีขนาดเล็ก เรามักจะใช้ " แว่นขยาย " ซึ่งทำด้วยเลนส์นูน เพราะภาพที่เกิดจากการวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนนั้นจะเป็นภาพลักษณะใด

- ก. มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ  
ข. เป็นภาพเสมือนเสมอ  
ค. เป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน และมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ  
ง. เป็นภาพเสมือนใหญ่กว่าวัตถุ ที่ระยะวัตถุช่วงหนึ่ง

20. อุปกรณ์ทางทัศนศาสตร์ชิ้นใดที่ไม่สามารถทำให้เกิดภาพจริงจากวัตถุจริงได้

- ก. กระจกนูนและเลนส์นูน                      ข. กระจกเว้าและเลนส์เว้า  
ค. กระจกนูนและเลนส์เว้า                      ง. กระจกเว้าและเลนส์นูน

## เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1.	ข	11.	ก
2.	ง	12.	ก
3.	ค	13.	ง
4.	ค	14.	ก
5.	ก	15.	ค
6.	ข	16.	ก
7.	ง	17.	ก
8.	ค	18.	ข
9.	ก	19.	ง
10	ข	20.	ค

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการทดลอง  
เรื่อง การหักเหของแสงด้วยเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโลซิลิเกต

คำชี้แจง

- 1.แบบวัดนี้เป็นการถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง การหักเหของแสงด้วยเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโลซิลิเกต
2. คำตอบของนักเรียนในแบบสอบถามนี้ไม่มีถูกไม่มีผิดเพราะคิดเห็นของแต่ละคนไม่เหมือนกัน สิ่งสำคัญคือให้นักเรียนตอบให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนให้มากที่สุด
- 3.แบบสอบถามฉบับนี้ไม่ต้องการทราบว่าใครคือผู้ตอบ คำตอบของนักเรียนจึงไม่มีผลกระทบต่อตัวนักเรียน ผลจากการตอบครั้งนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
4. วิธีตอบแบบสอบถามนี้ให้นักเรียนอ่านข้อความข้างซ้ายมืออย่างละเอียดแล้วกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนซึ่งมี 5 ระดับ คือ 5= มากที่สุด , 4= มาก , 3= ปานกลาง 2=น้อย , 1= น้อยที่สุด

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		1	2	3	4	5
1.	ชุดทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกตโดยใช้กระบวนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 E น่าสนใจ					
2.	ชุดทดลองช่วยให้การเรียนรู้ง่ายขึ้น					
3.	ชุดทดลองช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้น					
4.	นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ทำการทดลองและลงมือปฏิบัติจริง					
5.	นักเรียนมีความพึงพอใจกับการใช้สื่อและอุปกรณ์การทดลองที่อยู่ในชุดกิจกรรมการทดลอง					
6.	รูปแบบการจัดกิจกรรมในชุดทดลองช่วยเสริมทักษะกระบวนการทดลองให้กับนักเรียน					
7.	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการนำเสนอเนื้อหาและใบความรู้ในชุดทดลองมีความครบถ้วน					
8.	คำอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการทดลองสามารถศึกษาและทำความเข้าใจได้ง่าย					
9.	ระยะเวลาการเรียนรู้ที่กำหนดในชุดทดลองเหมาะสมไม่มากไม่น้อยเกินไป					
10.	นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้เรียนโดยวิธีการสอบแบบสืบเสาะ					
11.	ชุดกิจกรรมการทดลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน					
	เฉลี่ย					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

**ภาคผนวก ง**

**ขั้นตอนการสร้างเลนส์จากเศษแก้วโบโรซิลิเกต**

### การสร้างเลนส์จากเศษแก้วโบโรซิลิเกต

การสร้างเลนส์แก้วรีไซเคิล โบโรซิลิเกตที่นำเสนอ ที่มีค่าดัชนีหักเห 1.56 สามารถใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

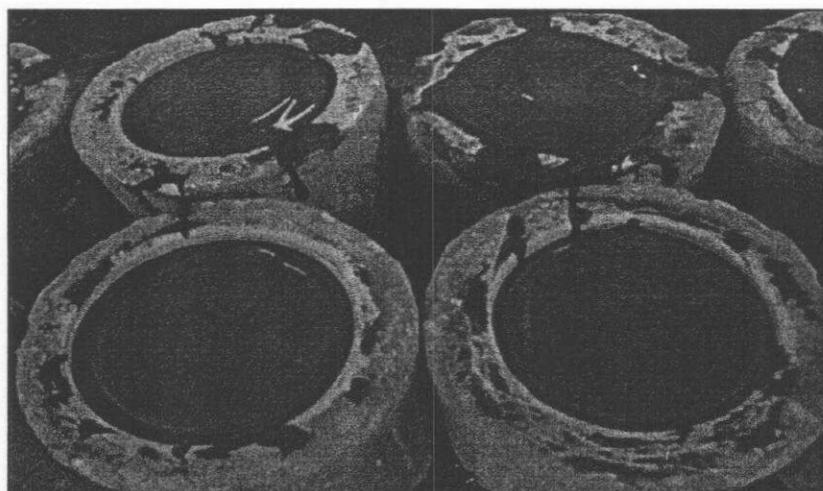
#### 1. การทำเบ้าหลอม

##### 1.1 ละลายดินที่ใช้ทำเบ้าหลอมให้มีลักษณะเหลวเหมือนนมข้น



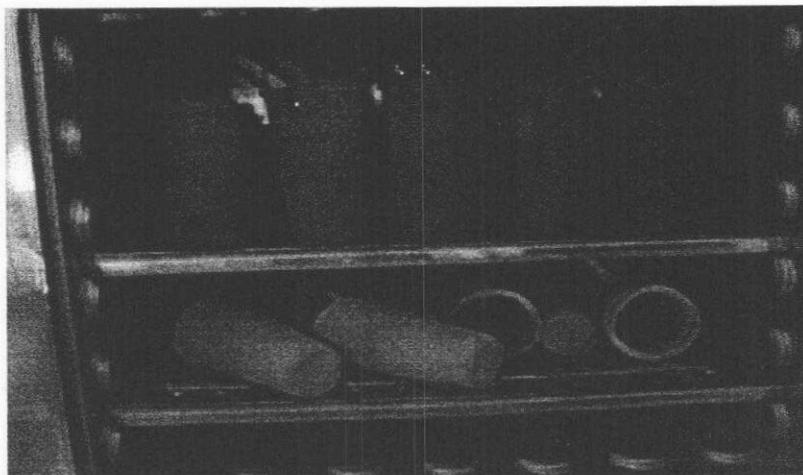
ภาพที่ ง.1 การเตรียมดินทำเบ้าหลอม

1.2 กรองดินที่เตรียมไว้เพื่อไม่ให้มีเศษต่างๆติดเทใส่แม่พิมพ์ ตั้งไว้ให้เห็นเป็นขอบหนา ประมาณ 2 ซม. แล้วเทดินออกกรองน เบ้าที่ทำแห้งและหลุดออกจากแม่พิมพ์



ภาพที่ ง.2 การเทดินทำเบ้าหลอม

1.3 นำเข้าไปเผาที่อุณหภูมิ 1,250 °C นาน 2 ชั่วโมงจะได้เบ้าสำหรับนำไปหลอมแก้ว



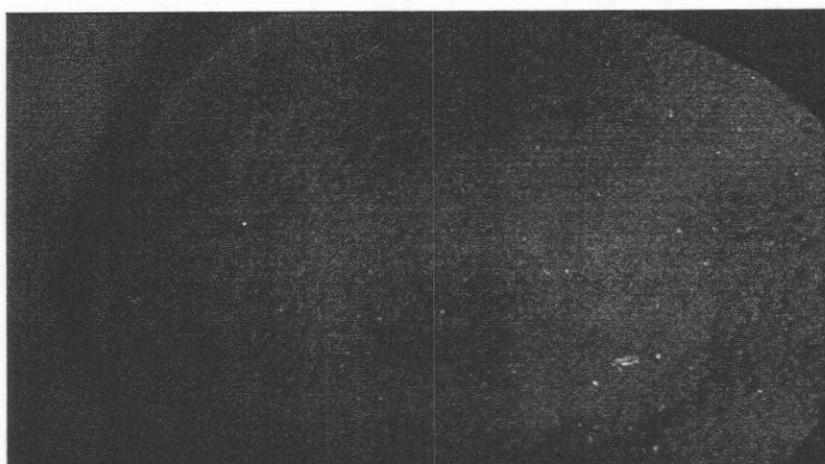
ภาพที่ ง.3 อบเบ้าหลอมในเตาอบของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

## 2. การหลอมแก้ว

2.1 นำเศษแก้วโบโรซิลิเกตในห้องปฏิบัติการทำความสะอาดแล้วนำมาบดให้ละเอียด

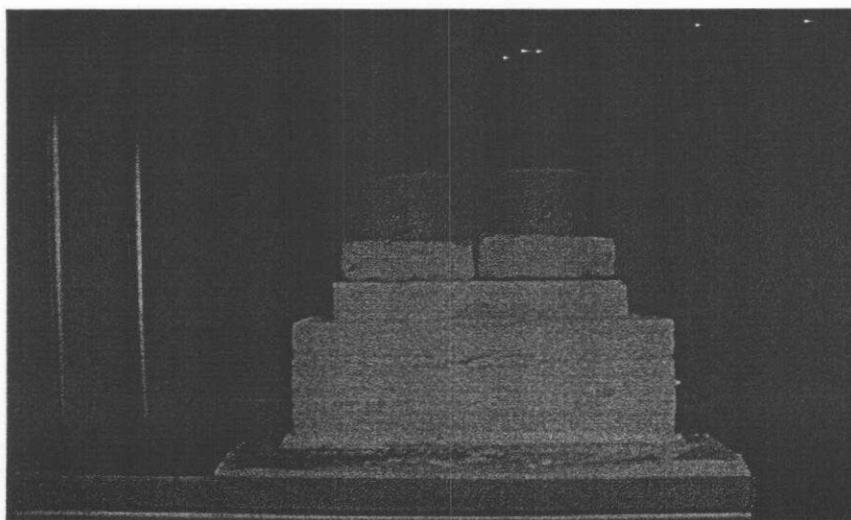


ภาพที่ ง.4 เศษแก้วโบโรซิลิเกตที่ผ่านการล้างทำความสะอาด



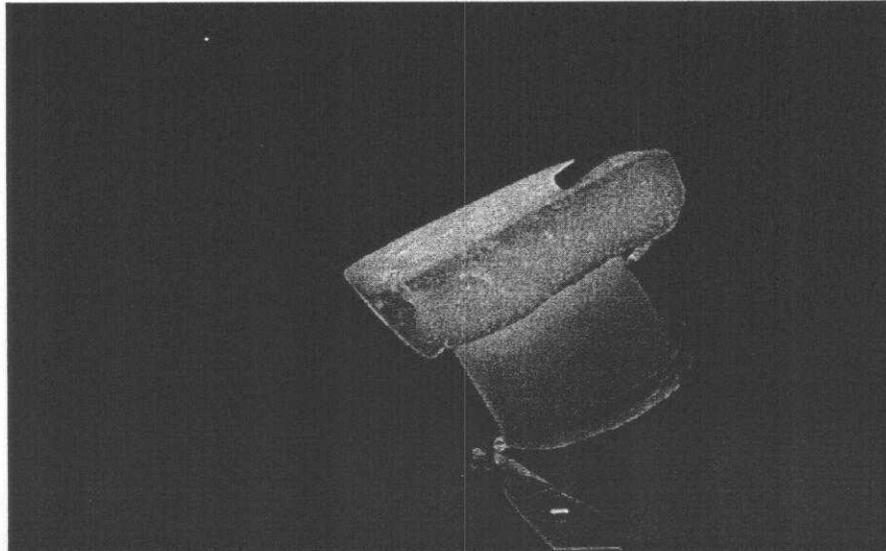
ภาพที่ ๓.๕ แก้วโบโรซิลิเกตที่ผ่านการบดแล้ว

๒.๒ เติมสาร  $K_2CO_3$  และ  $TiO_2$  เพื่อเป็นตัวช่วยในการหลอมและเพิ่มคุณสมบัติทางแสง  
นำไปหลอมที่อุณหภูมิ  $1,250\text{ }^{\circ}C$  เป็นเวลา ๔ ชั่วโมง

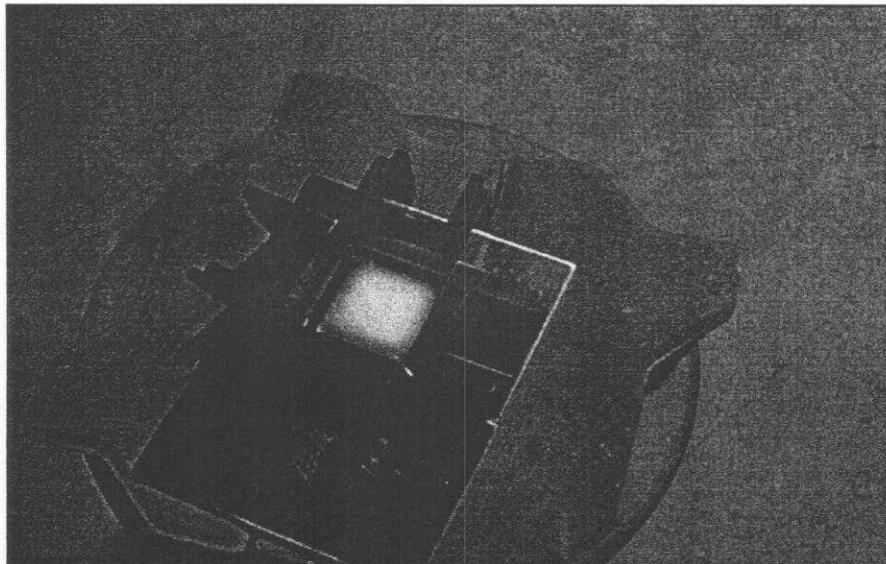


ภาพที่ ๓.๖ การหลอมแก้วโบโรซิลิเกตที่เติม  $K_2CO_3$  และ  $TiO_2$

### 2.3 ขึ้นรูปโดยวิธีเทลงแบบพิมพ์เหล็กกล้าไร้สนิม

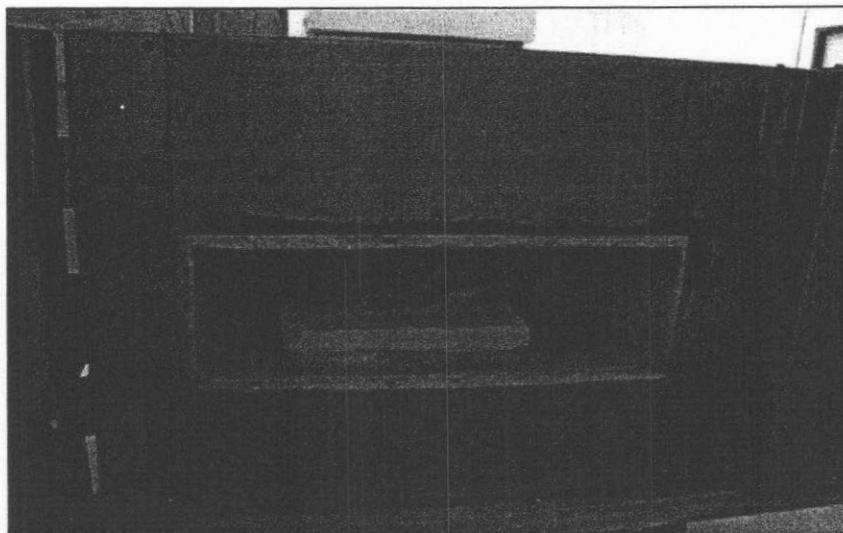


ภาพที่ ง.7 การเทเศษแก้วที่ผ่านการหลอมในเวลา 4 ชั่วโมงในแบบพิมพ์

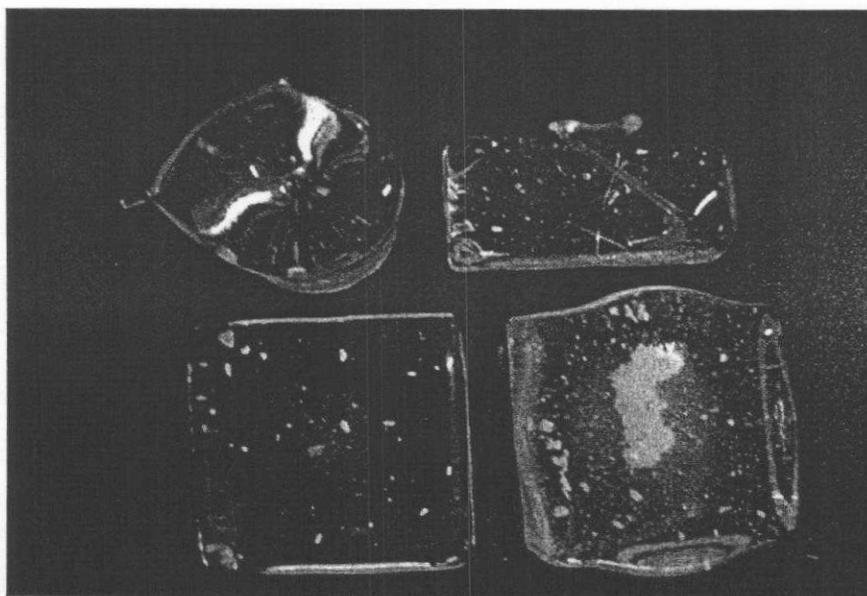


ภาพที่ ง.8 เศษแก้วที่เทในแบบพิมพ์เหล็กกล้าไร้สนิม

2.4 นำไปอบต่อที่อุณหภูมิ 580 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นตัวภายในเตา

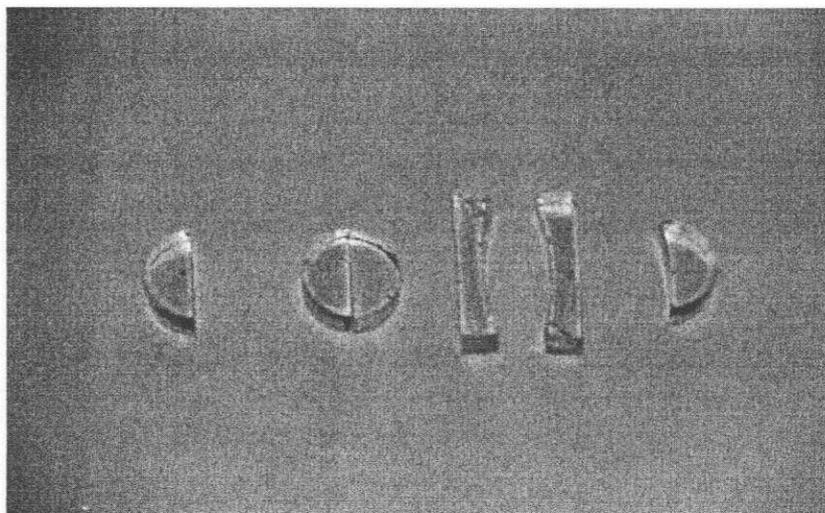


ภาพที่ ง.9 แก้วโบโรซิลิเกตที่แกะจากแบบพิมพ์



ภาพที่ ง.10 แก้วที่ได้จากการหลอมเศษแก้วโบโรซิลิเกต

2.5 นำมาตัดแต่งและขัดผิวพร้อมด้วยกระดาษทรายและผ้าสักหลาด ขึ้นรูปเป็นเลนส์ 3 ลักษณะ คือ เลนส์นูนแกมระนาบ เลนส์เว้าแกมระนาบและเลนส์นูนแกมเว้า ทดสอบคุณสมบัติทางแสงของเลนส์ที่สร้างได้ ทดสอบหาค่าดัชนีหักเหด้วยเครื่อง Refractometer รุ่น ATAGO 1T ของบริษัท ATAGO



ภาพที่ ง. 11 เลนส์ที่สร้างจากแก้วโบโรซิลิเกต

ภาคผนวก จ  
คะแนนจากการทดลอง

ตารางที่ จ.1 คะแนนจากการทดสอบประสิทธิภาพจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน  
ชุดกิจกรรมที่ 1-3 เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

นักเรียน คนที่	ใบกิจกรรม					
	1.1 (20)	1.2 (15)	2.1 (20)	2.2 (15)	3 (10)	รวม (80)
1	13	15	15	15	8	66
2	17	18	12	13	6	66
3	18	18	13	14	7	70
4	18	18	10	10	6	62
5	15	16	12	12	8	63
6	13	15	13	15	8	64
7	18	18	15	15	8	74
8	17	18	14	15	7	71
9	13	15	13	14	8	63
10	18	18	13	14	7	70
11	17	18	13	14	8	70
12	13	15	15	15	8	66
13	15	16	13	14	8	66
14	15	16	13	14	8	66
15	18	18	15	15	8	74
16	18	18	13	14	8	71
17	13	15	13	15	8	64
18	17	18	14	15	8	72
19	18	18	13	13	8	70
20	15	16	13	13	7	64
21	15	16	12	13	5	61
22	18	18	13	14	8	71

ตารางที่ จ.1 คะแนนจากการทดสอบประสิทธิภาพจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน  
ชุดกิจกรรมที่ 1-3 เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ใบกิจกรรม					รวม (80)
	1.1 (20)	1.2 (15)	2.1 (20)	2.2 (15)	3 (10)	
23	18	18	12	13	8	69
24	15	16	12	13	6	62
25	15	16	12	13	6	62
26	15	16	12	13	8	64
27	13	15	12	13	8	61
28	18	18	13	14	6	69
29	17	18	13	14	8	70
30	17	18	12	13	8	68
31	18	18	12	13	8	69
รวม	498	524	400	425	231	2078
ร้อยละของ ผลคะแนน	80.32	84.52	86.02	91.40	74.52	
ค่าประสิทธิภาพ $E_1 = 83.35$						

ตารางที่ จ.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่องการหักเห  
ของแสงผ่านเลนส์

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน )	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)	D	D <sup>2</sup>
1	4	16	12	144
2	4	15	11	121
3	5	15	10	100
4	2	12	10	100
5	5	16	11	121
6	6	16	10	100
7	8	17	9	81
8	4	16	12	144
9	8	18	10	100
10	5	16	11	121
11	9	15	6	36
12	4	15	11	121
13	8	17	9	81
14	5	16	11	121
15	4	16	12	144
16	5	16	11	121
17	7	16	9	81
18	4	14	10	100
19	4	15	11	121
20	5	14	9	81
21	4	12	8	64
22	5	15	10	100
23	5	15	10	100
24	3	12	9	81

ตารางที่ จ.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D <sup>2</sup>
	(20 คะแนน )	(20 คะแนน)		
25	3	12	9	81
26	10	16	6	36
27	10	16	6	36
28	6	15	9	81
29	4	18	14	196
30	4	16	12	144
31	8	17	9	81
N=31	$\sum X = 168$	$\sum X = 475$	$\sum D = 307$	$\sum D^2 = 3139$

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

$$t = \frac{307}{\sqrt{\frac{31(3139) - (307)^2}{31-1}}}$$

$$t = \frac{307}{\sqrt{102}}$$

$$t = 30.4$$

ค่าวิกฤติของ (t) ในตาราง 1.6973

$$t(.05, df = 30) = 1.6973$$

$$\text{ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E}_2\text{)} = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

$$\text{ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E}_2\text{)} = \frac{475}{31} \times 100$$

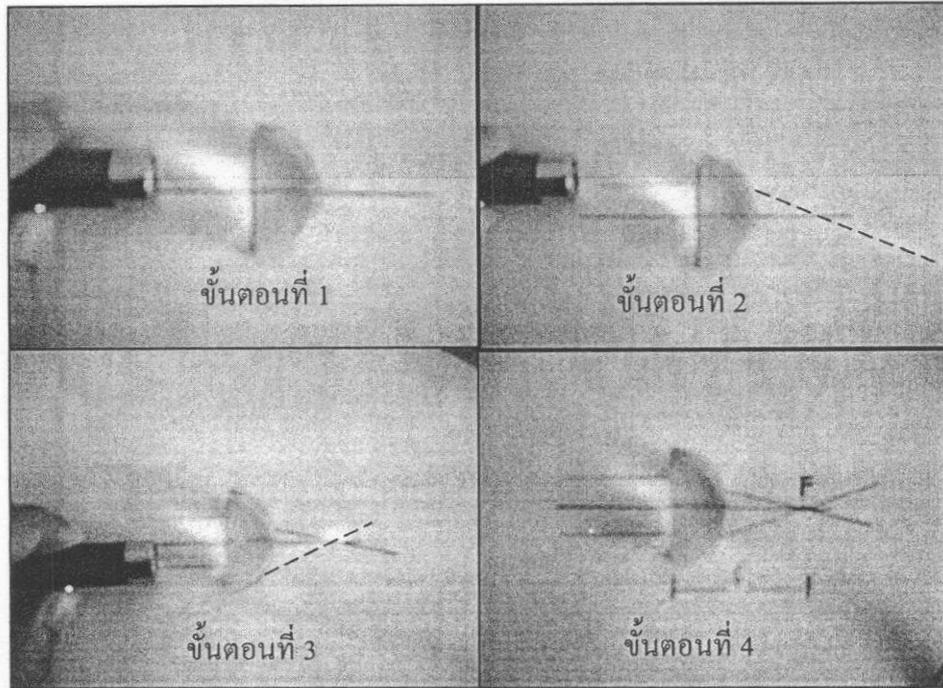
$$\text{ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E}_2\text{)} = 76.61$$

ตารางที่ จ.3 แสดงตารางคะแนนแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์

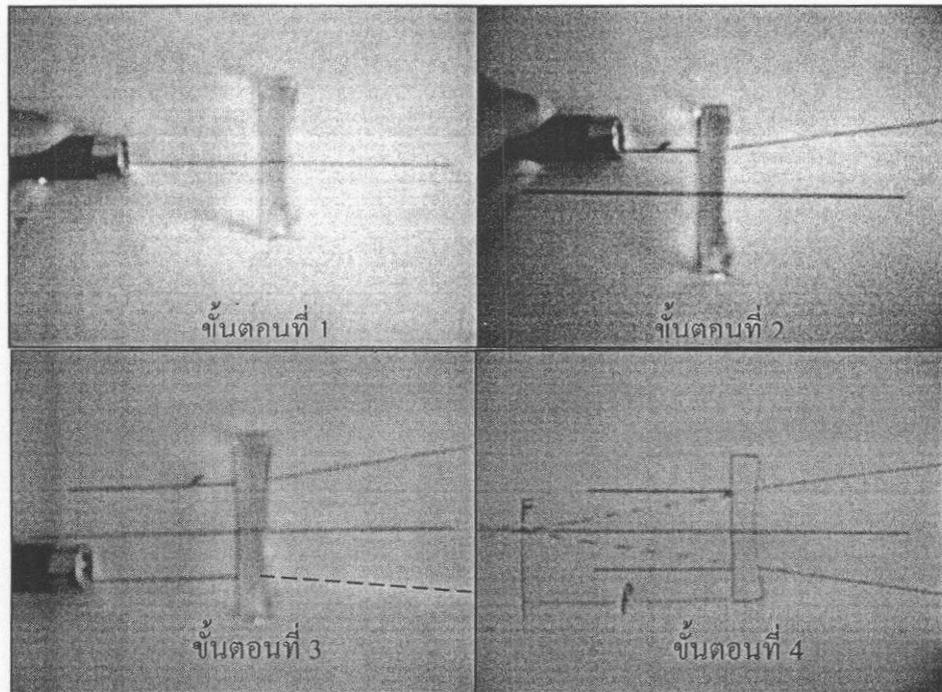
ข้อความ	$\sum X$	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ชุดกิจกรรมการทดลองแบบ SE เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์แก้วรีไซเคิลโบโรซิลิเกต น่าสนใจ	128.96	4.16	1.04	พึงพอใจมาก
2. ชุดทดลองช่วยให้การเรียนง่ายขึ้น	132.06	4.26	0.96	พึงพอใจมาก
3. ชุดทดลองช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้น	128.96	4.16	1.04	พึงพอใจมาก
4. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ทำการทดลองและลงมือปฏิบัติจริง	124.93	4.03	0.87	พึงพอใจมาก
5. นักเรียนมีความพึงพอใจกับการใช้สื่อและอุปกรณ์การทดลองที่อยู่ในชุดกิจกรรมการทดลอง	119.97	3.87	0.92	พึงพอใจมาก
6. รูปแบบการจัดกิจกรรมในชุดทดลองช่วยเสริมทักษะกระบวนการทดลองให้กับนักเรียน	128.03	4.13	0.62	พึงพอใจมาก
7. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการนำเสนอเนื้อหาและใบความรู้ในชุดทดลองมีความครบถ้วน	123.07	3.97	0.75	พึงพอใจมาก
8. คำอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการทดลองสามารถศึกษาและทำความเข้าใจได้ง่าย	120.9	3.90	1.04	พึงพอใจมาก
9. ระยะเวลาการเรียนรู้ที่กำหนดในชุดทดลองเหมาะสมไม่มากไม่น้อยเกินไป	115.94	3.74	0.77	พึงพอใจมาก
10. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้เรียนโดยวิธีการสอบแบบสืบเสาะ	118.11	3.81	1.01	พึงพอใจมาก
11. ชุดกิจกรรมการทดลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน	124.93	4.03	0.87	พึงพอใจมาก
รวม	124.31	4.01	0.84	พึงพอใจมาก

ภาคผนวก ฉ

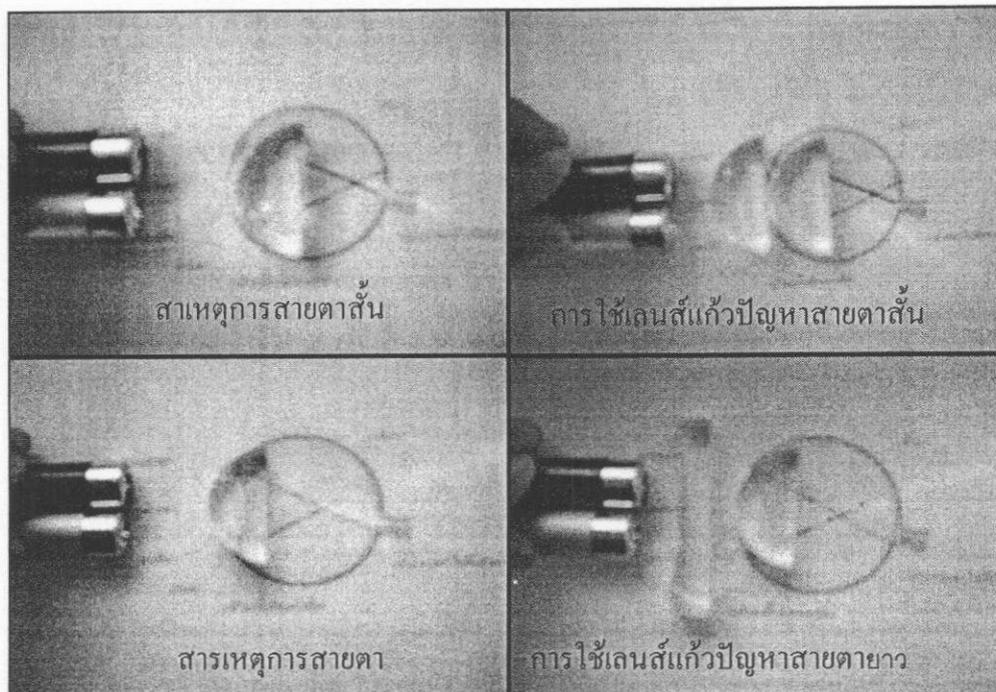
ภาพการทดลองและบรรยากาศในชั้นเรียน



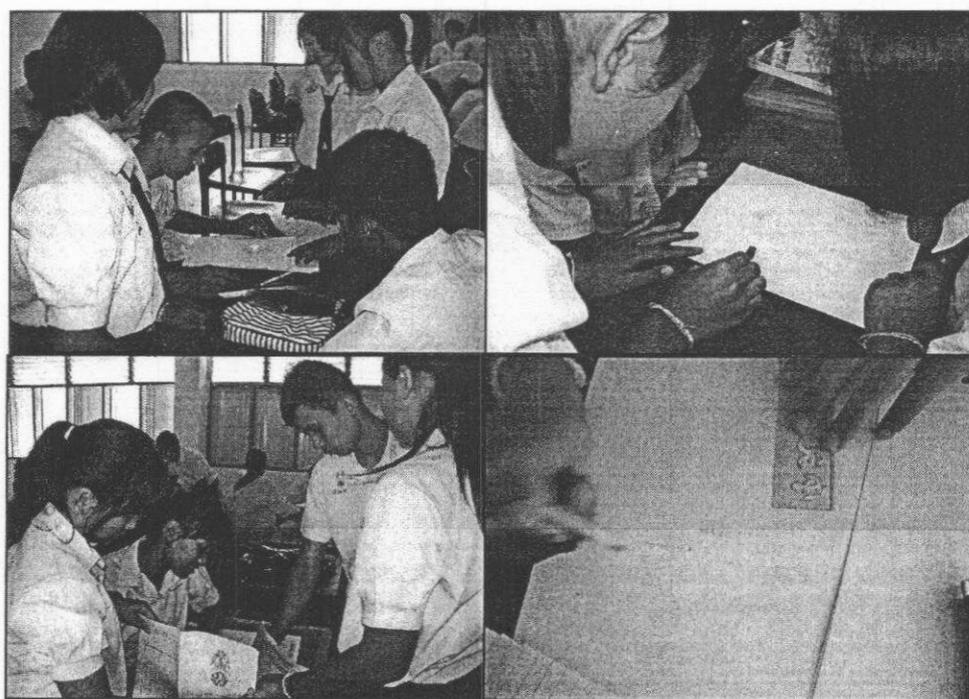
ภาพที่ ๑.1 การทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูนจากแก้วโบโรซิลิเกต



ภาพที่ ๑.2 การทดลองเรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้าจากแก้วโบโรซิลิเกต



ภาพที่ ๓.๓ การทดลองเรื่องตาและการมองเห็น



รูปที่ ๓.๔ บรรยากาศการจัดทดลองในชั้นเรียน

**ประวัติผู้วิจัย**

<b>ชื่อ</b>	นางสาวนิตยา หอมกลิ่น
<b>ประวัติการศึกษา</b>	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, พ.ศ.2545-2549 ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู สาขาการสอนฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, พ.ศ.2550 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
<b>ประวัติการทำงาน</b>	พ.ศ.2550 – ปัจจุบัน โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26
<b>ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน</b>	ครู คศ.1 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม