

บรรณานุกรม



หนังสือ

ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. ประมวลศัพท์บัญญัติวิชาการศึกษา.

กรุงเทพมหานคร: พระนครรุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์, 2520.

ประคอง วรรณสุต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนา

พานิช, 2519.

วิเชียร เกตุสิงห์. สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยการ

ศึกษา, 2524.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพมหานคร:

นคร: อำนวยการการพิมพ์, 2522.

สงัด อุทรานันท์. การจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ. กรุงเทพมหานคร: ภาค

วิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูวิชาฟิสิกส์. กรุงเทพ

มหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2519.

_____. สรุปผลการวิจัยสมรรถภาพของครู. กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย,

2520.

สมาใจ ฤทธิสุนธ์ และพยอม ตันมณี. วิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรง

พิมพ์มิตรสยาม, 2519.

บทความ

นิตา สะเพียรชัย. "วิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาประเทศไทยได้อย่างไร." ข่าวสาร สสวท.

5 (เมษายน 2521): 5.

นัฐพงษ์ เจริญทิพย์. "บางสิ่งบางประการเกี่ยวกับแนวความคิดใหม่ในการสอนวิทยาศาสตร์." ศรีนครินทร์วิโรฒ พับดูโลก 2: 2 (พฤษภาคม - กันยายน 2519):

28.

ยงสุข รัศมีมาศ. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบInquiry." วารสารครูศาสตร์ 1 (ตุลาคม - พฤศจิกายน 2514): 50.

วีรยุทธ วิเชียรโชค. "การสอนแบบสืบสวนสอบสวน: วิธีสอนให้คิด." วารสารจิตวิทยา (2514): 29-30.

_____ . "สังคมไมตรีสัมพันธ์กับการพัฒนาประเทศ." วารสารจิตวิทยา (2513): 33-34.

เสริมศรี เสวตามร และสาตี งามศิริ. "วิเคราะห์วิธีการสอนแบบ Inquiry." วารสารครูศาสตร์ 8 (กรกฎาคม - สิงหาคม 2521): 68.

เอกสารอื่น ๆ

ประภาพรรณ ไชยวงศ์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยการเรียนจากโมดูลกับการเรียนจากครูซึ่งสอนแบบสืบสวน." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

สารภี รัตนบุรี. "การสอนเพื่อตอบสนองสมรรถภาพมนุษย์." กรุงเทพมหานคร: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2523. (เอกสารอัครำเนา)

สามัญศึกษา, กรม. หน่วยศึกษานิเทศก์. "การสอนโดยจุดประสงค์." เอกสารการฝึกอบรมศึกษานิเทศก์รุ่นที่ 22. กรุงเทพมหานคร: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2524. (เอกสารอัดสำเนา)

____. "การสอนและการวัดผลโดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้." เอกสารอบรมเชิงปฏิบัติการที่มัธยมสาธิตวิทยาลัยสวนสุนันทา. กรุงเทพมหานคร: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2524. (เอกสารอัดสำเนา)

____. "การสอนโดยจุดประสงค์." เอกสารประกอบคำบรรยายในการอบรมเชิงปฏิบัติการที่มัธยมสาธิตวิทยาลัยครูสวนสุนันทา. กรุงเทพมหานคร: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2524. (เอกสารอัดสำเนา)

สุกัญญา ศรีสุขวัฒน์. "การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบชนิดที่ใช้และไม่ใช้ศูนย์การเรียนรู้." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

สุวิมล ชอบทำกิจ. "ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 2." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

เอี่ยม โทบุญเลี้ยง. "การใช้ระเบียบ ร.บ. 3." เอกสารประกอบการบรรยายของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ, 2524. (เอกสารอัดสำเนา)

ภาษาอังกฤษBooks

- Cotler, Harold I. Encyclopedia Deskbook of Teaching Ideas and Classroom Activities. Parker Publishing Company, Inc., 1977.
- De Cecco, John P. The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1968.
- Gagne, Robert M. Essentials of Learning for Instruction. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1974.
- Gagne, Robert M.; and Briggs, Leslie J. Principle of Instructional Design. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1974.
- Gagne, Robert M. The Conditions of Learning. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1965.
- Massialus, Byron G.; and Cox, Benjamin C. Inquiry in Social Study. New York: McGraw-Hill Book Company, 1968.
- Suchman, Richard J. The Elementary School Training Programe in Scientific Inquiry. Principal Investigator, 1962.
- Sund, Robert B.; and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio: Charles E. Mervill Publishing Co., 1967.

Other Materials

- Nelson, Dennis Lee. "The Effects of Specifically State Instructional Objectives on the Achievement of Collegiate Undergraduate Economics Student." Dissertation Abstracts, XXXII July, 1971.

Olarinoye, Raphael Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of three Methods of Teaching A Secondary School Physics Course in Nigerian Secondary School." Dissertation Abstracts International, 39 February, 1974.

Webb, Alfred Bert. "Effects of the use of Behavioral Objectives and Criterion Evaluation on Classroom Progress of Adolescents." Dissertation Abstracts, XXXI June, 1972.

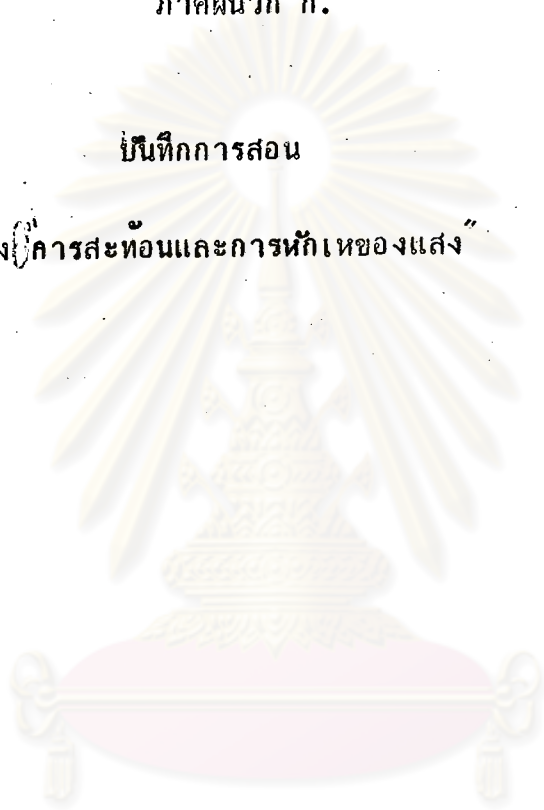
Black, Richard William. "An Assessment of the Effects of the Use of the Gagne' Teaching Model on Cognitive Performance and Development in the Piagetian Interpretation." Dissertation Abstracts International, 4 October, 1981.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

บันทึกการสอน

เรื่อง "การสะท้อนและการหักเหของแสง"



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ 1 เรื่องรังสีแสง (เวลา 1 คาบ)

1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดชุดกล้องแสง หม้อแปลง เลนส์แบบต่าง ๆ และสลิต (สภาพการณ์)

นักเรียนสามารถทดลอง

(สมรรถภาพทักษะเชาวน์

ปัญญา)

หาแนวการเคลื่อนที่และทิศทางของแสงได้เป็นเส้นตรง

(งาน)

เขียนรังสีแสงแทนแนวการเคลื่อนที่และทิศทางของแสงได้

(กิจกรรม)

กล้องแสงใช้หลอดไฟโวลต์ต่ำ หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์

ใช้เลนส์นูน เลนส์เว้า และเลนส์นูนหน้าเดียว สลิตเป็นแบบ

(ข้อจำกัด)

สลิตหลายช่อง ประกอบเป็นอุปกรณ์กำเนิดแสง

2. จุดประสงค์ย่อย

2.1 บอกแหล่งกำเนิดแสงต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

(สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

2.2 เขียนแนวการเคลื่อนที่และทิศทางคลื่นน้ำได้ถูกต้อง

(สมรรถภาพทักษะการ-
เคลื่อนไหว)

2.3 สามารถเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำกับการ
การเคลื่อนที่ของคลื่นแสงได้ถูกต้อง

(สมรรถภาพทักษะเชาวน์-
ปัญญา)

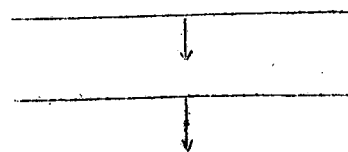
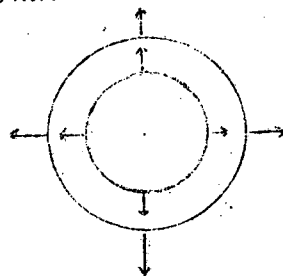
2.4 สามารถบอกนิยามคำว่ารังสีแสงได้ถูกต้อง

(สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

3. เนื้อหา

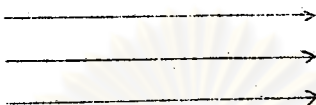
3.1 แหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟฟ้า เป็นต้น

3.2 รังสีแสง คือ เส้นตรงที่มีหัวลูกศรกำกับ โดยทำมุมฉากกับหน้าคลื่น เพื่อแสดงทิศทาง
การเคลื่อนที่ของคลื่นแสง

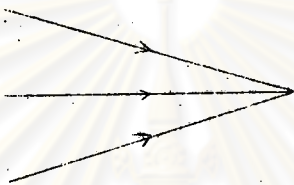


3.3 ลักษณะรังสีแสงแบบต่าง ๆ

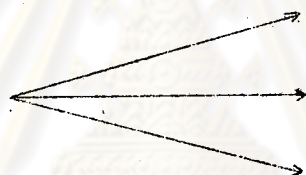
ก. รังสีแสงเมื่อผ่านเลนส์นูนหน้าเดียวจะได้รังสีแสงขนาน เหมือนกับรังสีแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่อยู่ไกลมาก เช่น ดวงอาทิตย์



ข. รังสีแสงเมื่อผ่านเลนส์นูน จะได้รังสีแสงไปรวมกันที่จุด ๆ หนึ่ง หรือรังสีแสงปลายตีบ



ค. รังสีแสงเมื่อผ่านเลนส์เว้า จะได้รังสีแสงปลายบาน



4. ความรู้พื้นฐาน

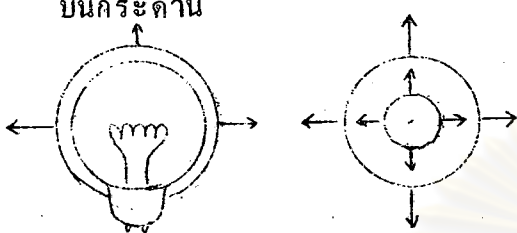
4.1 มีความรู้เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ

4.2 มีความรู้เรื่องลักษณะของเลนส์แบบต่าง ๆ

เปรียบเทียบแผนการสอนเรื่องรังสีแสง

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างความสนใจ</u> ครูสนทนาและซักถามถึงความสัมพันธ์ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับแสง เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแสง</p> <p>2. <u>แจ้งจุดประสงค์</u> ครูบอกจุดประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u> ครูนำเข้าสู่การอภิปรายโดยใช้คำถามเกี่ยวกับชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับแสง และบทบาทของแสงในอนาคต ซึ่งอาจนำมาใช้แทนพลังงานอย่างอื่น แต่นักเรียนอาจไม่เคยคิดว่า แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงมีลักษณะอย่างไร ให้นักเรียนค้นหาเอา</p>

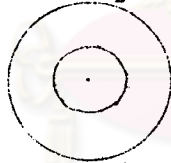
ตามทฤษฎีของกาญจนา	แบบสืบสอบ
<p>3. <u>ทบทวนประสบการณ์เดิม</u></p> <p>3.1 ครูทบทวนเรื่องคลื่นน้ำ ด้วยการใช้คำถามและให้นักเรียนออกมาวาดภาพแสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ</p> <p>3.2 ครูทบทวนเรื่องลักษณะของเลนส์แบบต่าง ๆ โดยใช้คำถามและให้นักเรียนดูของจริง</p>	<p>เองจากการทดลองที่ 14.1 จากหนังสือแบบเรียน</p>
<p>4. <u>เสนอสิ่งเร้า</u></p> <p>4.1 ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แต่ละกลุ่มมีอุปกรณ์ชุดทดลองแสง หม้อแปลง โวลต์ต่ำ เลนส์นูน เลนส์เว้า เลนส์นูนหน้า เคียวและสไลด์ชนิด 5 ช่อง</p> <p>4.2 ให้นักเรียนประกอบอุปกรณ์ต้นกำเนิดแสงตามแบบเรียน (ครูเดินดูการต่อวงจรไฟฟ้าและให้คำแนะนำ)</p>	<p>2. <u>ขั้นทดลอง</u></p> <p>แบ่งนักเรียนออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แจกอุปกรณ์การทดลองที่ 14.1 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด นักเรียนทำการทดลองตามคำแนะนำจากแบบเรียน และครูช่วยแนะนำพร้อมทั้งบอคำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิด</p>
<p>5. <u>ให้แนวทางในการเรียน</u></p> <p>5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองเปิดหลอดไฟฟ้า และให้นักเรียนเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของคลื่นแสงกับการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ และให้นักเรียนช่วยกันวาดภาพเปรียบเทียบ</p>	<p>2.1 การเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร และให้นักเรียนออกไปวาดภาพ</p> <p>2.2 การเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำกับคลื่นแสงมีแนวการเคลื่อนที่เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร และให้นักเรียนร่วมกันวาดภาพเปรียบเทียบ ซึ่งจะนำไปสู่ข้อสรุปการเขียนรังสีแสง</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสี่บสอบ
<p style="text-align: center;">บนกระดาน</p> 	<p>2.3 แนวการเคลื่อนที่ของแสงเมื่อผ่านเลนส์นูนหน้าเดียว หรือเลนส์นูนหรือเลนส์เว้า และผ่านสลิตชนิด 5 ช่อง จะมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร</p>
<p>6. <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u></p> <p>6.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เลนส์ครึ่งละ 1 อัน ตามลำดับดังนี้ เลนส์นูนหน้าเดียว เลนส์นูน และเลนส์เว้า พร้อมสลิตชนิด 5 ช่อง กั้นแสงจากกล่องแสง ให้นักเรียนเขียนรังสีแสงที่ได้แต่ละครั้ง และบันทึกผลการทดลองลงในสมุดด้วยตนเอง</p>	<p>3. <u>ข้ออภิปรายหลังการทดลอง</u></p> <p>ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองเอง โดยให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาสรุปผลหน้าชั้นเรียน เพื่อให้สั้นเข้า เมื่อนักเรียนสรุปไปได้ 3 - 4 กลุ่ม ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ว่า มีข้อสรุปที่แตกต่างจากกลุ่มที่สรุปไปแล้วอย่างไร ให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ออกมาเพิ่มเติม ครูจะต้องให้นักเรียนสรุปให้ได้ว่า</p>
<p>7. <u>ให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องในการทดลอง</u></p> <p>7.1 ดูจากการเขียนรายงานการทดลองว่าถูกต้องหรือไม่</p> <p>7.2 ครูให้คำติชม เมื่อตรวจดูผลการทดลอง</p>	<p>3.1 แสงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง</p> <p>3.2 รังสีแสง คือ เส้นตรงที่มีหัวลูกศร</p>
<p>8. <u>ประเมินพฤติกรรม</u></p> <p>8.1 สังเกตการให้ความสนใจในการทดลอง</p> <p>8.2 สังเกตจากการให้ความร่วมมือในการทดลองของนักเรียน</p>	

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
8.3 สังเกตจากการตอบคำถาม และการเขียนรายงานการทดลอง	กำกับ โดยทำมุมฉากกับหน้าคลื่น เพื่อแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง
9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายถอดการเรียนรู้มากขึ้น</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง และการให้นิยามลงบนกระดานให้นักเรียนบันทึกลงสมุดด้วยตนเอง	<p>3.3 รังสีแสงเมื่อผ่านเลนส์นูนหน้าเดียว รังสีแสงจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ไกลมากจะได้รังสีแสงขนาน</p> <p>3.4 รังสีแสงเมื่อผ่านเลนส์นูน จะได้รังสีแสงไปรวมกันที่จุด ๆ หนึ่ง</p> <p>3.5 รังสีแสงเมื่อผ่านเลนส์เว้า จะได้รังสีแสงถ่างออกจากกัน</p>

แบบฝึกหัด

1. จงเขียนรังสีแสงของหน้าคลื่นในรูปต่อไปนี้



✓ 2. รังสีแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่อยู่ไกล ๆ เช่น แสงจากดวงอาทิตย์ที่มาถึงโลก มีลักษณะอย่างไร/วาดภาพประกอบด้วย

3. รังสีแสง คืออะไร

4. รังสีแสงมีกี่แบบ อะไรบ้าง.....

หน่วยที่ 2 เรื่องการสะท้อนแสง (เวลา 1 คาบ)

1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดชุดกล้องแสง หม้อแปลง เลนส์ สลิต กระจก (สภาพการณ์)

เงาราบ แผ่นอลูมิเนียมโค้ง

นักเรียนสามารถทดลอง

(สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

หากฎการสะท้อนแสง

(งาน)

สรุปกฎการสะท้อนแสงได้ถูกต้อง

(กิจกรรม)

กล้องแสงใช้หลอดไฟฟ้าโวลต์ต่ำ หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์

เลนส์เป็นเลนส์นูนด้านเดียว ใช้สลิตชนิด 1 ช่อง และ 5

ช่อง ประกอบกันเป็นแหล่งกำเนิดแสง ตัวสะท้อนแสงใช้กระจก (ข้อจำกัด)

เงาราบ และแผ่นอลูมิเนียมโค้งใช้แทนกระจกเว้า และ

กระจกนูน

2. จุดประสงค์ย่อย

2.1 สามารถบอกลักษณะวัตถุที่สะท้อนแสงได้ถูกต้อง (สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

2.2 สามารถบอกลักษณะของรังสีตกกระทบ เส้นปกติ และ (สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

รังสีสะท้อน จากกระจกเงาราบ และแผ่นอลูมิเนียม

โค้งได้ถูกต้อง

2.3 สามารถเขียนให้เห็นได้ว่า รังสีตกกระทบ เส้นปกติ (สมรรถภาพทักษะการเคลื่อนไหว)

และรังสีสะท้อนอยู่บนแผ่นกระดาษเดียวกัน หรืออยู่

บนระนาบเดียวกัน

2.4 สามารถแสดงการวัดมุมตกกระทบ และมุมสะท้อน (สมรรถภาพทักษะการเคลื่อนไหว)

ได้เท่ากัน

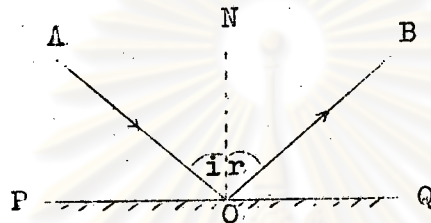
2.5 สามารถแสดงการหาจุดโฟกัสของกระจกเว้า และ (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

กระจกนูนได้ถูกต้อง

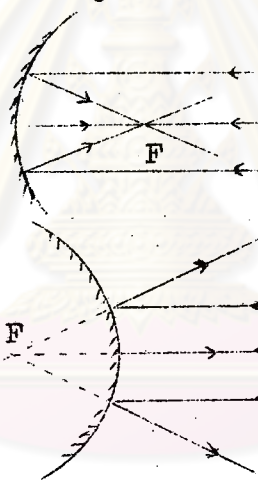
3. เนื้อหา

- 3.1 เทหวัตถุที่สะท้อนแสงได้ดี มักจะมีผิวเรียบเป็นเงา เช่น กระจกเงาราบ ผิงโลหะ ชัดมัน เป็นต้น
- 3.2 การสะท้อนของรังสีแสงบนกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อน

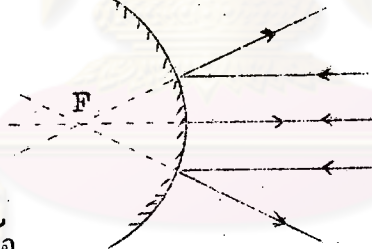
กระจกเงาราบ



กระจกเว้า



กระจกนูน



3.3 กฎการสะท้อนแสง มี 2 ข้อ

- ก. รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อน อยู่บนระนาบเดียวกัน
- ข. มุมตกกระทบ เท่ากับ มุมสะท้อน

3.4 กรณีรังสีขนานตกกระทบบนกระจกเว้า รังสีสะท้อนจะไปรวมกันที่จุด ๆ หนึ่งหน้ากระจก เรียกว่า จุดโฟกัสของกระจกเว้า

กรณีรังสีขนานตกกระทบบนกระจกนูน รังสีสะท้อนจะกระจายออก เสมือนไปรวมกันที่จุด ๆ หนึ่งหลังกระจก เรียกว่า จุดโฟกัสของกระจกนูน

4. ความรู้พื้นฐาน

- 4.1 มีความรู้เรื่องการเขียนรังสีแสงแทนแนวการเคลื่อนที่ของแสง
- 4.2 มีความรู้เรื่องการวัดมุมในวิชาเรขาคณิต



เปรียบเทียบแผนการสอน เรื่องการสะท้อนแสง

ตามทฤษฎีของกาญจนา	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างความสนใจ</u></p> <p>ครูใช้คำถามเกี่ยวกับการที่ตาคนเรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว เพื่อชี้ชวนเข้าสู่เรื่องการสะท้อนแสง หรือครูนำกระจกเงารับแสงให้สะท้อนไปบนฝาผนังห้องเรียน เพื่อนำเข้าสู่ความสนใจเรื่อง การสะท้อนแสง</p> <p>2. <u>แจ้จุกประสงค์</u></p> <p>ครูแจ้จุกประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p> <p>3. <u>ทบทวนประสบการณ์เดิม</u></p> <p>3.1 ครูทบทวนเรื่องรังสีแสง โดยการใช้น้คำถาม และให้นักเรียนวาดภาพแสดงลักษณะของรังสีแบบต่าง ๆ</p> <p>3.2 ครูทบทวนเรื่องการวัดมุมในวิชาเรขาคณิต</p> <p>4. <u>เสนอสิ่งเร้า</u></p> <p>4.1 ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน ในแต่ละกลุ่มมีอุปกรณ์ชุดทดลองแสง เลนส์นูนหน้าเดี่ยว สลิตช่องเดี่ยวและ ชนิด 5 ช่อง กระจกเงาราบ และแผ่นอลูมิเนียมโค้ง</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u></p> <p>ครูใช้คำถามนำเข้าสู่การอภิปราย โดยตั้งคำถามทบทวนเรื่องรังสีแสง และทดลองนำกระจกเงารับแสงให้สะท้อนไปบนฝาผนังห้องเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายปรากฏการณ์ของแสงที่เกิดขึ้น เพื่อชี้ชวนเข้าสู่เรื่องการสะท้อนแสง</p> <p>2. <u>ขั้นทดลอง</u></p> <p>แบ่งนักเรียนออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แจกอุปกรณ์ที่ 14.1 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด ประกอบอุปกรณ์ และทดลองตามคำแนะนำจากแบบเรียน โดยครูคอยชี้แนะแนวทางในการทดลอง พร้อมกับป้อนคำถามให้นักเรียนคิด</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>4.2 ให้นักเรียนประกอบอุปกรณ์ชุดค้นกำเนิดแสงตามแบบเรียน</p>	<p>2.1 การสะท้อนแสงจะเกิดขึ้นได้ จะต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง</p>
<p>5. <u>ให้แนวทางในการเรียน</u> ครูถามนักเรียนว่า การนำกระจกเงาราบ แผ่นอลูมิเนียมโค้งด้านเว้า และด้านนูนรับแสงจากต้นกำเนิดแสง แนวรังสีสะท้อนจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร</p>	<p>2.2 เราสามารถแสดงให้เห็นการสะท้อนแสงในรูปของรังสีแสงได้อย่างไร 2.3 รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อนมีลักษณะอย่างไร 2.4 เราจะแสดงให้เห็นได้อย่างไรว่า รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสี</p>
<p>6. <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u></p>	<p>สะท้อนอยู่บนระนาบเดียวกัน</p>
<p>6.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เลนส์นูนหน้าเดียว และสลิตเดียวกันแสงจากกล่องแสง ใช้กระดาษขาววางบนพื้นโต๊ะหน้ากล่องแสง สำหรับรองรับแสงที่ผ่านออกมา นำกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูนตั้งบนกระดาษขาว เพื่อกั้นทางเดินของแสง ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในสมุดด้วยตนเอง</p>	<p>2.5 มุมตกกระทบ และมุมสะท้อน เรามีวิธีการวัดอย่างไร เท่ากันหรือไม่ 2.6 ในการสะท้อนแสงแต่ละครั้ง เราจะใต้อะไรเกิดขึ้นบ้าง 2.7 ในกรณีรังสีขนานตกกระทบกระจกเว้า และกระจกนูน มุมตกกระทบ และมุมสะท้อนเท่ากันหรือไม่ รังสีที่สะท้อนออกมาจากกระจกแต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร</p>
<p>6.2 ครูให้นักเรียนเปลี่ยนสลิตเดี่ยวเป็นสลิต 5 ช่อง ใช้กระจกเว้า และกระจกนูนกั้นทางเดินของแสงและให้นักเรียนบันทึกลงในสมุดด้วยตนเอง</p>	
<p>7. <u>ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องในการทดลอง</u></p>	<p>3. <u>ข้ออภิปรายหลังการทดลอง</u> ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน</p>
<p>7.1 ดูจากการเขียนรายงานการทดลอง</p>	<p>ออกมาสรุปผลหน้าชั้นเรียน ครูจะต้อง</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
ว่าถูกต้องหรือไม่	ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปให้ได้ว่า
7.2 ครูให้คำติชม เมื่อตรวจดูผลการเขียนรายงานการทดลอง และการตอบคำถามของนักเรียน	3.1 รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อนอยู่บนระนาบเดียวกัน 3.2 มุมตกกระทบ เท่ากับ มุมสะท้อน 3.3 จุดโฟกัสของกระจกเว้า เกิดจากรังสีขนานไปตกกระทบ ได้รังสีสะท้อนออกมาตัดกันจริงที่จุดโฟกัสหน้ากระจก
8. <u>ประเมินพฤติกรรม</u>	
8.1 ดูจากการให้ความสนใจในการทดลอง	3.4 จุดโฟกัสของกระจกนูน เกิดจากรังสีขนานไปตกกระทบ ได้รังสีสะท้อนออกมา เสมือนไปตัดกันที่จุดโฟกัส หลังกระจก
8.2 สังเกตจากการร่วมการทดลองของนักเรียน	
8.3 สังเกตจากการตอบคำถาม	
8.4 การออกมารายงานสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน	
9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายทอดการเรียนรู้มากขึ้น</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองการให้นิยามกฎ ลงบนกระดานให้นักเรียนบันทึกลงสมุดด้วยตนเอง	

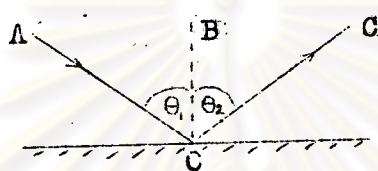
แบบฝึกหัด

- ✓ 1. เหววัตถุที่สะท้อนแสงได้ดี ควรจะมีลักษณะอย่างไร พร้อมกับยกตัวอย่าง
- ✓ 2. รังสีแสงที่ไปตกบนผิวกระจก เราเรียกว่า
รังสีแสงที่ออกจากผิวกระจก เราเรียกว่า
- เส้นตรงที่ลากตั้งฉากกับผิวกระจก ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบผิวกระจกพอดี เรียกว่า
- ✓ 3. รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อน อยู่บนระนาบเดียวกันหรือไม่ แสดงให้เห็น

ใดอย่างไร

4. จงเขียนภาพแสดงรังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อน บนผิวกระจกต่อไปนี้
- กระจกผิวราบ
 - กระจกเว้า
 - กระจกนูน

- ✓ 5. จากรูปต่อไปนี้ AO เป็นรังสีตกกระทบ OB เป็นเส้นปกติ และ OC เป็นรังสีสะท้อน



มุมตกกระทบ (θ_1) มุมสะท้อน (θ_2) มีค่าเท่ากันหรือไม่

6. เมื่อรังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อน อยู่บนระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบ เท่ากับมุมสะท้อน ซึ่งเป็นเช่นนี้ทุกครั้งที่มีการสะท้อนแสง จึงตั้งเป็นกฎขึ้น เรียกว่า กฎอะไร
- ✓ 7. เมื่อรังสีแสงขนาน สะท้อนด้านเว้า และด้านนูนของกระจก แนวนรังสีสะท้อนจากผิวกระจกทั้งสอง ต่างกันหรือไม่ อย่างไร
8. จุดที่รังสีสะท้อนจากกระจกเว้า หรือกระจกนูน ไปตัดกันหรือเสมือนตัดกัน เรียกว่า จุดอะไร

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ 3 การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ (เวลา 1 คาบ)

1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดกระจกเงาราบ เข็มหมุด กระดาษขาว (สภาพการณ์)

กระดาษเขียนอักษรตัวโต ๆ และดินน้ำมัน

นักเรียนสามารถทดลอง (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

หาภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ (งาน)

สรุปการหาตำแหน่งภาพ ขนาดภาพ ชนิดของภาพ (กิจกรรม)

จากการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบ

ใช้กระจกเงาราบขนาด 3" x 5" วางในแนวตั้ง

ยึดด้วยดินน้ำมันบนกระดาษขาวซึ่งอยู่บนโต๊ะพิวราบ

เข็มหมุดชนิดหัวโต และกระดาษเขียนอักษรตัวโต ๆ

วางไว้หน้ากระจกเงาราบ

(ข้อจำกัด)

2. จุดประสงค์ย่อย

2.1 เมื่อนำวัตถุขนาดจุด และวัตถุมีขนาด วางหน้า (สมรรถภาพทักษะการเคลื่อนไหว)

กระจกเงาราบ นักเรียนสามารถเขียนรังสีแสง

และใช้กฎการสะท้อนแสงหาภาพได้ถูกต้อง

2.2 นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะ (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

ภาพกับระยะวัตถุ และขนาดภาพกับขนาดวัตถุ

ได้ถูกต้อง

2.3 นักเรียนสามารถบอกชนิดของภาพที่เกิดในกระ (สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

จกเงาราบได้ถูกต้อง

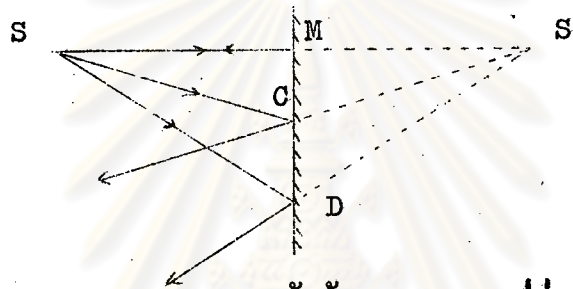
3. เนื้อหา

ชนิดของภาพ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. ภาพจริง คือ ภาพที่เกิดจากรังสีแสงมาตัดกันจริง ณ จุดที่เกิดภาพนำจากมารับภาพได้ มีลักษณะหัวกลับกับวัตถุ
2. ภาพเสมือน คือ ภาพที่เกิดจากรังสีแสงเสมือนมาตัดกัน ซึ่งเป็นเส้นสมมุติที่ลากจากแนวรังสีจริงไปตัดกัน ณ จุดที่เกิดภาพนำจากมารับไม่ได้ มีลักษณะกลับซ้ายเป็นขวา กลับขวาเป็นซ้าย และหัวตั้งเหมือนวัตถุ

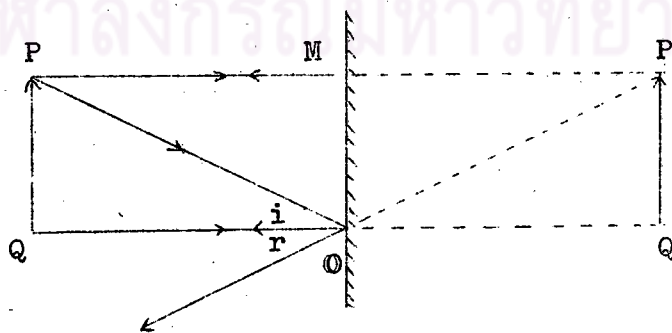
การเกิดภาพบนกระจกเงาราบ

1. เมื่อวัตถุมีขนาดเล็กหรือเป็นจุด



จากรูป S เป็นวัตถุเล็ก ๆ วางไว้หน้ากระจก แสงที่ส่องกระทบ S จะทำให้ S เป็นจุดกำเนิดแสง กระจายแสงไปทุกทิศทุกทาง เป็นรังสีมาตกกระทบกับกระจกเงาราบ เราสามารถเขียนรังสีสะท้อนได้จากกฎการสะท้อนของแสงตามรูป จะเห็นได้ว่าจริง ๆ แล้วรังสีสะท้อนไม่สามารถมาตัดกันได้ แต่เมื่อต่อเส้นสมมุติออกไปด้านหลังกระจกจะตัดกันที่จุด S' ดังนั้นที่จุด S' จึงเป็นจุดที่เกิดภาพเสมือน จากการพิจารณาพบว่า สามเหลี่ยม SCM และ สามเหลี่ยม S'CM เท่ากันทุกประการ ดังนั้น ระยะวัตถุ SM เท่ากับระยะภาพ S'M

2. กรณีวัตถุมีขนาด



จากรูป ใ้ภาพเสมือน พิจารณาจากสามเหลี่ยม OPM กับสามเหลี่ยม OPM พบว่า
เท่ากันทุกประการ ดังนั้น

ระยะภาพ เท่ากับ ระยะวัตถุ

ขนาดภาพ เท่ากับ ขนาดวัตถุ

ระยะภาพ เท่ากับ ขนาดภาพ เท่ากับ กำลังขยาย
ระยะวัตถุ ขนาดวัตถุ

4. ความรู้พื้นฐาน

4.1 นักเรียนสามารถเขียนรังสีแสงตามกฎการสะท้อนแสงได้ถูกต้อง

4.2 นักเรียนมีความรู้ทฤษฎีเรขาคณิตว่าด้วยสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ

เปรียบเทียบแผนการสอน เรื่องการเกิดภาพบนกระจกเงาราบ

ตามทฤษฎีของกาญจนา	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างความสำเร็จ</u> ครูสนทนาและซักถามนักเรียนเกี่ยวกับรูปร่าง ลักษณะของภาพตัวนักเรียนเองที่เกิดในกระจกเงาราบที่นักเรียนประสบในชีวิตประจำวัน เพื่อนำเข้าสู่เรื่องการเกิดภาพในกระจกเงาราบ</p> <p>2. <u>แจ้งจุดประสงค์</u> ครูบอกจุดประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p> <p>3. <u>ทบทวนประสบการณ์เดิม</u> 3.1 ครูทบทวนเรื่องกฎการสะท้อนแสงโดยใช้คำถาม 3.2 ครูทบทวนทฤษฎีเรขาคณิตว่าด้วยสามเหลี่ยม 2 รูปเท่ากันทุกประการ</p>	<p>1. <u>ข้ออภิปรายก่อนการทดลอง</u> ครูนำเข้าสู่การอภิปราย โดยใช้คำถามทบทวนเรื่องกฎการสะท้อนแสง ทฤษฎีเรขาคณิตว่าด้วยสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ และซักถามนักเรียน เกี่ยวกับการสังเกตภาพของนักเรียนเองที่เกิดบนกระจกเงาราบ เพื่อนำเข้าสู่เรื่องการเกิดภาพในกระจกเงาราบ</p>

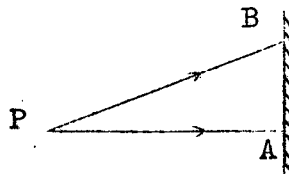
ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>4. <u>เสนอสิ่งเร้า</u></p> <p>4.1 ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แต่ละกลุ่มมีกระจกเงาราบ เข็มหมุดหัวโต กระดาษขาว กระดาษเขียนอักษรตัวโต ๆ และคินน้ามัน</p> <p>4.2 ครูให้นักเรียนติดตั้งอุปกรณ์ที่ 14.1 ตอนที่ 2 และ 3 ตามคำแนะนำจากแบบเรียน</p> <p>5. <u>ให้แนวทางในการเรียน</u></p> <p>ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการสังเกตภาพของตัวนักเรียนเองในกระจกเงาราบ โดยให้เปรียบเทียบภาพในกระจก กับตัวจริงแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (ภาพกลับซ้ายเป็นขวา จากขวาเป็นซ้าย)</p> <p>6. <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u></p> <p>ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามคำแนะนำจากแบบเรียน โดยครูคอยชี้แนะ และให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในสมุดด้วยตนเอง</p>	<p>2. <u>ขั้นทดลอง</u></p> <p>แบ่งนักเรียนออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แจกอุปกรณ์ที่ 14.1 ตอนที่ 2 และ 3 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด และให้ทำการทดลองตามคำแนะนำจากแบบเรียน ในระหว่างที่นักเรียนทำการทดลอง ครูตั้งคำถามนักเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป</p> <p>2.1 ภาพของเข็มหมุด ภาพของตัวอักษร จะเกิดในกระจกเงาราบหรือไม่ มีวิธีการเขียนรังสีแสงอย่างไร</p> <p>2.2 ภาพกับวัตถุเหมือนกันหรือต่างกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร</p> <p>2.3 ระยะภาพกับระยะวัตถุและขนาดภาพกับขนาดวัตถุ มีวิธีการหาได้อย่างไร</p> <p>2.4 เราจะสรุปได้ใหม่ว่า ระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ และขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุ และกำลังขยายเท่ากับ 1 เสมอในกรณีกระจกเงาราบ</p> <p>2.5 ภาพที่เกิดในกระจกเงาราบนักเรียนคิดว่า เป็นภาพชนิดใด เพราะเหตุใด</p>

ตามทฤษฎีของกาละเย	แบบสืบสอบ
<p>7. <u>ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องในการทดลอง</u></p> <p>7.1 ครูให้คำติชม ในการตอบคำถาม</p> <p>7.2 ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองว่าถูกต้องหรือไม่</p> <p>7.3 ครูให้คำแนะนำเมื่อมีข้อผิดพลาด</p> <p>8. <u>ประเมินพฤติกรรม</u></p> <p>8.1 สังเกตความสนใจในการทดลอง และการตอบคำถามของนักเรียน</p> <p>8.2 ตรวจรายงานผลการทดลองของนักเรียน</p> <p>9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายทอดการเรียนรู้มากขึ้น</u></p> <p>9.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป และเขียนลงบนกระดานให้นักเรียนบันทึกลงสมุดด้วยตนเอง</p>	<p>3. <u>ข้ออภิปรายหลังการทดลอง</u></p> <p>ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปให้ได้ว่า</p> <p>3.1 ภาพเสมือน คือ ภาพที่เกิดจากรังสีสมมุติมาตัดกัน มีลักษณะกลับซ้ายเป็นขวา จากขวาเป็นซ้าย และหัวตั้งเหมือนวัตถุ เอาฉากรับภาพไม่ได้</p> <p>3.2 กรณีการเกิดภาพในกระจกราบจะได้</p> <p>ระยะภาพ = ระยะวัตถุ เสมอ</p> <p>ขนาดภาพ = ขนาดวัตถุ เสมอ</p> <p>กำลังขยาย = $\frac{\text{ระยะภาพ}}{\text{ระยะวัตถุ}}$</p> <p>= $\frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}}$</p> <p>= 1 เสมอ</p>

แบบฝึกหัด

1. จงเขียนรังสีสะท้อนของรังสีตกกระทบของวัตถุ P ซึ่งอยู่หน้ากระจกราบ

1.1



1.2 ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน เพราะเหตุใด

1.3 ถ้า U เป็นระยะวัตถุ V เป็นระยะภาพ จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง U กับ V

2. จงเขียนแผนภาพเพื่อแสดงรังสีสะท้อนของรังสีตกกระทบต่าง ๆ และแสดงตำแหน่งภาพของวัตถุ AB ที่เกิดขึ้นจริงด้วย



- 2.1 รังสีสะท้อนของรังสีตกกระทบ AC คือ รังสีอะไร
- 2.2 รังสีสะท้อนของรังสีตกกระทบ BD คือ รังสีอะไร
- 2.3 รังสีสะท้อนของรังสีตกกระทบ BC คือ รังสีอะไร
- 2.4 มุมที่รังสีตกกระทบ BC กระทบกับ AC เรียกว่ามุมอะไร และมุมนี้กางเท่ากับมุมใด
- 2.5 ขนาดภาพ เรียกว่าค่าอะไร
ขนาดวัตถุ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ 4 การเกิดภาพบนกระจกโค้งทรงกลม (เวลา 2 คาบ)

1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดภาพของกระจกโค้งทรงกลม ตำแหน่ง (สภาพการณ์)

วัตถุ จุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก และระยะ
โฟกัสให้

นักเรียนสามารถ เขียนรังสีแสง (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

หาภาพที่เกิดจากกระจกโค้งทรงกลม (งาน)

สรุปหาคำแหน่งภาพ ขนาดภาพ ชนิดของภาพจาก
การสะท้อนบนกระจกโค้งทรงกลม และการใช้
เครื่องหมาย บวก ลบ แทนชนิดของภาพ } (กิจกรรม)

ภาพของกระจกโค้งทรงกลมมี 2 ชนิด คือ ชนิด
โค้งเว้า กับโค้งนูน ตำแหน่งวัตถุหน้ากระจก
เปลี่ยนแปลงได้ } (ข้อจำกัด)

2. จุดประสงค์ย่อย

2.1 สามารถเขียนภาพของวัตถุที่มีขนาด ที่เกิด (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

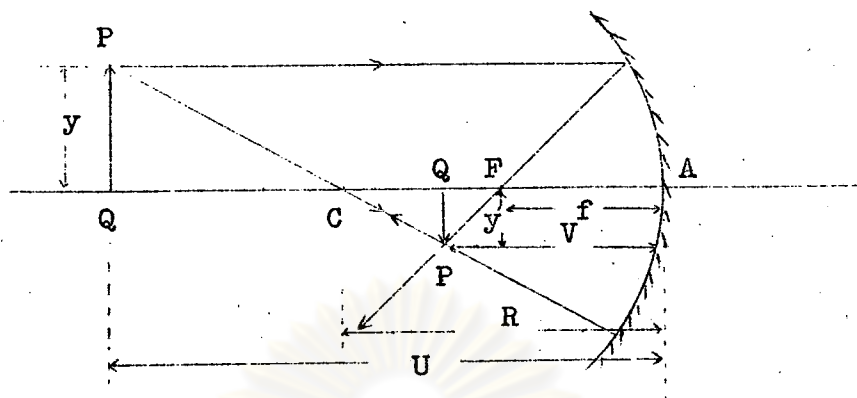
จากแนวรังสีสะท้อนบนกระจกโค้งเว้า และ
โค้งนูน มาตัดกันได้ถูกต้อง

2.2 เมื่อระยะวัตถุเปลี่ยนแปลง นักเรียนสามารถ (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

เขียนภาพแสดงตำแหน่งภาพ ขนาดภาพ ชนิด
ของภาพและกำหนดเครื่องหมาย บวก ลบ
ได้ถูกต้อง

3. เนื้อหา

การเกิดภาพจากกระจกเว้า

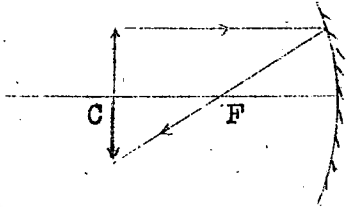
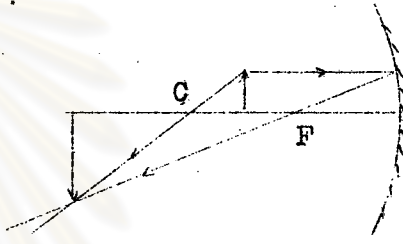
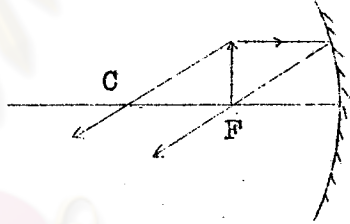
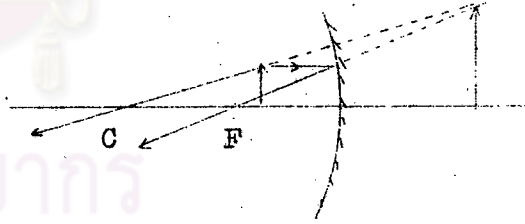


วิธีเขียนรังสีแสงเพื่อให้ง่ายแก่การหาตำแหน่งภาพ ก็หลักปฏิบัติดังนี้

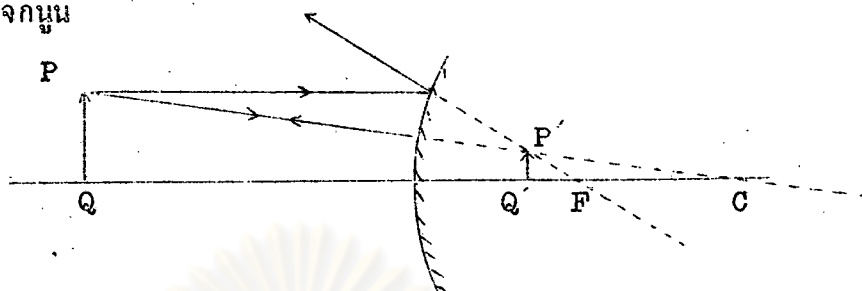
1. ลากเส้นแกนของกระจก ตัดตั้งฉากกับกระจกที่จุด A พร้อมทั้งกำหนดจุดศูนย์กลางความโค้ง C และ จุดโฟกัส F บนแกนของกระจกด้วย
2. วางวัตถุไว้บนแกนหน้ากระจก อยู่ห่างจากจุด A เป็นระยะ U ขนาดวัตถุ y
3. จากปลายวัตถุ P ลากรังสีขนานกับแกนตลกระทบกระจก รังสีสะท้อนต้องผ่านจุด F
4. จากปลายวัตถุ P ลากรังสีผ่านจุด C ตลกระทบกระจก รังสีต้องสะท้อนกลับทางแนวเดิม
5. รังสีสะท้อนในข้อ 3 และข้อ 4 จะมาตัดกันที่จุด P' ดังนั้น P'Q' เป็นภาพของวัตถุ PQ ซึ่งอยู่ห่างกระจกเป็นระยะ V ได้ขนาดภาพ y'

ภาพที่เกิดจากกระจกเว้ามีทั้งภาพจริงหัวกลับ และภาพเสมือนหัวตั้งขนาดต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นภาพชนิดใดนั้น ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุหน้ากระจก ดังตาราง

ระยะวัตถุ (U)	ลักษณะและตำแหน่งภาพ จากกระจกเว้า	ทางเดินของรังสีแสง ที่ทำให้เกิดภาพ...
$U = \infty$	ภาพจริงขนาดเล็กมากอยู่ที่จุดโฟกัส (F)	
$U > R$	ภาพจริงขนาดเล็กกว่าวัตถุอยู่ระหว่าง C กับ F	

ระยะวัตถุ (U)	ลักษณะและตำแหน่งภาพ จากกระจกเว้า	ทางเดินของรังสีแสง ที่ทำให้เกิดภาพ
$U = R$	ภาพจริงขนาดเท่ากับวัตถุ อยู่ที่ จุด C	
$R > U > f$	ภาพจริงขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่ เลยจุด C ออกไป	
$U = f$	ภาพจริงขนาดใหญ่มาก อยู่ที่ ระยะอนันต์ (∞)	
$U < f$	ภาพเสมือนขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่หลังกระจก	

การเกิดภาพจากกระจกนูน



เราอาจวาดภาพที่เกิดจากกระจกนูนด้วยวิธีคล้าย ๆ กับกระจกเว้า แต่ภาพที่เกิดขึ้นมีลักษณะแตกต่างกัน ภาพที่เกิดจากกระจกนูนจะมีอยู่ชนิดเดียว ไม่ว่าจะวางวัตถุที่ใดก็ตาม เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ (ขนาดลดลง) อยู่หลังกระจก

การพิจารณาเครื่องหมายของภาพเพื่อใช้ในการคำนวณ

ภาพจริง มีลักษณะหัวกลับกับวัตถุ เกิดหน้ากระจกเสมอ มีเครื่องหมายเป็น บวก
ภาพเสมือน มีลักษณะหัวตั้งเหมือนวัตถุ เกิดหลังกระจกเสมอ มีเครื่องหมายเป็น

ลบ

4. ความรู้พื้นฐาน

- 4.1 มีความรู้เรื่องการหาจุดโฟกัสของกระจกโค้งทรงกลม
- 4.2 มีความรู้เรื่องกฎการสะท้อนแสง
- 4.3 มีความรู้เรื่องการเกิดภาพในกระจกเงาราบ

เปรียบเทียบแผนการสอนเรื่องการเกิดภาพบนกระจกโค้งทรงกลม

ตามทฤษฎีของกาญจนา	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างความสนใจ</u></p> <p>ครูสนทนากับถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องกระจกโค้ง บอกคุณประโยชน์ของกระจกโค้งที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น กระจกเงาโค้งด้านข้างรถยนต์ เพื่อความปลอดภัยของผู้ขับขี่รถยนต์</p>	<p>1. <u>ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง</u></p> <p>ครูนำเข้าสู่การอภิปรายโดยตั้งคำถามทบทวนเรื่องการเกิดภาพในกระจกเงาราบ กฎการสะท้อนแสง และการหาจุดโฟกัสของกระจกโค้งทรงกลม เพื่อนำเข้าสู่เรื่องการเกิดภาพบนกระจก</p>

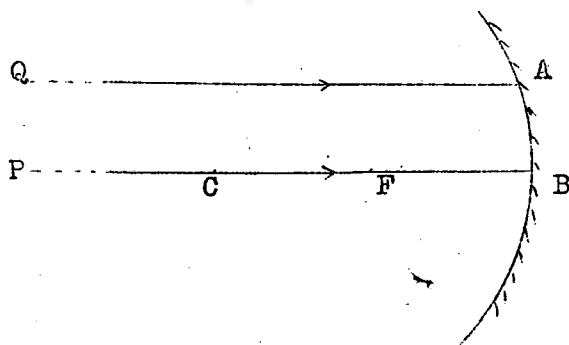
ตามทฤษฎีของกาญเย	แบบสืบสอบ
<p>2. <u>แจ้งจุดประสงค์</u> ครูแจ้งจุดประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p>	<p>โครงทรงกลม ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่าง การนำกระจกโค้งทรงกลมไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น กระจกโค้งทรงกลมที่ใช้กับรถยนต์ กระจกโค้งทรงกลมที่ใช้กับกล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น</p>
<p>3. <u>พบทวนประสบการณ์เดิม</u> 3.1 ครูพบทวน เรื่องการหาจุดโฟกัสของกระจกโค้งทรงกลม โดยใช้คำถามและให้วาดภาพแสดงบนกระดาน 3.2 ครูพบทวน เรื่องกฎการสะท้อนแสง 3.3 ครูพบทวน เรื่องการเกิดภาพในกระจกเงาราบ</p>	<p>2. <u>ขั้นทดลอง</u> ครูให้นักเรียนออกมาวาดภาพของกระจกโค้งทรงกลมแต่ละชนิดลงบนกระดาน และให้ช่วยกันกำหนดตำแหน่งวัตถุ จุดศูนย์กลางความโค้ง และจุดโฟกัส รัศมีตกกระทบ และรัศมีสะท้อน จนได้ภาพตามต้องการ โดยครูใช้คำถาม และให้คำแนะนำ</p>
<p>4. <u>เสนอสิ่งเร้า</u> ครูให้นักเรียนออกมาวาดภาพของกระจกโค้งทรงกลมแต่ละชนิดลงบนกระดาน และให้กำหนดตำแหน่งวัตถุ จุดศูนย์กลางความโค้ง และจุดโฟกัส</p> <p>5. <u>ให้แนวทางในการเรียน</u> ครูให้นักเรียนออกมาเขียนรัศมีตกกระทบ รัศมีสะท้อน จนได้ภาพตามต้องการ โดยครูใช้คำถามและให้คำแนะนำ</p>	<p>ครูวาดภาพกระจกโค้งทรงกลมหลาย ๆ อัน พร้อมกับกำหนดตำแหน่งวัตถุต่าง ๆ กัน กำหนดจุดศูนย์กลางความโค้ง และจุดโฟกัส แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาตำแหน่งภาพของวัตถุแต่ละอันที่ครูกำหนดให้</p>
<p>6. <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u> 6.1 ครูวาดภาพกระจกโค้งทรงกลมหลาย ๆ อัน กำหนดตำแหน่งวัตถุต่าง ๆ กัน กำหนดระยะวัตถุ ระยะรัศมีมีความโค้ง ระยะ โฟกัส และ</p>	<p>ที่ครูกำหนดให้</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>แกนमुखสำคัญ ให้นักเรียนเขียนรังสีแสง ใช้กฎการสะท้อนแสง หาคำแหน่งภาพ ขนาดภาพ โดยครูดอยแนะนำ</p> <p>6.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายลักษณะภาพที่ได้ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ภาพจริง ภาพเสมือน และการกำหนดเครื่องหมาย บวก - ลบ และให้นักเรียนเปรียบเทียบภาพที่เกิดจากกระจกนูน กับกระจกโค้งเว้า</p> <p>6.3 ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบภาพที่เกิดจากกระจกนูน กับกระจกเว้า โดยครูใช้คำถาม</p>	<p>ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภาพที่ได้เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ลักษณะภาพจริง และภาพเสมือน และการกำหนดเครื่องหมาย บวก - ลบ และให้นักเรียนเปรียบเทียบภาพที่เกิดจากกระจกโค้งนูน กับกระจกโค้งเว้า</p>
<p>7. <u>ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องในการเรียน</u></p> <p>7.1 ครูให้คำติชม จากผลการแสดงออก</p> <p>7.2 ครูให้คำแนะนำ เมื่อมีข้อผิดพลาด</p> <p>8. <u>ประเมินพฤติกรรมการเรียน</u></p> <p>8.1 ครูยกตัวอย่างง่าย ๆ โดยกำหนด กระจกโค้งทรงกลม จุดศูนย์กลาง ความโค้ง จุดโฟกัส และตำแหน่งวัตถุ หลาย ๆ แบบ ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำแหน่งภาพ เพื่อต้องการ วัตถุว่านักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่</p> <p>8.2 พิจารณาว่านักเรียนทำถูกต้องกี่เปอร์เซ็นต์ มีวิธีการเขียนภาพแบบใดที่ทำให้ผิดพลาดมาก จะได้ให้คำแนะนำ</p>	<p>3. <u>ขั้นอภิปรายหลังการเรียน</u></p> <p>ครูยกตัวอย่างง่าย ๆ โดยให้ตำแหน่งวัตถุเปลี่ยนไปหลาย ๆ ตำแหน่ง เช่น วัตถุอยู่ห่างกระจกโค้งที่ระยะอนันต์ วัตถุอยู่ห่างกระจกโค้งเป็นระยะเกินกว่ารัศมีความโค้งของกระจก วัตถุอยู่ที่จุดศูนย์กลางความโค้งพอดี เป็นต้น ให้นักเรียนร่วมกันเขียนรังสีแสง และใช้กฎการสะท้อนแสงหา ตำแหน่งภาพ ขนาดภาพ ชนิดของภาพ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป</p> <p>กระจกโค้งเว้า ให้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน</p> <p>กระจกโค้งนูนให้ภาพเสมือนเท่านั้น</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายถอดการเรียนรู้มากขึ้น</u> ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อฝึกให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจ เกิดทักษะใน การแก้ปัญหา	

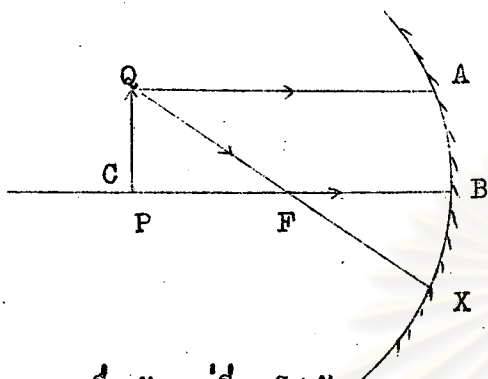
แบบฝึกหัด

1. รังสีตกกระทบจากวัตถุที่มีแนวรังสีขนานกับแนวแกนของกระจก เมื่อตกกระทบบนกระจก โค้งทรงกลม แนวของรังสีสะท้อนเป็นอย่างไร
 - 1.1 ในกรณีกระจกเว้า
 - 1.2 ในกรณีกระจกนูน
2. รังสีตกกระทบจากวัตถุที่มีแนวรังสีผ่านจุดโฟกัสสำหรับกระจกเว้า หรือ เสมือนผ่านจุดโฟกัส สำหรับกระจกนูน รังสีสะท้อนจะมีแนวอย่างไรจากกระจกทั้งสองชนิดนี้
3. รังสีตกกระทบจากวัตถุที่มีแนวรังสีผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งสำหรับกระจกเว้า หรือ เสมือนผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งสำหรับกระจกนูน รังสีสะท้อนจะมีแนวอย่างไร
4. จงเขียนแนวรังสีสะท้อนของรังสีตกกระทบต่าง ๆ และหาตำแหน่งภาพของวัตถุ ซึ่งวางไว้หน้ากระจกเว้า แล้วตอบคำถามของแต่ละข้อ
 - 4.1 เมื่อวัตถุอยู่ที่ระยะอนันต์



- ก. รังสีตกกระทบ QA ให้รังสีสะท้อน
อะไร
- ข. รังสีตกกระทบ PB ให้รังสีสะท้อน
อะไร
- ค. ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือ
ภาพเสมือน อยู่ ณ. ที่ใด
- ง. ขนาดของภาพเล็กหรือใหญ่กว่าวัตถุ

4.2 เมื่อวัตถุอยู่ตรงจุดศูนย์กลางความโค้งพอดี



- ก. รังสีตกกระทบ QA ให้รังสีสะท้อนอะไร
- ข. รังสีตกกระทบ QX ให้รังสีสะท้อนอะไร
- ค. รังสีตกกระทบ PB ให้รังสีสะท้อนอะไร
- ง. ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน อยู่ ณ. ที่ใด
- จ. ขนาดของภาพเล็กหรือใหญ่กว่าวัตถุ

4.3 เมื่อวัตถุอยู่ที่จุดโฟกัส

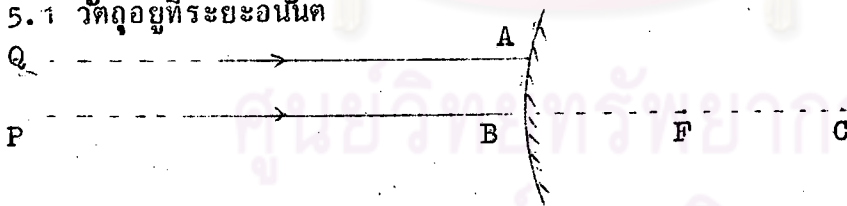
- ก. ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริง หรือภาพเสมือน อยู่ ณ. ที่ใด
- ข. ขนาดของภาพเล็กหรือใหญ่กว่าวัตถุ

4.4 เมื่อวัตถุอยู่ระหว่างจุดโฟกัส กับจุดยอดของกระจก

- ก. ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน อยู่ ณ. ที่ใด
- ข. ขนาดของภาพเล็กหรือใหญ่กว่าวัตถุ

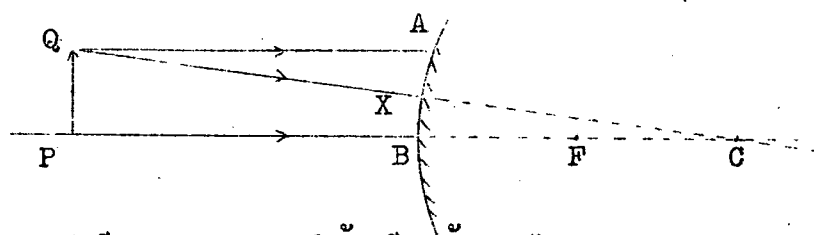
5. จงเขียนรังสีสะท้อนของรังสีตกกระทบ และหาคำแหน่งของภาพของวัตถุซึ่งวางอยู่หน้ากระจกนูน ณ. ที่ต่าง ๆ แล้วตอบคำถามของแต่ละข้อ

5.1 วัตถุอยู่ที่ระยะอนันต์



- ก. รังสีตกกระทบ QA ให้รังสีสะท้อนอะไร
- ข. รังสีตกกระทบ PB ให้รังสีสะท้อนอะไร
- ค. ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน อยู่ ณ. ที่ใด
- ง. ขนาดภาพเล็กหรือใหญ่กว่าวัตถุ

5.2 วัตถุอยู่ระหว่างระยะอนันต์ กับจุดยอดของกระจกนูน



- ก. รังสีตกกระทบ QA ให้รังสีสะท้อนอะไร
 - ข. รังสีตกกระทบ QX ให้รังสีสะท้อนอะไร
 - ค. รังสีตกกระทบ PB ให้รังสีสะท้อนอะไร
 - ง. ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน อยู่ ณ. ที่ใด
 - จ. ขนาดภาพเล็กหรือใหญ่กว่าวัตถุ
6. ระยะต่าง ๆ เช่น ระยะวัตถุ (u) ความยาวโฟกัส (f) ระยะภาพ (v) มีวิธีการวัดจากจุดใด ไปยังจุดใด
 7. ถ้ามีรังสีตกกระทบจากวัตถุไปตกกระทบจริง ๆ กับกระจกโค้ง ระยะวัตถุ (u) กำหนดให้มีเครื่องหมาย บวก หรือ ลบ
 8. ถ้ามีรังสีสะท้อนไปตัดกันจริง ตรงตำแหน่งเกิดภาพ ระยะภาพ (v) กำหนดให้มีเครื่องหมาย บวก หรือ ลบ
 9. ระยะโฟกัส (f) ของกระจกเว้ามีเครื่องหมาย บวก หรือ ลบ
 10. ระยะโฟกัส (f) ของกระจกนูนมีเครื่องหมาย บวก หรือ ลบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ 5 การคำนวณสำหรับกระจกโค้งทรงกลม (เวลา 2 คาบ)

1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ เรื่อง (สภาพการณ์)

กระจกโค้งทรงกลม

นักเรียนสามารถแสดงวิธีคำนวณ (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ และแก้ปัญหา (งาน)

โจทย์

สรุปสูตรความสัมพันธ์ปริมาณต่าง ๆ และแสดงวิธี (กิจกรรม)

การแก้ปัญหาโจทย์ได้

ปริมาณต่าง ๆ ที่นำมาหาความสัมพันธ์กัน ได้แก่

ความยาวโฟกัส (f) รัศมีความโค้ง (R)

ระยะวัตถุ (u) ระยะภาพ (v) ขนาดวัตถุ (x)

(y) ขนาดภาพ (y') และกำลังขยายของ

กระจก (m)

(ชีตจำกัด)

2. จุดประสงค์ย่อย

2.1 สามารถแสดงวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่าง (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

ระยะวัตถุ ระยะภาพและรัศมีความโค้งของ

กระจกเว้า กระจกนูนและกำลังขยายของ

กระจกเว้า กระจกนูนได้ถูกต้อง

2.2 สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่องกระจก (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

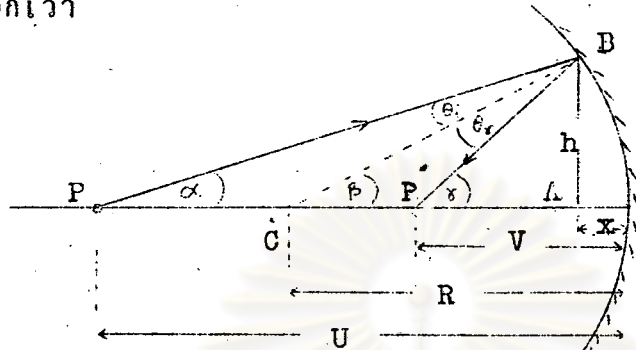
กระจกเว้าและกระจกนูนได้ถูกต้อง

2.3 สามารถบอกเครื่องหมายของปริมาณต่าง ๆ (สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

ได้ถูกต้อง

3. เนื่อหา

กรณีกระจกเว้า



จากรูป สามเหลี่ยม BPC และสามเหลี่ยม BPC ได้ $\beta = \alpha + \theta_i$ ---1

$$\gamma = \beta + \theta_r$$
 ---2

แต่ $\theta_i = \theta_r$ 1 - 2 จะได้ $\alpha + \gamma = 2\beta$ ---3

สามเหลี่ยมมุมฉาก ABP', ABC และ ABP

ได้ $\tan \gamma = \frac{h}{V - X}$, $\tan \beta = \frac{h}{R - X}$ และ $\tan \alpha = \frac{h}{U - X}$

ค่า $X \rightarrow 0$ เมื่อ $h \rightarrow 0$

ดังนั้น $\gamma = \frac{h}{V}$, $\beta = \frac{h}{R}$ และ $\alpha = \frac{h}{U}$

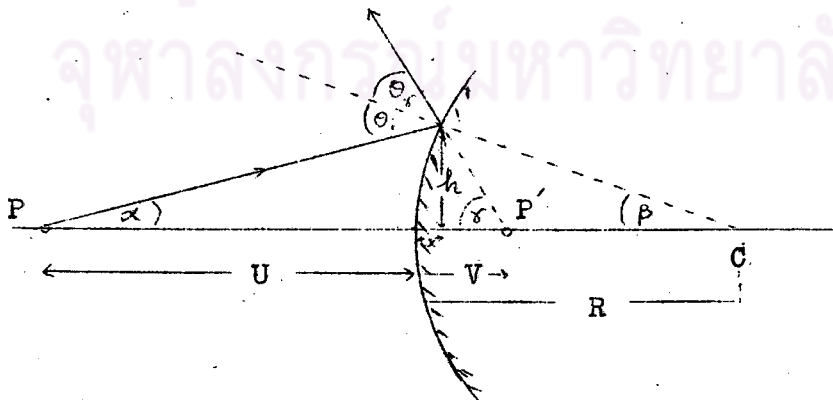
แทนค่าใน ③

$$\frac{1}{V} + \frac{1}{U} = \frac{2}{R}$$

ระยะ $\frac{R}{2}$ คือ ระยะโฟกัส

$$\frac{1}{U} + \frac{1}{V} = \frac{1}{f}$$

กรณีกระจกนูน ใช้วิธีการหาสูตรในการคำนวณทำนองเดียวกัน



กำลังขยายของกระจกโค้งทรงกลม

$$\frac{1}{V} + \frac{1}{U} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{U}{V} + 1 = \frac{2U}{R}$$

$$\frac{U}{V} = \frac{2U}{R} - 1$$

$$= \frac{2U - R}{R}$$

$$\frac{V}{U} = \frac{R}{2U - R}$$

$$m = \frac{V}{U} = \frac{R}{2U - R}$$

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

การกำหนดเครื่องหมายของปริมาณต่าง ๆ

ชนิดของกระจก	ภาพของกระจก	f	R	U	V	y	y'
กระจกเว้า	ภาพจริง	+	+	+	+	+	+
กระจกเว้า	ภาพเสมือน	+	+	+	-	+	+
กระจกนูน	ภาพเสมือน	-	-	+	-	+	+

ตัวอย่างที่ 1 ชายคนหนึ่งสูง 160 เซนติเมตร ถ้าต้องการประหยั้ดกระจก เขาควรใช้กระจกยาวน้อยที่สุดเท่าไร จึงจะเห็นตลอดตัวและควรแขวนกระจกอย่างไร แสดงการพิสูจน์ด้วย

ตัวอย่างที่ 2 ดินสอแท่งหนึ่งยาว 30 มิลลิเมตร วางห่างจาก 3 เมตร ถ้าต้องการให้ภาพของดินสอปรากฏบนฉากนี้มีขนาด 90 มิลลิเมตร
 ก. จะต้องวางกระจกโค้งห่างฉากเท่าไร
 ข. กระจกโค้งที่ใช้เป็นกระจกเว้าหรือนูน มีรัศมีความโค้งเท่าไร



4. ความรู้พื้นฐาน

- 4.1 มีความรู้เรื่องกฎการสะท้อนแสงบนกระจกผิวราบ และผิวโค้งทรงกลม
- 4.2 มีความรู้เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ
- 4.3 มีความรู้เรื่องการแก้สมการ

เปรียบเทียบแผนการสอนเรื่องการคำนวณสำหรับกระจกโค้งทรงกลม

ตามทฤษฎีของกาญจนา	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างแรงบันดาลใจ</u></p> <p>ครูใช้คำถามเกี่ยวกับเรื่องการวัดระยะของปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณเรื่องกระจกโค้งทรงกลม</p> <p>2. <u>แจ้งจุดประสงค์</u></p> <p>ครูบอกจุดประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p> <p>3. <u>ทบทวนประสบการณ์เดิม</u></p> <p>3.1 ครูทบทวนเรื่องกฎการสะท้อนของแสงบนกระจกผิวราบ และกระจกโค้งทรงกลมด้วยการใช้คำถาม</p> <p>3.2 ครูทบทวนเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติโดยยกตัวอย่างให้นักเรียนหาค่า</p> <p>3.3 ครูทบทวนเรื่องสมการ วิธีการแก้สมการอย่างง่าย</p> <p>4.1 <u>เสนอสิ่งเร้า</u></p> <p>ครูให้นักเรียนออกมาวาดภาพ แสดงการเกิดภาพบนกระจกโค้งเว้า และบน</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง หรือขั้นนำ</u></p> <p>ครูนำเข้าสู่การอภิปราย โดยตั้งคำถามทบทวนเรื่องการสะท้อนแสงบนกระจกเงาราบ บนกระจกโค้งทรงกลมให้นักเรียนช่วยกันหาค่าฟังก์ชันตรีโกณที่ครูกำหนดให้ แสดงวิธีการหาค่าตัวแปรจากตัวอย่างสมการที่กำหนดให้</p> <p>ครูวาดภาพกระจกโค้งทรงกลมบนกระดาน ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อนำเข้าสู่การหาความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ</p> <p>2. <u>ขั้นทดลอง หรือ ขั้นกิจกรรม</u></p> <p>2.1 ครูวาดภาพที่เกิดจากกระจกเว้า และกระจกนูนบนกระดาน พร้อม</p>

ตามทฤษฎีของกาญเย	แบบสืบสอบ
<p>กระจกโค้งนูน พร้อมกับกำหนดปริมาตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ</p>	<p>กับกำหนดสัญลักษณ์แทนปริมาตรต่าง ๆ และให้นักเรียนร่วมกันหาความสัมพันธ์ของปริมาตรต่าง ๆ จากรูปสามเหลี่ยมที่ครูแนะนำให้ พร้อมกับตั้งคำถาม</p>
<p>5.1 <u>ให้แนวทางการเรียน</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 ครูใช้คำถามเกี่ยวกับการวัดระยะวัตถุ ระยะภาพ ระยะรัศมีมีความโค้ง ระยะโฟกัส 2 ครูใช้คำถามเกี่ยวกับค่าปริมาตรต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นมาี้ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การหาความสัมพันธ์ของด้าน 3 ด้าน ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABP, ABC และ ABP หาได้โดยวิธีใด อย่างไร
<p>6.1 <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณา รูปสามเหลี่ยมต่าง ๆ ที่ครูวาดบนกระดาน และช่วยกันกำหนดชื่อมุม ชื่อด้านของรูปสามเหลี่ยม 2 ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของด้าน และมุมที่ครูกำหนด ในรูปฟังก์ชันตรีโกณมิติ 3 ให้นักเรียนร่วมกันแก้สมการจนได้ สูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{U} + \frac{1}{V}$ และ $m = \frac{U}{U} = \frac{V}{y} = \frac{R}{2U-R}$ 	<ol style="list-style-type: none"> 2. มุมภายในสามเหลี่ยม BPC กับสามเหลี่ยม BPC มีความสัมพันธ์กันอย่างไร 3. เมื่อได้สมการต่าง ๆ ตามต้องการ ให้นักเรียนช่วยกันแก้สมการ จนกระทั่งได้ความสัมพันธ์ของปริมาตรต่าง ๆ ดังนี้ $\frac{1}{f} = \frac{1}{U} + \frac{1}{V}$ $m = \frac{V}{U} = \frac{R}{2U-R}$ และ $m = \frac{V}{U} = \frac{y}{y}$
<p>4.2 <u>เสนอสิ่งเรา</u></p> <p>ครูนำแผนภูมิแสดง โจทย์ตัวอย่างง่าย ๆ ดังนี้</p> <p>วัตถุอยู่หน้ากระจกแก้วที่มีทางยาว</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. ครูบอกให้นักเรียนทราบถึงการใช้เครื่องหมาย บวก ลบ แทนปริมาตรต่าง ๆ ในการคำนวณ

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>โฟกัส 20 เซนติเมตรเป็นระยะห่าง 15 เซนติเมตร จงหาชนิดและที่อยู่ของภาพ</p>	
<p>5.2 <u>ให้แนวทางในการเรียน</u></p>	<p>2.2 ครูยกตัวอย่างโจทย์ง่าย ๆ ดังนี้</p>
<p>โจทย์บอกอะไร $f = 20$ เซนติเมตร $U = 15$ ---"</p>	<p>วัตถุอยู่หน้ากระจกเว้าทางยาวโฟกัส 20 เซนติเมตร เป็นระยะห่าง 15</p>
<p>โจทย์ถามอะไร $V = ?$ เป็นภาพชนิดใด</p>	<p>เซนติเมตร จงหาชนิดและที่อยู่ของภาพ</p>
<p>ตอบปัญหา $\frac{1}{V} = \frac{1}{f} - \frac{1}{U}$ $= \frac{1}{20} - \frac{1}{15}$ $= \frac{3}{60} - \frac{4}{60} = -\frac{1}{60}$</p>	<p>ครูให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาโจทย์ โดยใช้คำถาม และเขียนลงบนกระดาน</p>
<p>$V = -60$</p>	<p>โจทย์บอกอะไร $f = 20$ เซนติเมตร $U = 15$ ---"</p>
<p>สรุปปัญหา ได้ภาพเสมือนอยู่หลังกระจกเว้าเป็นระยะ 60 เซนติเมตร</p>	<p>โจทย์ถามอะไร $V = ?$ เป็นภาพชนิดใด</p>
<p>6.2 <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u></p>	<p>เราจะแก้ปัญหาโจทย์โดยวิธีใด</p>
<p>ครูให้โจทย์นักเรียนทำลงในสมุดด้วยตนเอง</p>	<p>ใช้สูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{U} + \frac{1}{V}$ $\frac{1}{V} = \frac{1}{20} - \frac{1}{15}$</p>
<p>วัตถุสูง 6 เซนติเมตร วางไว้หน้ากระจกนูนที่มีรัศมีความโค้ง 40 เซนติเมตร ห่างจากกระจก 30 เซนติเมตร จงหาตำแหน่ง ขนาด และลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น</p>	<p>$\frac{1}{V} = -\frac{1}{60}$ $V = -60$</p>
	<p>สรุปปัญหาโจทย์ ได้ภาพเสมือนอยู่หลังกระจกเว้าเป็นระยะห่าง 60 เซนติเมตร</p>
	<p>2.3 ครูยกตัวอย่างโจทย์อีก 2 - 3 ตัวอย่างให้นักเรียนร่วมกันแก้</p>

ตามทฤษฎีของกาญเย	แบบสืบสอบ
<p>7. <u>ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องในการกระทำ</u></p> <p>7.1 กูจากผลการกระทำโจทย์ที่ให้ทำในตัวอย่างว่าถูกต้องหรือไม่</p> <p>7.2 กูจากการทำโจทย์ในสมุดแบบฝึกหัด</p> <p>8. <u>ประเมินพฤติกรรม</u></p> <p>8.1 ครูลองยกตัวอย่างโจทย์ง่าย ๆ ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ โจทย์นี้ต้องการวัดดูว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่</p> <p>8.2 ประเมินดูว่านักเรียนทำถูกต้องกี่เปอร์เซ็นต์ มีข้อผิดพลาดอย่างไรจะได้แก้ไขในคาบต่อไป</p> <p>9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายถอดการเรียนรู้มากขึ้น</u> ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อฝึกให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหา</p>	<p>ปัญหาโจทย์ และเขียนลงบนกระดาน โดยใช้คำถามทำนองเดียวกับข้อ 2.2 แล้วให้นักเรียนบันทึกลงสมุดด้วยตนเอง</p> <p>3. <u>ข้ออภิปรายหลังการทดลองหรือขั้นสรุป</u></p> <p>3.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปสูตรในการคำนวณ และการพิจารณาเครื่องหมายของปริมาณต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง</p> <p>3.2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ เกิดทักษะในการแก้ปัญหา</p>

แบบฝึกหัด

1. วัตถุ X และ Y ต่างก็วางอยู่หน้ากระจกเว้าที่มีรัศมีความโค้ง 0.1 เมตร ให้ภาพออกมา มีขนาดเท่ากัน ถ้าวัตถุ X โตะเป็น 3 เท่าของวัตถุ Y และวางห่างกระจกเว้า 0.3 เมตร วัตถุ Y วางห่างกระจกเท่าไร
2. กระจกเงาเว้าวางหน้ากระจกเว้าห่าง 0.3 เมตร กระจกเว้ามีความยาวโฟกัส 0.1 เมตร จะต้องวางวัตถุระหว่างกระจกทั้งสองตรงตำแหน่งใด เพื่อให้ภาพแรกที่จากกระจกทั้งสองทับกัน
3. เมื่อวางวัตถุหน้ากระจกเว้า ณ. ที่ต่าง ๆ ปรากฏภาพที่เกิดขึ้นเป็นไปตามข้อมูลดังนี้

ระยะวัตถุ (U) เมตร	0.3	0.4	0.5	0.6	1
ระยะภาพ (V) เมตร	0.598	0.4	0.335	0.298	0.252

ก. จงเขียนกราฟระหว่าง U กับ V

ข. จงเขียนกราฟระหว่าง $1/U$ กับ $1/V$

4. วางวัตถุหน้ากระจกนูนห่าง 0.4 เมตร เมื่อนำกระจกเงาระนาบมาวางห่างวัตถุ 0.25 เมตร โดยกระจกเงาระนาบกับกระจกนูนครึ่งหนึ่ง ปรากฏเกิดภาพที่เดียวกัน จงหารัศมีความโค้งของกระจกนูน
5. วัตถุหนึ่งวางหน้ากระจกนูนห่าง 0.3 เมตร นำกระจกเงาระนาบมาวางระหว่างวัตถุกับกระจกนูนทำให้ภาพที่เกิดจากกระจกทั้งสองอยู่ที่เดียวกัน ถ้ากระจกเงาระนาบห่างวัตถุ 0.22 เมตร จงคำนวณทางยาวโฟกัสของกระจกนูน

หน่วยที่ 6 การหักเหแสง (เวลา 2 คาบ)

1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดชุดทดลองแสง สลิตกั้นแสง เลนส์นูนหน้าเดียว (สภาพการณ์)

แท่งพลาสติกใสสี่เหลี่ยม

นักเรียนสามารถทดลอง

(สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

หารังสีแสงเมื่อผ่านตัวกลางที่สอง แนวนรังสีจะเบนไปจาก

แนวเดิม และหาอัตราส่วนระหว่าง SIN ของมุมตกกระทบ (งาน)

ทบ กับ SIN ของมุมหักเห

เขียนรังสีแสงแสดงแนวการหักเหของแสง และสรุปลสูตร (กิจกรรม)

การหาค่าดัชนีหักเหของวัตถุโปร่งแสง

กล่องแสงใช้หลอดไฟโวลต์ต่ำ หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์

ใช้สลิตเดี่ยว และสลิตชนิด 3 ช่อง เลนส์นูนหน้าเดียว

ประกอบเป็นชุดกำเนิดแสง ผ่านเข้าสู่แท่งพลาสติกใส

สี่เหลี่ยม

(ขีดจำกัด)

2. จุดประสงค์ย่อย

2.1 สามารถทำการทดลองและสรุปได้ว่า รังสีแสงเมื่อ

ผ่านเข้าตัวกลางที่ 2 จะได้รังสีสะท้อน และรังสี (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

หักเหของแสง

2.2 สามารถเขียนภาพให้เห็นแนवरังสีตกกระทบ รังสี

สะท้อนและรังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกันได้ (สมรรถภาพทักษะการเคลื่อนไหว)

ถูกต้อง

2.3 สามารถทำการทดลองและสรุปได้ว่า อัตราส่วน (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

ระหว่างค่า \sin ของมุมตกกระทบกับ \sin ของ

มุมหักเหมีค่าคงที่ สำหรับตัวกลางคู่เดิม

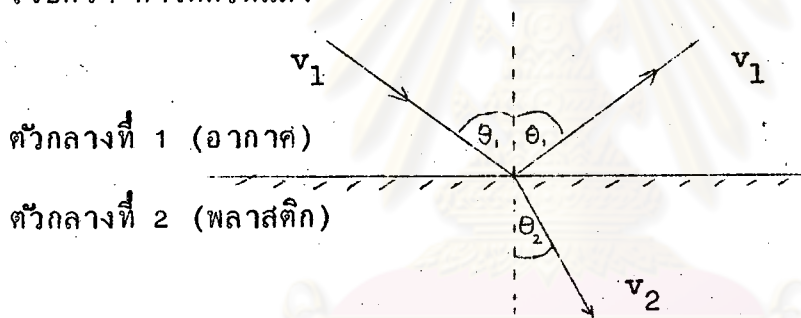
2.4 สามารถบอกนิยามค่าดัชนีหักเหของตัวกลาง (สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

คู่หนึ่ง ๆ ได้ถูกต้อง

3. เนื้อหา

การหักเหของแสง

เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปสู่อีกตัวกลางหนึ่ง ที่ฉิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง แสงส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม โดยทำมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน แสงอีกส่วนหนึ่งจะเดินทางผ่านเข้าไปในตัวกลางที่สองด้วยอัตราเร็วอันใหม่ ซึ่งเป็นผลทำให้รังสีแสงเบนออกจากแนวเดิม ปรากฏการณ์ที่แสงเปลี่ยนแนวทางการเดินทางนี้ เรียกว่า การหักเหแสง



จากรูป แสดงการหักเหของแสงเมื่อเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ไปสู่ตัวกลางที่ 2

v_1 = อัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 1 (อากาศ)

v_2 = อัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 2 (พลาสติก)

θ_1 = มุมตกกระทบ

θ_2 = มุมหักเห

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของแสง มุมตกกระทบและมุมหักเหเป็นไปตามสมการ

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = n_2 \quad \begin{array}{l} \text{ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2} \\ \text{เทียบกับตัวกลางที่ 1} \end{array}$$

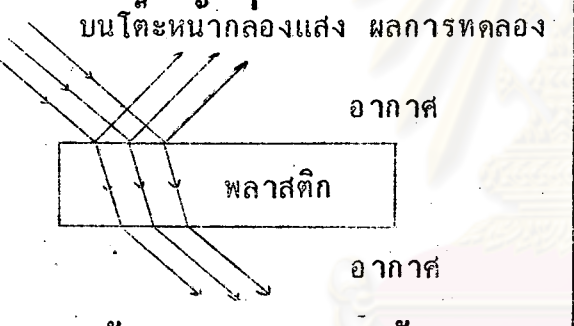
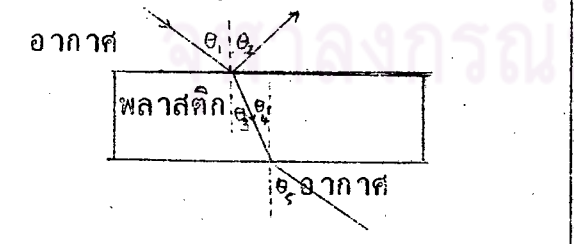
การสะท้อนกลับหมด คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดจาก มุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤต แสงจะไม่มีหักเหเลย

4. ความรู้พื้นฐาน

มีความรู้เรื่องฟังก์ชันในตรีโกณมิติ

เปรียบเทียบแผนการสอนเรื่องการหักเหของแสง

คามทฤษฎีของกาญจนา	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างความสนใจ</u> ครูนำแก้วซึ่งมีน้ำบรรจุอยู่ประมาณ 3/4 แล้วนำดินสอจุ่มลงไปให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น พร้อมกับใช้คำถาม เพื่อนำเข้าสู่เรื่องการหักเหของแสง</p> <p>2. <u>แจ้งจุดประสงค์</u> ครูแจ้งจุดประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p> <p>3. <u>ทบทวนประสบการณ์เดิม</u> ครูทบทวนเรื่องการหาค่าฟังก์ชันในวิชาตรีโกณมิติ โดยใช้คำถามตลอดจนวิธีการคิด</p> <p>4. <u>เสนอสิ่งเร้า</u> ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แต่ละกลุ่มมีอุปกรณ์การทดลองที่ 14.2 ตอนที่ 1 และ 2</p> <p>5. <u>ให้แนวทางในการเรียน</u> 5.1 ครูให้นักเรียนติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองตามคำแนะนำจากแบบเรียน</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u> ครูนำการอภิปราย โดยสาริตให้นักเรียนดูการหักเหของแสงอย่างง่าย ๆ จากแก้วน้ำที่มีดินสอจุ่มอยู่ พร้อมกับตั้งคำถามถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ให้นักเรียนทดลองเขียนรังสีแสง และร่วมกันอภิปรายภาพที่ได้ เพื่อนำเข้าสู่เรื่องการหักเหของแสง</p> <p>2. <u>ขั้นทดลอง</u> แบ่งนักเรียนออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แจกอุปกรณ์การทดลองที่ 14.2 ตอนที่ 1 ให้นักเรียนต่อกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลงไฟขนาด 12 โวลต์ ใช้แผ่นสลิตกันแสงชนิด 3 ช่อง และมีเลนส์นูนหน้าเดียววางหลังแผ่นสลิต เพื่อให้ได้</p>

ตามทฤษฎีของกาญเย	แบบสืบสอบ
<p>5.2 ให้นักเรียนตรวจดูวงจรเครื่องมืออีกครั้ง และทดลองการทำงานของเครื่องมือจนกระทั่งแน่ใจ</p>	<p>รังสีขนาน วางกระดาษขาวรองรับรังสีทั้ง 3 บนโต๊ะหน้ากล่องแสง แล้วดำเนินการทดลองตามแบบเรียน</p>
<p>6. ก่อให้เกิดพฤติกรรม</p> <p>6.1 ครูให้นักเรียนใช้สลิตชนิด 3 ช่องกันแสง และมีเลนส์นูนหน้าเดียววางหลังแผ่นสลิต เพื่อให้ได้รังสีขนาน วางกระดาษขาวรองรับรังสีทั้ง 3 บนโต๊ะหน้ากล่องแสง ผลการทดลอง</p>	<p>ตอนที่ 2 เปลี่ยนสลิตเป็นชนิด 1 ช่อง แล้วดำเนินการทดลองแบบเดียวกับตอนที่ 1 และให้วัดมุมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้</p> <p>ในระหว่างที่นักเรียนทำการทดลอง ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่ข้อสรุป</p>
	<p>1. แนวนรังสีแสงเมื่อผ่านเข้าสู่แท่งพลาสติก มีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใด แสดงว่าเกิดปรากฏการณ์อะไร</p> <p>2. แนวนรังสีแสงเมื่อผ่านแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ มีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใด แสดงว่าเกิดปรากฏการณ์อะไร</p>
<p>ให้นักเรียนบันทึกผลด้วยตนเอง</p> <p>6.2 เปลี่ยนใช้สลิตเดียวกันแสง แล้วดำเนินการทดลองแบบเดียวกับข้อ 6.1 และให้วัดมุมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้</p>	<p>3. ถ้าหันแท่งพลาสติกทำมุมกับลำแสงต่าง ๆ กัน 3-4 ค่า รังสีหักเหภายในแท่งพลาสติกและรังสีหักเหออกสู่อากาศ จะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร</p> <p>4. เมื่อใส่ค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติ หาค่าอัตราส่วน $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_3}$, $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_4}$ จากการทดลองทุกครั้ง เท่ากันหรือไม่</p>
	<p>ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า ค่าอัตราส่วน $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_3}$ หรือ $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_4}$ เรียกว่าค่าดัชนีหักเหของแท่งพลาสติกเมื่อเทียบกับ</p>
<p>ผลการทดลอง</p> $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_3} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_4} = \text{ดัชนีหักเห}$	

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>6.3 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อสรุปให้ได้ว่า</p> $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \text{ดัชนีหักเหของแท่งพลาสติก}$ <p>เมื่อเทียบกับอากาศ</p> $= \frac{c}{v_2}$	<p>อากาศ</p> <p>ตอนที่ 3 ให้นักเรียนเปลี่ยนเอาแท่งพลาสติกสี่เหลี่ยมออก ใช้เลนส์นูนหน้าเดี่ยวแทน</p>
<p>6.4 เปลี่ยนเอาแท่งพลาสติกสี่เหลี่ยมออก ใช้เลนส์นูนหน้าเดี่ยวแทน หันส่วนโค้งของเลนส์เข้าหากล่องแสง ให้ลำแสงไปตกกระทบกับเลนส์ สี่เหลี่ยม ลำแสงหักเหในเลนส์ ค่อย ๆ หมุนเลนส์ โดยให้มุมตกโคขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งลำแสงหักเหที่ออกจากเลนส์สู่อากาศทางด้านผิวเรียบขนานกับผิวเลนส์พอดี มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหโตเท่ากับ 90 องศา เรียกว่า มุมวิกฤต ให้นักเรียนทดลองต่อ โดยหมุนเลนส์ให้มุมโตกว่ามุมวิกฤต แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น</p>	<p>ในระหว่างทำการทดลองครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่ผลสรุป ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เมื่อหมุนเลนส์เป็นมุมโคขึ้นเรื่อย ๆ ลำแสงหักเหที่ออกจากเลนส์สู่อากาศมีลักษณะอย่างไร 2. มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหโตเท่ากับ 90 องศา เรียกว่า มุมอะไร 3. เมื่อไรจึงจะเกิดการสะท้อนกลับหมด
<p>7. <u>ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องในการทดลอง</u></p> <p>7.1 ครูให้คำชม เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูกต้อง</p> <p>7.2 ครูให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนตอบ</p>	<p>3. <u>ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u></p> <p>ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองเอง โดยครูใช้คำถามนำ เพื่อให้ได้ข้อสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เมื่อแสงผ่านจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งนั้น จะมีการสะท้อน

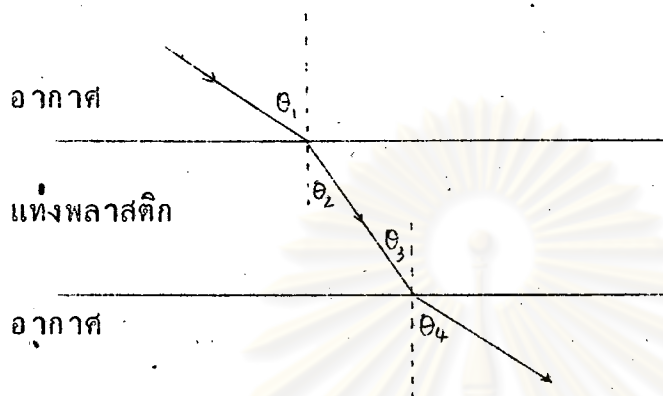
ตามทฤษฎีของกาญเย	แบบสืบสอบ
<p>ผิดพลาด</p> <p>8. <u>ประเมินพฤติกรรม</u></p> <p>8.1 สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน</p> <p>8.2 สังเกตความสนใจในการทดลอง และตรวจดูการเขียนรายงานการทดลอง</p> <p>9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายทอดการเรียนรู้มากขึ้น</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปอีกครั้งหนึ่งและเขียนลงบนกระดานให้นักเรียนบันทึกลงสมุด</p>	<p>และการหักเหเกิดขึ้นที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสองเสมอ</p> <p>2. $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_3} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_4}$ = คำนีหักเห = n_2</p> <p>3. การสะท้อนกลับหมด คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดจากการฉายแสงจากตัวกลางเนื้อแน่นไปยังตัวกลางเนื้อบางกว่า โดยมีมุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤต แสงจะไม่หักเหไปในตัวกลางเนื้อบางกว่านั้นเลย</p>

แบบฝึกหัด ✓

1. ✓ เมื่อมีรังสีของแสงมาตกกระทบบนผิววัตถุที่ขัดเป็นมัน ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับรังสีตกกระทบนั้นเป็นอย่างไร
2. ✓ เมื่อมีรังสีของแสงมาตกกระทบบนผิววัตถุที่โปร่งใส ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับรังสีตกกระทบนั้นเป็นอย่างไร
3. ✓ แนวของรังสีแสงเมื่อเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่ง มีแนวรังสีเปลี่ยนแปลงหรือไม่
4. ✓ ปรากฏการณ์ที่รังสีของแสง เมื่อผ่านตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง แล้วแนวของรังสีเบนไปจากแนวเดิม เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าอย่างไร
5. เมื่อมีการหักเหของแสงเกิดขึ้น อัตราเร็วของแสงในตัวกลางแต่ละตัวกลางเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

6. ถ้ารังสีของแสงผ่านตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ปรากฏว่ารังสีของแสงเบนเข้าหาเส้นปกติ แสดงว่าอัตราเร็วของแสงในตัวกลางใดเร็วกว่ากัน

7.



จากรูป

- 7.1 ค่า $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ กับ $\frac{\sin \theta_4}{\sin \theta_3}$ มีค่าเท่ากันหรือไม่
- 7.2 ค่า $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ ที่ได้ คือ ค่าอะไร
- 7.3 ค่า $\frac{\sin \theta_4}{\sin \theta_3}$ ที่ได้ คือ ค่าอะไร
- 7.4 ค่า $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_4}$ ที่ได้ คือ ค่าอะไร
8. ถ้า n เป็นค่าดัชนีหักเหของแท่งพลาสติก เมื่อเทียบกับอากาศ อยากทราบว่า ค่าดัชนีหักเหของอากาศเมื่อเทียบกับแท่งพลาสติกจะมีค่าเท่าไร
9. ถ้ามุมตกกระทบในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากกว่า ทำให้เกิดมุมหักเหในตัวกลางอีกอันหนึ่งเป็น 90° องศา เราเรียกมุมตกกระทบค่านี้ว่าอะไร
10. ถ้าแสงตกกระทบบนตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากกว่าด้วยขนาดของมุมตกกระทบโตเกินกว่ามุมวิกฤต จะเกิดปรากฏการณ์อย่างไร

หน่วยที่ 7 การกระจายของแสง (เวลา 1 คาบ)

1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดหม้อแปลงไฟฟ้า กล้องแสง เลนส์นูนหน้าเดียว (สภาพการณ์)

สลิตกั้นแสง และปริซึม

นักเรียนสามารถทดลอง

(สมรรถภาพทักษะเชาว์ปัญญา)

หาการกระจายของแสงเป็นสีต่าง ๆ เมื่อผ่านปริซึม

(งาน)

ใช้กฎของสเนลแสดงให้เห็นได้ว่าแสงสีต่าง ๆ มีค่า

ดัชนีหักเหต่างกัน และมีความเร็วต่างกัน

(กิจกรรม)

ใช้หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์ กล้องแสงใช้หลอดไฟ

โวลต์ต่ำ เลนส์นูนหน้าเดียว สลิตเดี่ยว ประกอบเป็น

อุปกรณ์กำเนิดแสงให้รังสีแสงเดี่ยว ผ่านปริซึมสามเหลี่ยม

(ชีตจำกัด)

ซึ่งนำมากั้นแสง

2. จุดประสงค์ย่อย

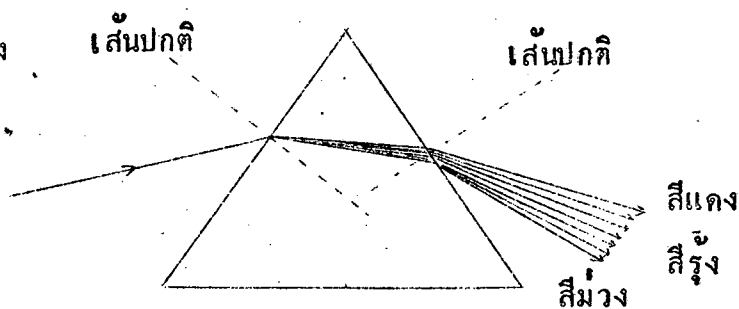
2.1 สามารถบอกได้ว่าแสงเมื่อผ่านปริซึมให้แสง 7 สี (สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

2.2 สามารถจำแนกออกมาได้ว่าแสงสีใดเคลื่อนที่ใน
แท่งปริซึมได้เร็วที่สุด และสีใดช้าที่สุด (สมรรถภาพทักษะเชาว์ปัญญา)

2.3 สามารถหาค่าดัชนีของแสงสีต่าง ๆ และจำแนก
ได้ว่าแสงสีใดให้ค่าดัชนีหักเหมากที่สุด (สมรรถภาพทักษะเชาว์ปัญญา)

3. เนื้อหา

การกระจายแสง



จากรูป

แสงสีม่วงทำมุมหักเหครั้งแรกกับเส้นปกติน้อยที่สุด และเพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึงแสง
สีแดงทำมุมหักเหครั้งแรกกับเส้นปกติมากที่สุด

แสงสีม่วงทำมุมหักเหครั้งที่สองกับเส้นปกติมากที่สุด และลดลงตามลำดับจนถึง แสง
สีแดงทำมุมหักเหครั้งที่สองกับเส้นปกติน้อยที่สุด

อากาศเป็นตัวกลาง 1 ปริซึมเป็นตัวกลาง 2

แสงทุกสีในอากาศมีความเร็วเท่ากัน เท่ากับ V_1

มุมตกกระทบ (i) ที่ผิวปริซึม โตเท่ากัน

มุมหักเห (r) ของแสงสีม่วงเล็กที่สุด และแสงสีแดงโตที่สุด

จากกฎของสเนล

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V_1}{V_2}$$

ความเร็วแสงสีม่วงในปริซึม = $V_2 \frac{\sin r_1}{\sin i}$

ความเร็วแสงสีแดงในปริซึม = $V_2 \frac{\sin r_2}{\sin i}$

เนื่องจาก $\frac{\sin r}{\sin i}$ ของแสงสีม่วงน้อยกว่า $\frac{\sin r}{\sin i}$ ของแสงสีแดง

ดังนั้นความเร็วแสงสีแดงในปริซึมจึงมากที่สุด (พิจารณาจากรูป)

ดัชนีหักเหของปริซึมเทียบกับอากาศ จะมีค่ามากที่สุดเมื่อแสงสีม่วงผ่าน

เนื่องจากค่าดัชนีหักเห คือ อัตราส่วนระหว่าง $\frac{\sin i}{\sin r}$

4. ความรู้พื้นฐาน

4.1 มีความรู้เรื่องกฎการหักเหของแสง

4.2 มีความรู้เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ

เปรียบเทียบแผนการสอน เรื่องการกระจายแสง

ตามทฤษฎีของกาญจนา	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างความสนใจ</u></p> <p>ครูสนทนาซักถามนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่องรุ้งกินน้ำ การเกิดรุ้งกินน้ำ สีของ</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u></p> <p>ครูนำเข้าสู่การอภิปรายด้วยการ ซักถามเกี่ยวกับเรื่องรุ้งกินน้ำ การเกิด</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>รุ่งกินน้ำ เพื่อนำเข้าสู่เรื่องการกระจายของแสง</p>	<p>รุ่งกินน้ำ สีของรุ่งกินน้ำ เราสามารถทดลองให้เกิดแสงสีแบบเดียวกับรุ่งกินน้ำได้หรือไม่ อย่างไร</p>
<p>2. <u>แจจจอุปประสงค์</u> ครูบอกจุดประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p>	
<p>3. <u>ทบทวนประสบการณ์เดิม</u> 3.1 ครูทบทวนเรื่องการหักเหของแสง 3.2 ครูทบทวนเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ</p>	
<p>4. <u>เสนอสิ่งเร้า</u> แบ่งนักเรียนออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แต่ละกลุ่มมีอุปกรณ์ชุดทดลองแสง หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์ เลนส์นูนหน้าเดียว สลิตเดี่ยว และปริซึมสามเหลี่ยม</p>	<p>2. <u>ขั้นทดลอง</u> แบ่งนักเรียนออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แจกอุปกรณ์ชุดทดลองแสง หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์ เลนส์นูนหน้าเดียว สลิตกันแสงชนิด 1 ช่อง ประกอบเป็นชุดกำเนิดแสง ใช้แท่งปริซึมสามเหลี่ยมกันลำแสงรังสีเดี่ยวจากกล่องแสง จนได้สเปกตรัมสีรุ้งกว้างที่สุดบนกระดาษขาว ให้นักเรียนลากเส้นปกติที่ผิวหักเหครั้งแรก และผิวหักเหครั้งที่สอง</p>
<p>5. <u>ให้แนวทางในการเรียน</u> 5.1 ครูให้นักเรียนติดตั้งเครื่องมือการทดลองตามคำแนะนำจากแบบเรียน 5.2 ให้นักเรียนตรวจดูวงจรของเครื่องมืออีกครั้ง และทดสอบการทำงานของเครื่องมือจนแน่ใจ</p>	<p>ในระหว่างที่นักเรียนทำการทดลองครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนคิด และหาคำตอบตามต้องการ</p>
<p>6. <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u> 6.1 ให้นักเรียนดำเนินการทดลอง นำแท่งปริซึมสามเหลี่ยมกันลำแสงรังสีเดี่ยวจากกล่องแสง ขยับปริซึมไปมา ให้รังสีหักเหในเนื้อปริซึมไป</p>	<p>1. รังสีแสงหักเหครั้งที่สองจากผิวปริซึมสู่อากาศมีสี สีอะไรบ้าง 2. แสงสีใดมีมุมหักเหครั้งแรกใน</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>ตกกระทบผิวที่สองแล้วหักเหออกสู่อากาศใต้แถบสเปกตรัมสีรุ้งกว้างที่สุดบนกระดาษขาวที่นำมารองรับ</p> <p>6.2 นักเรียนบันทึกการทดลอง และผลการทดลองลงในสมุดด้วยตนเอง</p> <p>6.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยครูเป็นผู้นำการอภิปรายและอธิบายกฎของสเนล และการใช้กฎของสเนลหาค่าดัชนีหักเหของตัวกลาง</p> <p>7. <u>ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องในการทดลอง</u></p> <p>7.1 ดูจากการตอบคำถามของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่</p> <p>7.2 ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองว่าถูกต้องหรือไม่</p> <p>8. <u>ประเมินพฤติกรรม</u></p> <p>8.1 สังเกตดูความสนใจต่อการทดลอง</p> <p>8.2 ตรวจสอบผลการเขียนรายงานการทดลอง</p> <p>9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายถอดการเรียนรู้มากขึ้น</u> ครูสรุปผลการทดลองให้นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่ง เขียนลงบนกระดานให้นักเรียนบันทึกลงสมุดด้วยตนเอง</p>	<p>เมื่อปริซึมโตที่สุด</p> <p>3. แสงสีใดมีมุมหักเหครั้งที่สองในอากาศโตที่สุด</p> <p>4. แสงสีใดเร็วที่สุดในแท่งปริซึม</p> <p>5. ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางหนึ่งในแต่ละกรณีที่แสงสีต่าง ๆ ผ่าน เท่ากันหรือไม่ และคิดว่าแสงสีใดให้ค่าดัชนีหักเหมามากที่สุด</p> <p>3. <u>ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u> ให้นักเรียน 3 - 4 กลุ่ม ออกมาสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ถ้ามีข้อผิดพลาดครูต้องให้คำแนะนำ และต้องให้นักเรียนสรุปให้ได้ว่า</p> <p>1. ในตัวกลางปริซึม แสงสีแดงมีอัตราเร็วมากที่สุด และแสงสีม่วงมีอัตราเร็วช้าที่สุด</p> <p>2. แสงสีแดงหักเหครั้งแรกมากที่สุด แสงสีม่วงน้อยที่สุด</p> <p>3. ค่าดัชนีหักเหของปริซึมเทียบกับอากาศจะมีค่ามากที่สุด เมื่อแสงสีม่วงผ่าน</p> <p>4. ค่าดัชนีหักเหของปริซึมเทียบกับอากาศมีค่าน้อยที่สุดเมื่อแสงสีแดงผ่าน</p>

แบบฝึกหัด

1. แสงที่หักเหออกจากปริซึมสู่อากาศ ทำมุมตกกระทบครั้งแรกเป็นมุมโตที่สุด และ ร่อง ๆ ลงมาตามลำดับ คือแสงสีอะไรบ้าง
- ✓ 2. เมื่อรังสีของแสงสีต่าง ๆ หักเหภายในปริซึม
 - 2.1 แสงสีใดหักเหออกจากเส้นปกติมากที่สุด
 - 2.2 แสงสีใดหักเหออกจากเส้นปกติน้อยที่สุด
- ✓ 3. เมื่อรังสีของแสงสีต่าง ๆ หักเหออกสู่อากาศ
 - 3.1 แสงสีใดหักเหออกจากเส้นปกติมากที่สุด
 - 3.2 แสงสีใดหักเหออกจากเส้นปกติน้อยที่สุด
4. การที่แสงสีต่าง ๆ จากอากาศ หักเหในแท่งปริซึมได้มุมต่าง ๆ กัน การหา ค่าดัชนีหักเหของปริซึม เมื่อใช้แสงสีต่าง ๆ จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ✓ 5. ค่าดัชนีหักเหของปริซึมเมื่อใช้แสงสีม่วงกับแสงสีแดง แสงสีใดให้ค่าดัชนีหักเห ของปริซึมมากกว่า เพราะเหตุใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ 8 การหักเหที่ผิวระนาบ(เวลา 2 คาบ)

1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณเรื่อง (สภาพการณ์)

การหักเหของแสง

นักเรียนสามารถคำนวณ (สมรรถภาพทักษะเชาว์ปัญญา)

หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ และแก้ (งาน)

ปัญหาโจทย์

สรุปสูตรแสดงความสัมพันธ์ปริมาณต่าง ๆ และแสดง(กิจกรรม)

วิธีการแก้ปัญหาโจทย์ได้

ปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณได้แก่ ไซนัสของ

มุมตกกระทบ (θ_1) ไซนัสของมุมหักเห (θ_2)

ดัชนีหักเหของตัวกลาง เทียบกับสุญญากาศ (n_1, n_2)

ดัชนีหักเหของตัวกลางหนึ่ง เทียบกับอีกตัวกลางหนึ่ง (ปีศาจกัด)

(n_2) ความเร็วของแสงในสุญญากาศ (C)

ความเร็วของแสงในตัวกลาง (V) sin ของมุม

วิกฤต (θ_c) ความลึกปรากฏ และความลึกจริง

2. จุดประสงค์ย่อย

2.1 สามารถหาอัตราส่วนระหว่าง ไซนัสของมุม (สมรรถภาพทักษะเชาว์ปัญญา)

ตกกระทบในตัวกลางหนึ่ง กับไซนัสของมุม

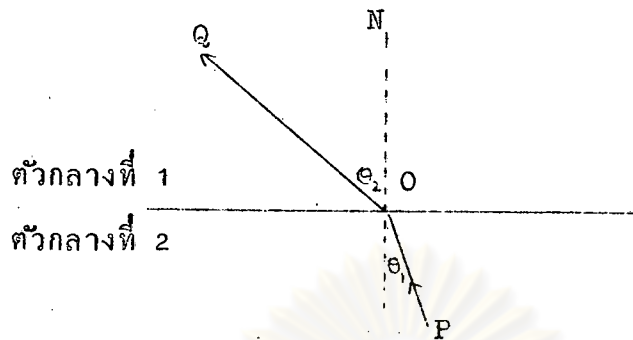
หักเหในอีกตัวกลางหนึ่งได้ถูกต้อง

2.2 สามารถใช้สูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง (สมรรถภาพทักษะเชาว์ปัญญา)

2.3 สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์เรื่อง (สมรรถภาพทักษะเชาว์ปัญญา)

การหักเหของแสงได้ถูกต้อง

3. เนื้อหา



จากรูป มุม θ_1 เป็นมุมตก และมุม θ_2 เป็นมุมหักเห PQ เป็นรังสีตกกระทบ OQ เป็นรังสีหักเห และ NO เป็นเส้นปกติ รังสีตกกระทบ รังสีหักเห และเส้นปกติ อยู่ในระนาบเดียวกันเสมอ

จากกฎของสเนล

$$\mu_2 = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

ในกรณีคิดค่าดัชนีหักเหเป็นดัชนีหักเหของวัสดุต่าง ๆ ใช้วิธีการเทียบอัตราส่วนระหว่าง อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ (C) กับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้น

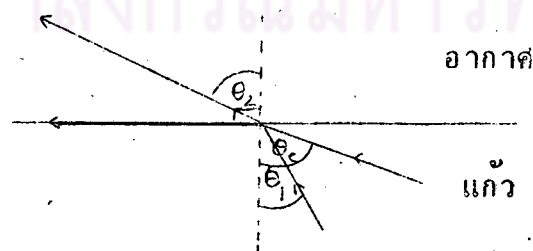
ดัชนีหักเหของตัวกลาง 1 คือ $\mu_1 = \frac{C}{v_1}$

ดัชนีหักเหของตัวกลาง 2 คือ $\mu_2 = \frac{C}{v_2}$

และ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$

หรือ $\mu_1 \sin \theta_1 = \mu_2 \sin \theta_2$

มุมวิกฤต

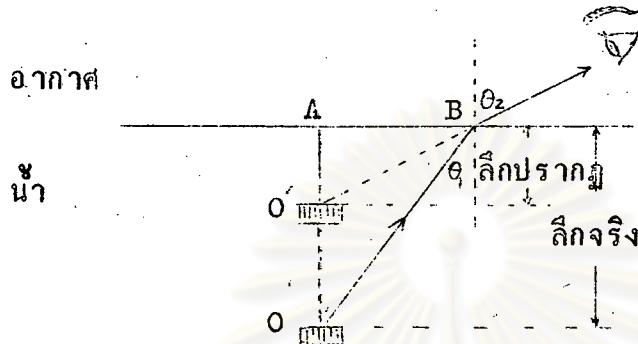


จากรูป พิจารณามุมวิกฤต (θ_c)

$$\mu_1 \sin \theta_c = \mu_2 \sin 90^\circ$$

$$\sin \theta_c = \frac{\mu_2}{\mu_1}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนลึกปรากฏ ส่วนลึกจริง และค่าดัชนีหักเห



จากรูป ถ้า θ_1 และ θ_2 ต่างก็เป็นมุมเล็ก ๆ ซึ่งเป็นกรณีที่มองตรง ๆ ในแนวตั้ง หรือใกล้เคียง ในกรณีนี้จะเห็นว่า AO' ประมาณเท่ากับ BO' และ AO ประมาณเท่ากับ BO

ดังนั้น

$$\frac{\text{ความลึกรปรากฏ}}{\text{ความลึกรจริง}} = \frac{BO'}{BO}$$

พิจารณารูปสามเหลี่ยม ABO กับ สามเหลี่ยม ABO' จะได้

$$BO' = \frac{AB}{\sin \theta_2} \quad \text{และ} \quad BO = \frac{AB}{\sin \theta_1}$$

$$\frac{\text{ความลึกรปรากฏ}}{\text{ความลึกรจริง}} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$= \frac{\mu_2}{\mu_1}$$

ตัวอย่างที่ 1 แผลงวันตัวหนึ่งปักเหนือบ่อน้ำ สูงจากผิวน้ำ 0.24 เมตร เห็นปลาอยู่

ต่ำกว่าผิวน้ำ 0.36 เมตร

ก. ปลาอยู่ลึกรจริง ๆ เท่าไร

ข. ปลามองเห็นแมลงวันอยู่เหนือผิวน้ำเท่าไร

(กำหนดค่านีหักเหของน้ำเท่ากับ $4/3$)

ตัวอย่างที่ 2 ก้นแก้วหนา 3 เซนติเมตร วางทับเหรียญบาทอยู่ ในแก้วมีน้ำสูง 8

เซนติเมตร ถ้ามองดูเหรียญบาทตรง ๆ จากปากแก้ว จะเห็นเหรียญ

บาทสูงจากเดิมเท่าไร (กำหนดค่านีหักเหของน้ำเท่ากับ $4/3$ ค่านีหักเห

ของแก้วเท่ากับ $3/2$)

4. ความรู้พื้นฐาน

4.1 มีความรู้เรื่องกฎการหักเหแสง

4.2 มีความรู้เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ

4.3 มีความรู้เรื่องการแก้มการ

เปรียบเทียบแผนการสอนเรื่องการหักเหที่ผิวระนาบ

ตามทฤษฎีของกาญจนา	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างความสนใจ</u></p> <p>ครูสนทนาและซักถามนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของแสง ซึ่งเราสามารถนำเอากฎเกณฑ์เรื่องการหักเหแสงไปใช้อธิบายได้ เช่น รุ้งกินน้ำ</p> <p>2. <u>แจ้งจุดประสงค์</u></p> <p>ครูบอกจุดประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p> <p>3. <u>ทบทวนประสบการณ์เดิม</u></p> <p>3.1 ครูทบทวนเรื่องกฎการหักเหแสง โดยใช้คำถาม</p> <p>3.2 ครูทบทวนเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ</p> <p>3.3 ครูทบทวนเรื่องสมการ ตลอดจนวิธีการแก้มการอย่างง่าย</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u></p> <p>ครูนำการอภิปรายโดยทบทวนเรื่องการหักเหแสงที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วโดยใช้คำถามนำ</p> <p>1.1 การหักเหของแสงจะเกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p>1.2 ถ้าแสงเดินทางจากอากาศเข้าสู่แท่งแก้ว แนวรังสีหักเหมีลักษณะอย่างไร</p> <p>1.3 รังสีแสงผ่านแท่งแก้วออกสู่อากาศ แนวรังสีหักเหมีลักษณะอย่างไร</p> <p>1.4 ให้นักเรียนเขียนภาพแสดงบนกระดานเกี่ยวกับการหักเหของแสงในข้อ 1.2 และ 1.3</p> <p>1.5 เราสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ามุมตกกระทบ กับมุมหักเหได้อย่างไร ผลที่ได้เราเรียกว่าอะไร</p>

ตามทฤษฎีของกาญเย	แบบสืบสอบ
<p>4. <u>เสมอสิ่งเรา</u></p> <p>ครูวาดภาพแสดงการหักเหของแสงในตัวกลาง 3 ชนิด ในน้ำ ในแก้ว และในอากาศ แล้วให้นักเรียนเทียบค่า คดัชนีหักเหซึ่งกันและกันเป็นคู่ ๆ</p> <p>5. <u>ให้แนวทางในการเรียน</u></p> <p>5.1 ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับขนาดของมุมหักเหในตัวกลางชนิดต่าง ๆ และเปรียบเทียบกับมุมตกกระทบ</p> <p>5.2 ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับการหาค่าดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางที่ 2 เทียบกับตัวกลางที่ 1</p> $n_2 = \frac{\sin \theta_1}{\frac{\sin \theta_2}{v_1}} = \frac{v_1}{v_2}$ <p>เช่น น้ำเทียบกับอากาศ</p> $n_{\text{น้ำ}} = \frac{\sin \text{มุมตกกระทบในอากาศ}}{\sin \text{มุมหักเหในน้ำ}} = \text{ค่าคงที่}$ <p>แก้วเทียบกับอากาศ</p> $n_{\text{แก้ว}} = \frac{\sin \text{มุมตกกระทบในอากาศ}}{\sin \text{มุมหักเหในแก้ว}} = \text{ค่าคงที่}$ <p>แก้วเทียบกับน้ำ</p> $n_{\text{แก้ว}} = \frac{\sin \text{มุมตกกระทบในน้ำ}}{\sin \text{มุมหักเหในแก้ว}}$	<p>2. <u>ชั้นทดลอง หรือ ชั้นกิจกรรม</u></p> <p>2.1 ให้นักเรียนออกมาวาดภาพ แสดงการหักเหของแสงบนผิวราบ ระหว่างตัวกลางต่างชนิดกันเป็นคู่ ๆ เช่น น้ำกับแก้ว น้ำกับอากาศ แก้วกับอากาศ พร้อมกับกำหนดสัญลักษณ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ และซักถามถึงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ</p> <p>1. อัตราส่วนระหว่างค่า \sin ของมุมตกกระทบในตัวกลางที่ 1 กับค่า \sin ของมุมหักเหในตัวกลางที่ 2 เราเรียกว่าอะไร</p> <p>2. ดัชนีหักเหของน้ำเทียบกับอากาศ แก้วเทียบกับอากาศ แก้วเทียบกับน้ำ เราเขียนสัญลักษณ์อย่างไร และสัมพันธ์กับความเร็วของแสงในตัวกลางต่าง ๆ อย่างไร</p> <p>3. ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาค่าดัชนีหักเหของวัตถุต่าง ๆ เมื่อเทียบกับสูญญากาศ ในรูปของอัตราส่วนระหว่าง อัตราเร็วของแสงในสูญญากาศ กับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้น ๆ ซึ่งจะได้ค่าคงที่เสมอ</p>

ตามทฤษฎีของกายเย	แบบสืบสอบ
<p style="text-align: center;">= ค่าคงที่</p>	<p>ดัชนีหักเหของน้ำเมื่อเทียบกับสุญญากาศ</p>
<p>6. <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u></p>	$\mu_n = \frac{c}{v_n} = 1.33 \text{ เสมอ}$
<p>6.1 ครูให้นักเรียนพิจารณาค่าดัชนีหักเหของวัตถุต่าง ๆ เมื่อเทียบกับสุญญากาศในรูปของอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ (C) กับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้น ๆ ซึ่งมีค่าคงที่เสมอ เช่น</p>	<p>ดัชนีหักเหของแก้วเทียบกับสุญญากาศ</p>
<p>ดัชนีหักเหของน้ำเทียบกับสุญญากาศ</p>	$\mu_g = \frac{c}{v_g} = 1.5 \text{ เสมอ}$
$\mu_n = \frac{c}{v_n} = 1.33 \text{ เสมอ}$	<p>ดัชนีหักเหของอากาศเทียบกับ</p>
<p>ดัชนีหักเหของแก้วเทียบกับสุญญากาศ</p>	<p>สุญญากาศ</p>
$\mu_g = \frac{c}{v_g} = 1.52 \text{ เสมอ}$	$\mu_o = \frac{c}{v_o} = 1.0003 \text{ เสมอ}$
<p>ดัชนีหักเหของอากาศเทียบกับสุญญากาศ</p>	<p>4. ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาหา</p>
$\mu_o = \frac{c}{v_o} = 1.0003 \text{ เสมอ}$	<p>ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีหักเห</p>
<p>6.2 ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีหักเหของตัว</p>	<p>ของตัวกลางที่ 1 (μ_1) กับค่า</p>
<p>กลางที่ 1 (μ_1) กับค่าดัชนีหักเหของ</p>	<p>ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 (μ_2)</p>
<p>ตัวกลางที่ 2 (μ_2) โดยครูนำทาง</p>	<p>โดยครูนำทางในการแสดงวิธีหา</p>
<p>ในการแสดงวิธีหาพร้อมกับตั้งคำถาม</p>	<p>พร้อมกับตั้งคำถาม เพื่อให้ได้ค่า</p>
<p>เพื่อให้ได้ค่าความสัมพันธ์ ดังนี้</p>	<p>ความสัมพันธ์ ตามลำดับดังนี้</p>
$\mu_2 = \frac{v_1}{v_2}$	$\mu_2 = \frac{v_1}{v_2}$
$\mu_2 = \frac{\frac{c}{v_2}}{\frac{c}{v_1}} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$	$\mu_2 = \frac{\frac{c}{v_2}}{\frac{c}{v_1}} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$
$\mu_2 = \frac{c}{v_1}$	$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$
	<p>ตัวอย่างเช่น ดัชนีหักเหของแก้ว</p>
	<p>เทียบกับดัชนีหักเหของน้ำ</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$	$\frac{\sin \text{มุมตกกระทบในน้ำ} (\theta_1)}{\sin \text{มุมหักเหในแก้ว} (\theta_2)} = \frac{\mu_{\text{ก}}}{\mu_{\text{น}}}$
<p>ตัวอย่าง เช่น ค่ะนี้หักเหของแก้ว เทียบกับค่ะนี้หักเหของน้ำ</p>	$\mu_{\text{น}} \sin \theta_1 = \mu_{\text{ก}} \sin \theta_2$
$\frac{\sin \text{มุมตกกระทบในน้ำ} (\theta_1)}{\sin \text{มุมหักเหในแก้ว} (\theta_2)} = \frac{\mu_{\text{ก}}}{\mu_{\text{น}}}$	<p>5. ถ้ารังสีแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีค่าค่ะนี้หักเหมากไปยังตัวกลางที่มีค่าค่ะนี้หักเหน้อย รังสีหักเหจะมีลักษณะอย่างไร</p>
$\mu_{\text{น}} \sin \theta_1 = \mu_{\text{ก}} \sin \theta_2$	<p>6. ถ้ารังสีหักเหเบนออกจากเส้นปกติเป็นมุม 90 องศา เราเรียกมุมตกนี้ว่าอย่างไร</p>
<p>6.3 คราวภาพแสดงการหักเหของแสงจากตัวกลางที่มีค่าค่ะนี้หักเหมากไปยังตัวกลางที่มีค่าค่ะนี้หักเหน้อย โดยค่อย ๆ เปลี่ยนมุมตกกระทบโดยขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้มุมหักเห 90 องศา จึงตั้งคำถามว่า มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหโตเท่ากับ 90 องศา เรียกว่ามุมอะไร ใช้วิธีคำนวณได้อย่างไร</p>	<p>7. เราสามารถคำนวณหาค่ามุมวิกฤตนี้ได้หรือไม่</p>
$\mu_1 \sin \theta_c = \mu_2 \sin 90^\circ$ $\sin \theta_c = \frac{\mu_2}{\mu_1}$	<p>กฎของสเนล</p> $\mu_1 \sin \theta_c = \mu_2 \sin 90^\circ$ $\sin \theta_c = \frac{\mu_2}{\mu_1}$
<p>6.4 คราวภาพบนกระดานแสดงการหาระยะลึกปรากฏของวัตถุที่อยู่ในน้ำ โดยอาศัยกฎการหักเหของแสงและร่วมกันหาสูตรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกปรากฏกับความลึกจริงซึ่งจะได้</p> $\frac{\text{ความลึกปรากฏ}}{\text{ความลึกจริง}} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{1}{\mu}$	<p>8. ครูให้นักเรียนออกไปวาดภาพบนกระดานแสดงการหักเหของแสงจากน้ำไปสู่อากาศและกำหนดตำแหน่งวัตถุที่อยู่ในน้ำ พร้อมกับตั้งคำถามหาตำแหน่งภาพที่ตามองเห็น</p> <p>9. ครูให้นักเรียนร่วมกันหาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกปรากฏ กับความลึกจริง โดยครูใช้คำถาม ๆ นำ เพื่อให้ได้ข้อสรุป ดังนี้</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>6.5 ครูให้โจทย์นักเรียนทำลงในสมุดด้วยตนเอง โดยคิดแผนภูมิของโจทย์ที่เตรียมมาแล้วดังนี้</p> <p>ถังน้ำลึก 3 เมตร ปรากฏว่าลึกเพียง 2 เมตร เมื่อมองลงไปตามแนวตั้งงหาตชั้นนี้หักเหของแสงในน้ำ</p> <p>7. <u>ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องในการกระทำ</u></p> <p>7.1 สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน</p> <p>7.2 ดูจากผลการทำโจทย์แบบฝึกหัดว่าถูกต้องหรือไม่</p> <p>8. <u>ประเมินพฤติกรรม</u></p> <p>8.1 ครูลองยกตัวอย่างโจทย์ง่าย ๆ ให้แสดงวิธีทำ เพื่อวัดดูว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่</p> <p>8.2 ประเมินดูว่านักเรียนทำถูกต้องกี่เปอร์เซ็นต์ มีข้อผิดพลาดอย่างไรจะได้แก้ไขในคาบต่อไป</p> <p>9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายทอดการเรียนรู้มากขึ้น</u></p> <p>9.1 ให้นักเรียนร่วมกันสรุปสูตรในการคำนวณอีกครั้งหนึ่ง</p> <p>9.2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อฝึกให้เกิดความเข้าใจ เกิดทักษะในการแก้ปัญหา</p>	$\frac{\text{ความลึกปรากฏ}}{\text{ความลึกจริง}} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ $= \frac{\mu_2}{\mu_1}$ <p>10. ครูนำโจทย์ที่เตรียมมาให้ให้นักเรียนทำลงในสมุดด้วยตนเอง</p> <p>3. <u>ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง หรือชั้นสรุป</u></p> <p>3.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปสูตรในการคำนวณอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจขึ้น</p> <p>3.2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อฝึกให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหา</p>

แบบฝึกหัด

1. ถ้า μ_1 เท่ากับ ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 เทียบกับสุญญากาศ
 μ_2 เท่ากับ ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับสุญญากาศ
 V_1 เท่ากับ อัตราเร็วของแสงในตัวกลาง 1
 V_2 เท่ากับ อัตราเร็วของแสงในตัวกลาง 2
 c เท่ากับ อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ
 - 1.1 จงหาค่า μ_1 ในรูปของอัตราเร็ว
 - 1.2 จงหาค่า μ_2 ในรูปของอัตราเร็ว
 - 1.3 จงหาค่า $\frac{\mu_1}{\mu_2}$ ในรูปของอัตราเร็ว
2. จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง μ_1, μ_2 ในรูปของ V_1 และ V_2 และในรูป $\sin \theta_1$ และ $\sin \theta_2$
3. ถ้า θ_1 เท่ากับ มุมตกกระทบในตัวกลางที่ 1
 θ_2 เท่ากับ มุมตกกระทบในตัวกลางที่ 2
 μ_2 เท่ากับ ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับตัวกลางที่ 1
 μ_1 เท่ากับ ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 เทียบกับตัวกลางที่ 2
 - 3.1 จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง μ_2 กับ θ_1 และ θ_2
 - 3.2 จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง μ_2 กับ μ_1 และ μ_2
 - 3.3 จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง μ_1 กับ θ_1 และ θ_2
 - 3.4 จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง μ_1 กับ μ_1 และ μ_2
4. ถ้า μ_n เท่ากับ ดัชนีหักเหของน้ำ เทียบกับสุญญากาศ เท่ากับ $4/3$
 μ_g เท่ากับ ดัชนีหักเหของแก้ว เทียบกับสุญญากาศ เท่ากับ $3/2$
 จงหาค่าดัชนีหักเหของน้ำเมื่อเทียบกับแก้ว
5. เมื่อฉายแสงจากอากาศไปตกกระทบบนแก้วและน้ำ ด้วยมุมตกกระทบเท่ากัน มุมหักเหที่เกิดขึ้นในแก้ว หรือในน้ำ ไตกว่ากัน แสดงวิธีพิสูจน์ด้วย

- ✓ 6. เมื่อลำแสงเคลื่อนจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งที่มีค่าดัชนีหักเหเท่ากัน
- 6.1 ในกรณีลำแสงเคลื่อนจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อยไปยังตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมาก รังสีของแสงจะเบนเข้าหา หรือออกจากเส้นปกติ เพราะเหตุใด
- 6.2 อัตราเร็วของแสงในตัวกลางใดเร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด
7. ถ้า μ_1 เท่ากับ คำนีหักเหของตัวกลางใด ๆ ที่มีค่าดัชนีหักเหมากกว่าอากาศ μ_2 เท่ากับ คำนีหักเหของอากาศ เท่ากับ 1 θ_c เท่ากับ มุมวิกฤตของตัวกลางนี้ จงแสดงวิธีการหาสมการในการหาค่า θ_c
8. ถ้าน้ำมีค่าดัชนีหักเห 1.33 มุมวิกฤตของน้ำมีค่าประมาณเท่าไร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ 9 เลนส์ (เวลา 2 คาบ)



1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดหม้อแปลงไฟฟ้า กล้องแสง เลนส์ (สภาพการณ์)

นักเรียนสามารถทดลอง (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

ศึกษาการหักเหที่แต่ละผิวโค้ง และวัดทางยาว (งาน)

เขียนรังสีแสงแสดงตำแหน่งจุดโฟกัส และ (กิจกรรม)

ความยาวโฟกัสของเลนส์

ใช้หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์ กล้องแสงใช้
หลอดไฟฟ้าโวลต์ต่ำ สลิตชนิด 5 ช่อง ประ
กอบเป็นชุดกำเนิดแสงผ่านเลนส์นูน และ
เลนส์เว้าครึ่งละ 1 อัน } (ชีตจำกัด)

2. จุดประสงค์ย่อย

2.1 สามารถบอกลักษณะและชนิดของเลนส์ (สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

2.2 สามารถหาตำแหน่งโฟกัส และความยาว (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

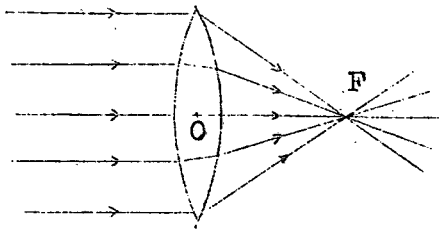
โฟกัสของเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ถูกต้อง

2.3 สามารถบอกส่วนประกอบที่สำคัญของเลนส์ (สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

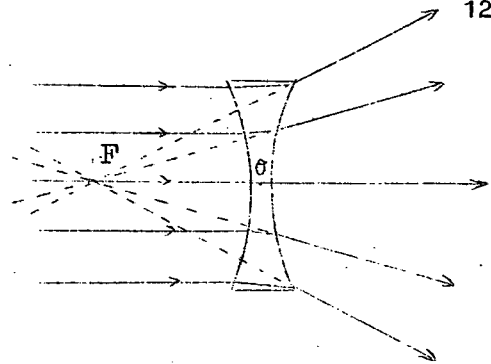
ได้ถูกต้อง

3. เนื้อหา

เลนส์ เป็นวัตถุโปร่งใสที่มีผิวโค้งสองข้างไม่ขนานกัน แบ่งออกเป็น
2 ชนิด คือ เลนส์นูน กับ เลนส์เว้า



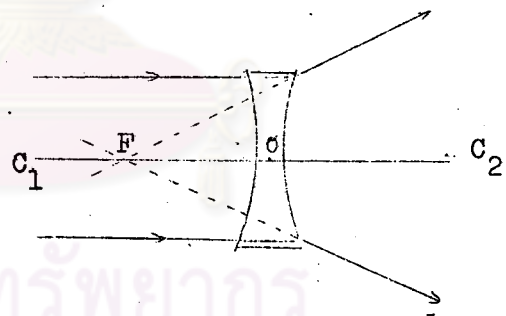
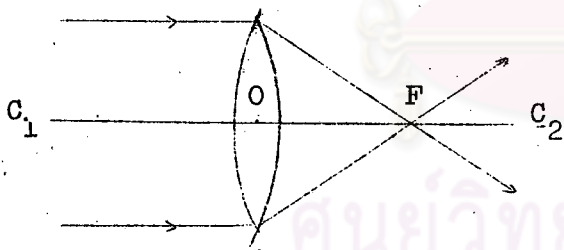
เลนส์นูน



เลนส์เว้า

1. เลนส์นูน หรือ เลนส์ชนิดที่บีบแสง เลนส์ชนิดนี้เมื่อมีแสงขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบกับเลนส์แล้วมีการหักเหซึ่งเกิดที่ผิวหน้าทั้งสองของเลนส์ ทำให้รังสีขนานเดิมกลายเป็นรังสีที่บีบเข้าหากัน และรังสีแสงไปตัดกันได้จริง ๆ ณ. จุด ๆ หนึ่งบนแกนमुखสำคัญของเลนส์ คือ จุดโฟกัส (F) และ เป็นความยาวโฟกัส
2. เลนส์เว้า หรือ เลนส์ชนิดที่กางแสง เลนส์ชนิดนี้เมื่อมีรังสีแสงขนานกับแกนमुखสำคัญกระทบเลนส์แล้ว มีการหักเหเกิดที่ผิวทั้งสองของเลนส์ ทำให้รังสีขนานเดิมกางบานออกจากกัน ถ้าต่อแนวรังสีที่กางออกเหล่านี้จะไปพบกัน ณ. จุด ๆ หนึ่งบนแกนमुखสำคัญ เสมือนว่ารังสีเหล่านี้ออกจากจุดตัดที่รวมกัน

ส่วนประกอบที่สำคัญของเลนส์บาง



1. แกนमुखสำคัญของเลนส์ (เส้นตรง $C_1 C_2$) คือ เส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งของผิวหน้าทั้งสองของเลนส์
2. จุดโฟกัสของเลนส์ (จุด F) คือ จุดตัดที่รวมของแสงที่หักเหออกจากเลนส์แล้ว เมื่อแสงที่ตกกระทบเข้าเลนส์เป็นแสงขนานกับแกนमुखสำคัญของเลนส์ และจุดนี้อยู่บนแกนमुखสำคัญของเลนส์
 - ก. สำหรับเลนส์นูนนั้น แสงขนานที่หักเหผ่านเลนส์แล้ว ไปตัดที่รวมกันจริง ๆ ข้างหลังเลนส์ เรียกว่าจุดโฟกัสจริง
 - ข. สำหรับเลนส์เว้านั้น แสงขนานที่หักเหผ่านเลนส์แล้ว กระจายห่างจาก

กันไม่ตัดร่วมกันจริง ๆ แต่สามารถต่อแนวรังสีต่างจากกันไปพบกันที่จุด ๆ หนึ่งข้างหน้าเลนส์ เรียกว่า จุดโฟกัสเสมือน

3. จุดออปติคัล เช่นเตอร์ของเลนส์บาง (จุด 0) คือ จุดใจกลางเลนส์ อยู่บนแกนमुखสำคัญของเลนส์ และรังสีตกกระทบเลนส์เมื่อหักเหผ่านจุดนี้แล้วจะเป็นแนวเส้นตรง เกี่ยวพันกับรังสีหักเหออกจากเลนส์

4. ความรู้พื้นฐาน

4.1 มีความรู้เรื่องการหักเหแสง

4.2 มีความรู้เรื่องการหาความยาวโฟกัสของกระจกโค้งทรงกลม

เปรียบเทียบแผนการสอนเรื่อง เลนส์

ตามทฤษฎีของกายูเย	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างความสนใจ</u> ครูสนทนาซักถามเรื่องคุณประโยชน์และส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ เพื่อชี้ชวนเข้าสู่เรื่อง เลนส์ พร้อมกับนำของจริงมาให้ให้นักเรียนดู</p> <p>2. <u>แจ้งจุดประสงค์</u> ครูบอกจุดประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p> <p>3. <u>ทบทวนประสบการณ์เดิม</u> 3.1 ครูทบทวนเรื่องการหาความยาวโฟกัสของกระจกโค้งทรงกลม โดยใช้คำถามและบอกถึงความคล้ายคลึงกับเลนส์ 3.2 ครูทบทวนเรื่องการหักเหแสง โดย</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง หรือชี้แนะ</u> ครูนำเข้าสู่การอภิปรายโดยนำกล้องจุลทรรศน์ให้นักเรียนดู พร้อมกับให้อภิปรายถึงคุณประโยชน์ของกล้องจุลทรรศน์ และส่วนประกอบภายในกล้องจุลทรรศน์ เพื่อชี้ชวนเข้าสู่เรื่อง เลนส์</p>

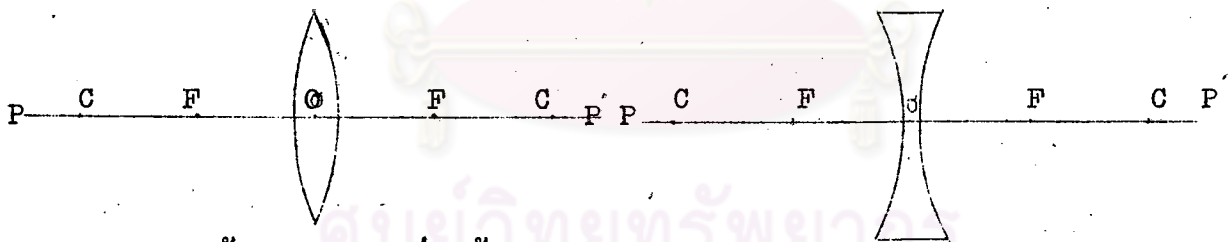
ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>ใช้คำถาม เพื่อให้ให้นักเรียนระลึกได้ ว่าเมื่อแสงผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน ย่อมเกิดการหักเหแสง</p> <p>4. <u>เสนอสิ่งเร้า</u> แบ่งนักเรียนออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน ในแต่ละกลุ่มมีอุปกรณ์ หม้อแปลง ไฟฟ้า 12 โวลต์ ชุดทดลองแสง สลิตชนิด 5 ช่อง เลนส์นูน และเลนส์เว้า</p> <p>5. <u>ให้แนวทางในการเรียน</u> ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มติดตั้งเครื่อง มือชุดกำเนิดแสงตามคำแนะนำจากแบบเรียน และให้ลองนำเลนส์นูนหรือเลนส์เว้ากั้นรังสี พร้อมกับสังเกตรังสีแสงที่ผ่านเลนส์ออกมา</p> <p>6. <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u> 6.1 ครูให้นักเรียนใช้เลนส์นูนกั้นรังสีแสง เลื่อนเลนส์นูนเข้า-ออกจากกล่องแสง จนกระทั่งได้รังสีแสงที่ออกจากเลนส์ นูนทุกเส้นมาพบกันที่จุด ๆ หนึ่ง จุด นั้น คือ จุดโฟกัสของเลนส์นูน ให้นักเรียนวัดระยะจากจุดใจ กลางเลนส์ถึงจุดโฟกัส ระยะที่ได้ เรียกว่าทางยาวโฟกัสของเลนส์นูน ให้นักเรียนลากเส้นรังสีตกกระ ทบ รังสีหักเห และจุดโฟกัสลงบนแผ่น</p>	<p>2. <u>ขั้นทดลอง หรือขั้นกิจกรรม</u> ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง การหาจุดโฟกัส ความยาวโฟกัสของ กระจกเว้า และกระจกนูน พร้อมกับ วาดภาพประกอบบนกระดาน เปรียบ เทียบระหว่างกระจกโค้ง กับเลนส์ เพื่อให้เห็นหลักการที่คล้ายคลึงกัน ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน แจกอุปกรณ์ชุดที่ 14.3 และให้นักเรียนดำเนินการทดลอง ตามคำแนะนำจากแบบเรียน ใน ระหว่างที่นักเรียนทำการทดลอง ครู ใช้คำถามให้นักเรียนได้คิด เพื่อนำไป สู่ข้อสรุป 2.1 เรามีวิธีวัดความยาวโฟกัสของ เลนส์นูนได้อย่างไร 2.2 เรามีวิธีการหาจุดโฟกัสของ เลนส์เว้าได้อย่างไร 2.3 ทางยาวโฟกัสจะเท่ากันหรือไม่ ถ้าเปลี่ยนผิวโค้งนูน หรือเว้าอีกด้าน หนึ่งของเลนส์บางเข้ารับแสง</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>กระดาษที่วางอยู่ข้างใต้เลนส์ ให้นักเรียนเปลี่ยนผิวฉนวนอีกด้าน หนึ่งเข้ารับแสง ให้นักเรียนตรวจสอบ ทำนองเดียวกัน</p> <p>6.2 ครูให้นักเรียนเปลี่ยนไปใช้เลนส์เว้า กันรังสีขนานดูบาง เลื่อนเลนส์ไปมา จนได้รังสีหักเหที่ชัดเจน ลากเส้นรังสี ตกกระทบ และรังสีหักเหลงบนกระดาษ ขาวที่อยู่ใต้เลนส์ แล้วต่อแนวรังสีเหล่านี้ ด้วยเส้นประให้พบกันที่จุด ๆ หนึ่ง จุด นั้น คือ จุดโฟกัสของเลนส์เว้า และวัด ทางยาวโฟกัสของเลนส์เว้า</p> <p>ให้นักเรียนเปลี่ยนผิวด้านเว้าอีก ด้านหนึ่งรับแสง ตรวจสอบทำนองเดียว กัน</p> <p>6.3 ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาส่วนประ กอบของเลนส์ เพื่อให้ได้คำตอบตาม เนื้อหา</p>	<p>2.4 ตำแหน่งจุดโฟกัสของเลนส์เว้า กับเลนส์นูน เหมือนกัน หรือต่างกัน อย่างไร</p> <p>ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณา ส่วน ประกอบของเลนส์ โดยนำไปเปรียบ เทียบกับกระจกโค้งทรงกลม แล้วใช้ คำถามนำทาง เพื่อให้ได้คำตอบตาม เนื้อหา</p>
<p>7. <u>ให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องใน การทดลอง</u></p> <p>7.1 ครูให้คำติ ชม ในการตอบคำถาม</p> <p>7.2 ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลอง ว่าถูกต้องหรือไม่</p> <p>7.3 ครูให้คำแนะนำเมื่อมีข้อผิดพลาด</p>	<p>3. <u>ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง หรือ ชั้นสรุป</u></p> <p>ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน ออกมารายงานผลการทดลอง เพื่อ ให้เวลาสั้นเข้า เมื่อนักเรียนออกมา รายงาน 2 - 3 กลุ่ม ครูใช้คำถาม</p>

ตามทฤษฎีของกาวยเย	แบบสืบสอบ
<p>8. <u>ประเมินพฤติกรรม</u></p> <p>8.1 สังเกตความสนใจในการทดลอง และการตอบคำถามของนักเรียน</p> <p>8.2 ตรวจสอบรายงานผลการทดลอง</p> <p>9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายทอดการเรียนรู้มากขึ้น</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนไปแล้วลงบนกระดาน</p>	<p>ถามนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ว่า มีข้อสรุปที่แตกต่างจากกลุ่มที่สรุปไปแล้วหรือไม่อย่างไร ให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ออกมาเพิ่มเติม จนกระทั่งได้เนื้อหาตามต้องการ</p>

แบบฝึกหัด

- เลนส์ คืออะไร มีกี่ชนิด อะไรบ้าง
- ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเลนส์ต่อไปนี้ มีชื่อเรียกว่าอย่างไร



- เส้น pp' เรียกว่าเส้นอะไร
 - จุด F เรียกว่าจุดอะไร
 - จุด C เรียกว่าจุดอะไร
 - จุด O เรียกว่าจุดอะไร
 - ระยะ OF เรียกว่าระยะอะไร
- เมื่อรังสีตกกระทบขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ เมื่อผ่านเข้าไปในเลนส์บาง นูนหรือเว้าก็ตาม รังสีหักเหจะมีลักษณะอย่างไร
- เมื่อรังสีตกกระทบผ่านแนวแกนमुखสำคัญ แนวรังสีหักเหมีลักษณะอย่างไร

5. เมื่อรังสีตกกระทบตรงจุดใจกลางเลนส์ รังสีหักเหมีลักษณะอย่างไร
6. เมื่อรังสีตกกระทบผ่านจุดโฟกัสสำคัญ ไปตกกระทบบนเลนส์ รังสีหักเหจะมีลักษณะอย่างไร
7. รังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนमुखสำคัญจะให้รังสีหักเหลักษณะอย่างไร
8. รังสีตกกระทบผ่านแกนमुखสำคัญ จะให้รังสีหักเหลักษณะอย่างไร
9. รังสีตกกระทบตรงจุดใจกลางเลนส์ จะให้รังสีหักเหลักษณะอย่างไร
10. รังสีตกกระทบผ่านจุดโฟกัส จะให้รังสีหักเหลักษณะอย่างไร



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ 10 การคำนวณสำหรับเลนส์บางในอากาศ (เวลา 2 คาบ)

1. จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อกำหนดปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณเรื่อง (สภาพการณ์)

เลนส์

นักเรียนสามารถแสดงวิธีคำนวณ (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ และแก้ (งาน)

ปัญหาโจทย์

สรุปสูตรความสัมพันธ์ปริมาณต่าง ๆ และแสดง (กิจกรรม)

วิธีการแก้ปัญหาโจทย์ได้

ปริมาณต่าง ๆ ที่นำมาหาความสัมพันธ์ และใช้
ในการคำนวณได้แก่ ความยาวโฟกัส (f)

ระยะวัตถุ (U) ระยะภาพ (V) ขนาดวัตถุ

(y) ขนาดภาพ (y')

} (ชี้แจงกัก)

2. จุดประสงค์ย่อย

2.1 สามารถแสดงวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่าง (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

ความยาวโฟกัส (f) ระยะวัตถุ (U)

ระยะภาพ (V) ขนาดวัตถุ (y) ขนาด

ภาพ (y') ของเลนส์นูนและเลนส์เว้า

ได้ถูกต้อง

2.2 สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์เรื่อง (สมรรถภาพทักษะเชาวน์ปัญญา)

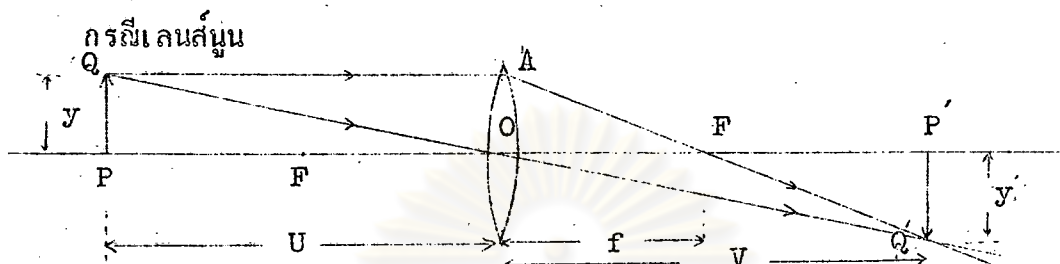
เลนส์บาง ชนิดนูน และเว้าได้ถูกต้อง

2.3 สามารถบอกเครื่องหมายของปริมาณต่าง ๆ (สมรรถภาพข้อเท็จจริง)

ได้ถูกต้อง

3. เนื้อหา

เลนส์บางในอากาศ



จากรูป จะได้สามเหลี่ยม OPQ คล้ายกับสามเหลี่ยม OP'Q' และสามเหลี่ยม FOA คล้ายกับสามเหลี่ยม FP'Q'

ดังนั้น $\frac{y'}{y} = \frac{V}{U}$ และ $\frac{y'}{y} = \frac{V - f}{f}$

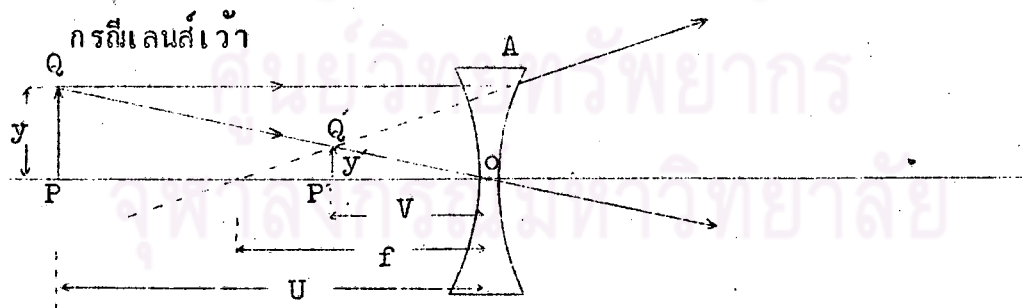
จะได้ $\frac{V}{U} = \frac{V - f}{f}$

$Vf = VU - Uf$

เอา $\frac{1}{fVU}$ หารตลอด,

$\frac{1}{U} = \frac{1}{f} - \frac{1}{V}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{U} + \frac{1}{V}$



จากรูป จะได้สามเหลี่ยม OPQ คล้ายกับสามเหลี่ยม OP'Q' และสามเหลี่ยม FP'Q' คล้ายกับสามเหลี่ยม FOA

ดังนั้น $\frac{y'}{y} = \frac{V}{U}$ และ $\frac{y'}{y} = \frac{f - V}{f}$

$$\frac{V}{U} = \frac{f - V}{f}$$

$$= 1 - \frac{V}{f}$$

เอา V หารตลอด

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{V} - \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{U} + \frac{1}{V}$$

ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากเลนส์เป็นระยะต่าง ๆ กัน

1. ถ้าวัตถุอยู่ไกลมาก จะได้ภาพจริงขนาดเล็กมากอยู่ที่จุดโฟกัสจริง
2. ถ้าวัตถุอยู่ไกลมากกว่าสองเท่าของความยาวโฟกัส จะได้ภาพจริงหัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ อยู่คนละด้านกับวัตถุ
3. ถ้าวัตถุอยู่ที่สองเท่าของระยะโฟกัสพอดี จะได้ภาพจริงหัวกลับ ขนาดเท่ากับวัตถุ อยู่คนละด้านกับวัตถุ
4. ถ้าวัตถุอยู่ระหว่างจุดโฟกัส กับจุดศูนย์กลางความโค้งของเลนส์ จะได้ภาพจริงหัวกลับขนาดโตกว่าวัตถุ
5. ถ้าวัตถุอยู่ที่จุดโฟกัสพอดี จะได้ภาพจริงขนาดใหญ่มาก อยู่คนละด้านกับวัตถุที่ระยะอนันต์
6. ถ้าวัตถุอยู่ระหว่างจุดโฟกัสกับเลนส์ จะได้ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่ด้านเดียวกับวัตถุ

ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้า

มีอยู่ชนิดเดียวไม่ว่าจะวางวัตถุไว้ที่ใดก็ตามข้างหน้าเลนส์ คือ ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ อยู่ด้านเดียวกับวัตถุ

การกำหนดเครื่องหมายของปริมาณต่าง ๆ

คงยึดหลักที่ว่า "จริงเป็นบวก เสมือนเป็นลบ" ตามตารางดังนี้

ชนิดเลนส์	ภาพจากเลนส์	f	U	V	y	y'
เลนส์นูน	ภาพจริง	+	+	+	+	+
เลนส์นูน	ภาพเสมือน	+	+	-	+	+
เลนส์เว้า	ภาพเสมือน	-	+	-	+	+

ตัวอย่างโจทย์คำนวณ

เลนส์นูนทางยาวโฟกัส 24 เซนติเมตร วางวัตถุขนาด 2 เซนติเมตร ห่างจากเลนส์ 9 เซนติเมตร จงหาชนิด ขนาดและตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งกำลังขยายของเลนส์ด้วย

4. ความรู้พื้นฐาน

4.1 มีความรู้เรื่องการเกิดภาพจากกระจกโค้งทรงกลม

4.2 มีความรู้เรื่องวิธีการคำนวณสำหรับกระจกโค้งทรงกลม

4.3 มีความรู้เรื่องสามเหลี่ยมคล้าย

เปรียบเทียบแผนการสอนเรื่องการคำนวณสำหรับเลนส์บางในอากาศ

ตามทฤษฎีของกาญจนา	แบบสืบสอบ
<p>1. <u>สร้างความสนใจ</u></p> <p>ครูนำกล่องจุลทัศน์ พร้อมไส้ลัดสำเร็จรูปในวิชาชีววิทยาให้นักเรียนดูด้วยกล่องจุลทัศน์ และดูด้วยตาเปล่า แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภาพที่เห็นด้วยตากับภาพที่ดูจากกล่องจุลทัศน์</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลองหรือขั้นนำ</u></p> <p>ครูนำเข้าสู่การอภิปราย โดยให้นักเรียนดูไส้ลัดจากกล่องจุลทัศน์ และนำไส้ลัดนั้นเดิมออกมาดูด้วยตาเปล่า แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบภาพทั้งสอง</p> <p>ครูทบทวนเรื่องการเกิดภาพและการคำนวณเรื่องกระจกโค้งทรงกลม</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>2. <u>แจ้งจุดประสงค์</u> ครูบอกจุดประสงค์ปลายทางให้นักเรียนทราบ</p>	<p>โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนระลึกได้ ซึ่งจะนำมาสู่การเปรียบเทียบกับเรื่องเลนส์</p>
<p>3. <u>ทบทวนประสบการณ์เดิม</u> 3.1 ครูทบทวนเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน 3.2 ครูทบทวนสูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องกระจกโค้งทรงกลม 3.3 ครูทบทวนเรื่องสามเหลี่ยมคล้ายในวิชาคณิตศาสตร์</p>	
<p>4.1 <u>เสนอสิ่งเร้า</u> ให้นักเรียนออกมาวาดภาพแสดงการเกิดภาพจากเลนส์นูน และ เลนส์เว้า จนได้ภาพที่ถูกต้อง</p>	<p>2. <u>ขั้นทดลอง หรือ ขั้นกิจกรรม</u> 2.1 ครูให้นักเรียนออกมาวาดภาพที่เกิดจากเลนส์นูน และเลนส์เว้า และให้ช่วยกันกำหนดค่าของปริมาณต่าง ๆ</p>
<p>5.1 <u>ให้แนวทางในการเรียน</u> ให้นักเรียนช่วยกันกำหนดค่าของระยะบนภาพที่เกิดจากเลนส์นูน เลนส์เว้า กำหนดระยะโฟกัส ระยะวัตถุ ระยะภาพ ขนาดวัตถุ</p>	<p>2.2 ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณารูปสามเหลี่ยมที่ครูแนะให้ พร้อมกับจับคู่สามเหลี่ยมคล้าย แล้วใช้คำถาม ถ้ามหาความสัมพันธ์ของด้านของสามเหลี่ยมคล้าย จนได้สมการ และให้ร่วมกันแก้สมการ จนได้สูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$</p>
<p>6.1 <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u> ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณารูปสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้น และให้จับคู่สามเหลี่ยมที่คล้ายกัน แล้วใช้คำถามเพื่อหาความสัมพันธ์ของด้านของสามเหลี่ยม</p>	<p>2.3 ครูวาดภาพเลนส์หลาย ๆ ภาพ กำหนดระยะวัตถุต่าง ๆ กัน</p>

ตามทฤษฎีของกาญเย	แบบสืบสอบ
<p>คล้ายจนได้สมการ และให้ร่วมกันแก้สมการ จนได้สูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ ครูวาดภาพเลนส์หลาย ๆ ภาพ กำหนด ระยะวัตถุต่าง ๆ กัน แล้วให้นักเรียนออก มาวาดภาพที่เกิดจากเลนส์ เสร็จแล้วครู และนักเรียนร่วมกันสรุปภาพที่ได้ ตลอดจน กำหนดเครื่องหมาย</p>	<p>แล้วให้นักเรียนออกมาวาดภาพ ที่เกิดจากเลนส์นูน และเลนส์เว้า เสร็จแล้วครูใช้คำถามนำ เพื่อให้ นักเรียนสรุปภาพที่ได้ ตลอดจน การกำหนดเครื่องหมายปริมาณ ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ</p>
<p>4.2 เสนอสิ่งเรา ครูคิดแผนภูมิแสดง โจทย์ตัวอย่างง่าย ๆ เลนส์นูนทางยาวโฟกัส 24 เซนติเมตร วางวัตถุขนาด 2 เซนติเมตร ห่างจาก เลนส์ 9 เซนติเมตร จงหาชนิด ขนาด และตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้ง กำลังขยายของเลนส์ด้วย</p>	<p>2.4 ครูยกตัวอย่าง โจทย์ง่าย ๆ ให้ นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา โจทย์ โดยใช้คำถามนำ เช่น โจทย์บอกอะไรให้เราทราบ โจทย์ต้องการให้หาอะไร เราจะแก้ปัญหา โจทย์ได้อย่างไร เราจะสรุปปัญหา โจทย์อย่างไร</p>
<p>5.2 ให้แนวทางในการเรียน โจทย์บอกอะไร $f = 24$ เซนติเมตร $u = 9$ เซนติเมตร $y = 2$ เซนติเมตร โจทย์ถามอะไร $v = ?$ $y' = ?$ $m = ?$</p>	<p>2.5 ครูยกตัวอย่างอีก 2 - 3 ตัวอย่าง ให้นักเรียนแก้ปัญหา โจทย์ โดยครูใช้คำถามนำของ เดียวกับข้อ 2.4</p> <p>2.6 ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบ การ ใช้สูตรในการคำนวณ การ พิจารณาเครื่องหมายปริมาณ ต่าง ๆ ระหว่างเลนส์ กับ กระ จกโค้งทรงกลม</p>
<p>ตอบปัญหา $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u}$ $= \frac{1}{24} - \frac{1}{9} = -\frac{5}{72}$</p>	

ตามทฤษฎีของกาฏูเย	แบบสืบสอบ
<p>สรุปปัญหา ได้ภาพเสมือนอยู่หน้าเลนส์เป็นระยะ 14.4 เซนติเมตร มีขนาด 3.2 เซนติเมตร และเลนส์นูนมีกำลังขยาย 1.6</p>	
<p>6. <u>2</u> <u>ก่อให้เกิดพฤติกรรม</u> ครูให้โจทย์นักเรียนทำลงในสมุดด้วยตนเอง วัตถุสูง 4 เซนติเมตร วางห่างจากเลนส์นูน 12 เซนติเมตร ได้ภาพจริงห่างจากเลนส์ 24 เซนติเมตร จงหาระยะโฟกัสและขนาดภาพ</p>	
<p>7. <u>ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความถูกต้องในการกระทำ</u> 7.1 ดูจากผลการกระทำโจทย์ที่ให้ทำว่าถูกต้องหรือไม่ 7.2 ครูให้คำติ ชม เมื่อนักเรียนตอบคำถาม 8. <u>ประเมินพฤติกรรม</u> 8.1 สังเกตจากการตอบคำถาม และการแสดงออกของนักเรียนขณะดำเนินการสอน 8.2 ครูลองยกตัวอย่างโจทย์ง่าย ๆ ให้แสดงวิธีทำ เพื่อวัดดูว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่</p>	<p>3. <u>ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง หรือชั้นสรุป</u> 3.1 ครูลองยกตัวอย่างโจทย์ง่าย ๆ ให้แสดงวิธีทำ ประเมินดูว่านักเรียนทำถูกต้องกี่เปอร์เซ็นต์ มีข้อผิดพลาดอย่างไร จะได้แก้ไข 3.2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อจะฝึกให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ เกิดทักษะในการแก้ปัญหา</p>

ตามทฤษฎีของกาฏเย	แบบสืบสอบ
<p>9. <u>ช่วยให้จำและถ่ายทอ คการ เรียนรู้มากขึ้น</u> ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อฝึกให้ เกิดความเข้าใจ เกิดทักษะในการแก้ ปัญหา</p>	

แบบฝึกหัด

1. การเกิดภาพจากเลนส์นูน จากการทดลองจะได้.
 - 1.1 เมื่อ ระยะวัตถุ เพิ่มขึ้น ระยะภาพจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง
 - 1.2 ถ้าภาพของวัตถุเป็นจุด ระยะภาพน่าจะแทนอะไร
 - 1.3 ถ้าขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุ ระยะภาพและระยะวัตถุเท่ากันหรือไม่
2. ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้า เหมือนกัน หรือต่างกันอย่างไร
3. ถ้า U เท่ากับ ระยะวัตถุ
 V เท่ากับ ระยะภาพ
 f เท่ากับ ทางยาวโฟกัสของเลนส์
 - 3.1 ระยะวัตถุ (U) ระยะภาพ (V) และทางยาวโฟกัส (f) มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - 3.2 U มีเครื่องหมายเป็นบวก เมื่อไร
 - 3.3 V มีเครื่องหมายเป็นบวก เมื่อไร
 - 3.4 f มีเครื่องหมายเป็นบวก เมื่อไร
4. ถ้า $U =$ ระยะวัตถุ $V =$ ระยะภาพ
 $y =$ ขนาดวัตถุ $y' =$ ขนาดภาพ
 $m =$ กำลังขยาย

- 4.1 จงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง m กับ y และ y'
- 4.2 จงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง m กับ U และ V
- 4.3 จงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง y , y' , U และ V
5. จงแสดงวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่าง ทางยาวโฟกัส (f) ระยะวัตถุ (U) ระยะภาพ (V) ขนาดวัตถุ (y) ขนาดภาพ (y') ของเลนส์นูนและเลนส์เว้า
6. ภาพที่ได้จากเลนส์เว้าอยู่ห่างจากเลนส์ 12 เซนติเมตร มีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของวัตถุ จงหาค่าตำแหน่งที่จะวางวัตถุ และความยาวโฟกัสของเลนส์นี้

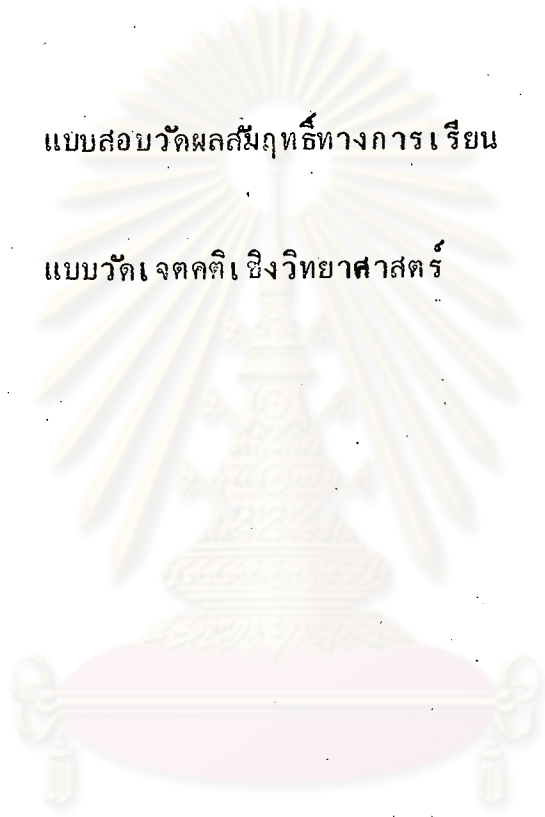


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 1 เรื่อง "การสะท้อนแสง" เวลา 50 นาที

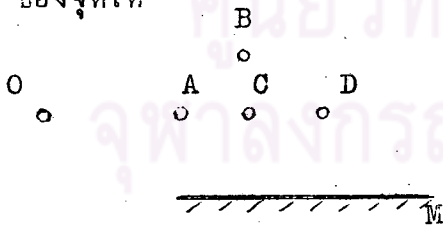
1. ในแผนภาพ มีวัตถุชิ้นหนึ่งวางอยู่หน้ากระจกเงาราบขนานหนึ่ง



ภาพในกระจกเงาราบขนานนี้ แทนด้วยแผนภาพในข้อเลือกใด

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.

2. ผู้สังเกตคนหนึ่งอยู่ที่จุด O มองดูกระจกเงาราบ ที่วางอยู่
 ๓. ตำแหน่งตั้งในแผนภาพ แล้วผู้สังเกตคนนั้น จะมองเห็นภาพของจุดใด



- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

3. ถ้าเลื่อนกระจกเงาราบเข้าหาวัตถุจากระยะ 15 เมตร มาที่ระยะ 5 เมตร ในเวลา 10 วินาที ภาพจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไร

- ก. 1 เมตร/วินาที
- ข. 2 เมตร/วินาที
- ค. 5 เมตร/วินาที
- ง. 10 เมตร/วินาที

4. ชายคนหนึ่งเดินเข้าหากระจกเงาราบบานใหญ่ด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที เขาจะเห็นภาพของเขาเดินเข้าหาด้วยความเร็วกี่เมตร/วินาที

- ก. 2
- ข. 4
- ค. 5
- ง. 8

5. ถ้าท่านต้องการทำให้เกิดภาพเสมือนที่มีขนาดเท่ากับวัตถุ ท่านจะเลือกใช้กระจกชนิดใด

- ก. กระจกเงาขนาน
- ข. กระจกเงาเว้า
- ค. กระจกเงาราบ
- ง. กระจกเงาชนิดใดก็ได้

6. โดยทั่วไปกระจกเงาชนิดใดที่มีความยาวโฟกัสมากที่สุด
- กระจกเงาแบน
 - กระจกเงาเว้า
 - กระจกเงาราบ
 - ขึ้นอยู่กับการออกแบบกระจก
7. ชายคนหนึ่งยืนอยู่หน้ากระจกเงาราบ ห่างจากกระจกเป็นระยะ A เมตร ถ้าเลื่อนกระจกห่างออกไปจากที่เดิม B เมตร ภาพของชายคนนั้นจะเลื่อนออกไปห่างจากตำแหน่งภาพเดิมเป็นระยะเท่าใด
- $B/2$ เมตร
 - $2B$ เมตร
 - B เมตร
 - $A + B$ เมตร
8. รัศมีสะท้อนครั้งสุดท้ายจากกระจกเงาราบสองบานซึ่งทำมุมฉากต่อกัน จะทำมุมเท่าไรกับรังสีตกกระทบครั้งแรก
- ขนานกัน
 - 60 องศา
 - 45 องศา
 - ตั้งฉากต่อกัน
9. เมื่อไรภาพที่เกิดจากกระจกเว้าไม่ต้องการฉากรับก็มองเห็นภาพได้
- วัตถุอยู่ห่างจากกระจกน้อยกว่าความยาวโฟกัส
 - วัตถุอยู่ระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้งกับจุดโฟกัส
 - วัตถุอยู่ที่จุดศูนย์กลางความโค้ง
 - วัตถุอยู่ห่างจากกระจกมากกว่ารัศมีความโค้ง
10. ขณะที่วัตถุตั้งอยู่ห่างจากกระจกเงาเว้าอย่างมากมาย เคลื่อนเข้าหาตำแหน่งโฟกัสของกระจกเงาเว้านี้ ภาพที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่อย่างไร
- จากตำแหน่งโฟกัสไปสู่อนันต์
 - จากอนันต์เข้าสู่ตำแหน่งโฟกัส
 - จากตำแหน่งโฟกัสเข้าหากระจกเว้า
 - จากกระจกเว้าเข้าสู่ตำแหน่งโฟกัส
11. จะต้องวัตถุห่างจากกระจกนูนเท่าไร ภาพที่เกิดจึงอยู่ห่างจากกระจกนูนเป็น $1/2$ เท่าของความยาวโฟกัส
- $1/2 f$
 - f
 - $3/2 f$
 - $2f$

12. ใช้กระจกเว้ามีรัศมีความโค้ง 80 เซนติเมตร รับแสงจากดาวดวงหนึ่ง จะได้ภาพห่างกระจกเท่าใด
- ก. 160 เซนติเมตร
ข. 80 เซนติเมตร
ค. 40 เซนติเมตร
ง. ไม่เกิดภาพ
13. ถ้าเลื่อนกระจกเงาราบเข้าหาวัตถุ ด้วยอัตราเร็ว V ภาพภายในกระจก จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าไร
- ก. $1/2 V$
ข. V
ค. $3/2 V$
ง. $2 V$
14. ถ้าให้แนวรังสีตกกระทบคงเดิม เมื่อเบนกระจกเงาระนาบไปจากแนวเดิม เป็นมุม θ แนวรังสีสะท้อนจะเบนไปจากเดิมเป็นมุมเท่าไร
- ก. $1/2 \theta$
ข. θ
ค. $3/2 \theta$
ง. 2θ
15. ชายคนหนึ่งสูง X เซนติเมตร ยืนหน้ากระจกเงาราบ ความสูงของกระจกที่พอดีชายคนนี้มองเห็นภาพตัวเองได้ตลอดทั้งตัวมีค่าเท่าไร
- ก. $1/2 X$
ข. X
ค. $3/2 X$
ง. $2 X$
16. กระจกนูนมีรัศมีความโค้ง 60 เซนติเมตร จงหาระยะวัตถุที่พอดีทำให้เกิดภาพหลังกระจกนูนห่างออกไป 20 เซนติเมตร
- ก. 20 เซนติเมตร
ข. 40 เซนติเมตร
ค. 60 เซนติเมตร
ง. 80 เซนติเมตร
17. จากใจหทัยข้อ 16 ถ้าวัดสูง 4 เซนติเมตรภาพที่เกิดขึ้นจะสูงเท่าไร
- ก. $1/2$ เซนติเมตร
ข. $5/4$ เซนติเมตร
ค. $4/3$ เซนติเมตร
ง. $3/2$ เซนติเมตร
18. จะต้องวางวัตถุห่างจากกระจกเว้าเท่าไร จึงให้ภาพจริงขยายเป็นสองเท่าของวัตถุ ถ้ารัศมีความโค้งของกระจกเป็น 6 เซนติเมตร
- ก. 3.5 เซนติเมตร
ข. 3.8 เซนติเมตร
ค. 4.3 เซนติเมตร
ง. 4.5 เซนติเมตร

19. จงหาความยาวโฟกัสของกระจกโค้ง
เมื่อวางวัตถุสูง 9 เซนติเมตร ไว้
หน้ากระจกทำให้เกิดภาพจริงสูง 3
เซนติเมตร โดยภาพเกิดห่างจาก
วัตถุ 20 เซนติเมตร

- ก. 7.5 เซนติเมตร
- ข. 9 เซนติเมตร
- ค. 10 เซนติเมตร
- ง. 12.5 เซนติเมตร

20. วัตถุสูง 3 เซนติเมตร วางห่างกระ-
จกเว้าที่มีความยาวโฟกัส 20 เซน-
ติเมตร เป็นระยะ 35 เซนติเมตร
จงหาขนาดของภาพ

- ก. 2 เซนติเมตร
- ข. 3 เซนติเมตร
- ค. 4 เซนติเมตร
- ง. 5 เซนติเมตร

21. วางวัตถุสูง 5 เซนติเมตร ไว้หน้า
กระจกโค้งเป็นระยะ 50 เซนติเมตร
ได้ภาพเสมือนขนาดสูง 3 เซนติเมตร
จงหาความยาวโฟกัสของกระจก

- ก. 55 เซนติเมตร
- ข. 60 เซนติเมตร
- ค. 70 เซนติเมตร
- ง. 75 เซนติเมตร

22. ดวงไฟดวงหนึ่งวางห่างจากจอ 160
เซนติเมตร จะต้องเอากระจกเว้า
วางที่ใดจึงจะเกิดภาพโตเป็น 3 เท่า
ของดวงไฟอยู่บนจอ

- ก. วางห่างวัตถุ 50 เซนติเมตร
- ข. วางห่างวัตถุ 60 เซนติเมตร
- ค. วางห่างวัตถุ 70 เซนติเมตร
- ง. วางห่างวัตถุ 80 เซนติเมตร

23. จากโจทย์ข้อ 22 กระจกมีควมยาว
โฟกัสเท่าไร

- ก. 50 เซนติเมตร
- ข. 60 เซนติเมตร
- ค. 70 เซนติเมตร
- ง. 80 เซนติเมตร

24. วัตถุสูง 4 เซนติเมตร วางหน้ากระจก
เงาราบห่าง 8 เซนติเมตร จะได้ภาพ
สูงเท่าไร

- ก. 0.5 เซนติเมตร
- ข. 2.0 เซนติเมตร
- ค. 4.0 เซนติเมตร
- ง. 8.0 เซนติเมตร

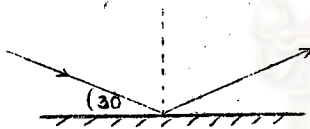
25. หันตแพทย์ถือกระจกเว้ารัศมีควม-
โค้ง 8 เซนติเมตร ห่างจากหน้าผ
เป็นระยะ 2 เซนติเมตร จงหา
กำลังขยายของภาพของหน้าผ

- ก. 2 เท่า
- ข. 2.5 เท่า
- ค. 3 เท่า
- ง. 3.5 เท่า

26. ภาพของวัตถุจริงที่เกิดจากกระจกเงาโค้งจะเป็นภาพจริงสูงครึ่งหนึ่งของวัตถุ เมื่อกระจกโค้งนั้นวางห่างจากวัตถุเป็นระยะห่างกึ่งเท่าของความยาวโฟกัส

- ก. 1 เท่า
- ข. 2 เท่า
- ค. 3 เท่า
- ง. 4 เท่า

27. ตามรูปนี้มุมสะท้อนเป็นกี่องศา



- ก. 30 องศา
- ข. 60 องศา
- ค. 90 องศา
- ง. 120 องศา

28. วัตถุหนึ่งวางอยู่หน้ากระจกเว้าทำให้เกิดภาพจริงมีขนาดขยายขึ้นเป็น 4 เท่าของวัตถุ เมื่อเลื่อนวัตถุใกล้กระจกเข้าไป 10 เซนติเมตรภาพที่ปรากฏจะขยายเป็น 4 เท่าของวัตถุอีก แต่เป็นภาพเสมือนจงหาทางยาวโฟกัสของกระจก

- ก. 10 เซนติเมตร
- ข. 20 เซนติเมตร
- ค. 30 เซนติเมตร
- ง. 40 เซนติเมตร

29. เมื่อส่องกระจกนูนจะเห็นอย่างไร

- ก. หน้าใหญ่หัวตั้งพอเข้าใกล้หน้าเล็กหัวตั้ง
- ข. หน้าเล็กหัวกลับพอเข้าใกล้หน้าใหญ่ขึ้นหัวตั้ง
- ค. หน้าใหญ่หัวกลับพอเข้าใกล้หน้าใหญ่ขึ้นหัวตั้ง
- ง. หน้าเล็กหัวตั้งพอเข้าใกล้หน้าใหญ่ขึ้นหัวตั้ง

แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 2 เรื่อง "การหักเหแสง" เวลา 50 นาที

1. คัชนีหักเหของแก้วเท่ากับ 1.5

หมายความว่า

- ก. ความเร็วแสงในอากาศมากกว่าในแก้ว
- ข. ความเร็วแสงในแก้วมากกว่าในอากาศ
- ค. ความเร็วแสงในสุญญากาศมากกว่าในแก้ว
- ง. ความเร็วแสงในแก้วมากกว่าในสุญญากาศ

2. ถ้าความเร็วแสงในสุญญากาศเท่ากับ 3×10^8 เมตร/วินาที และคัชนีหักเหของตัวกลางหนึ่งเท่ากับ 2 ความเร็วแสงในตัวกลางนั้นเท่ากับเท่าไร

- ก. 1.5×10^8 เมตร/วินาที
- ข. 1.5×10^8 เมตร/วินาที
- ค. 0.67×10^8 เมตร/วินาที
- ง. 0.67×10^8 เมตร/วินาที

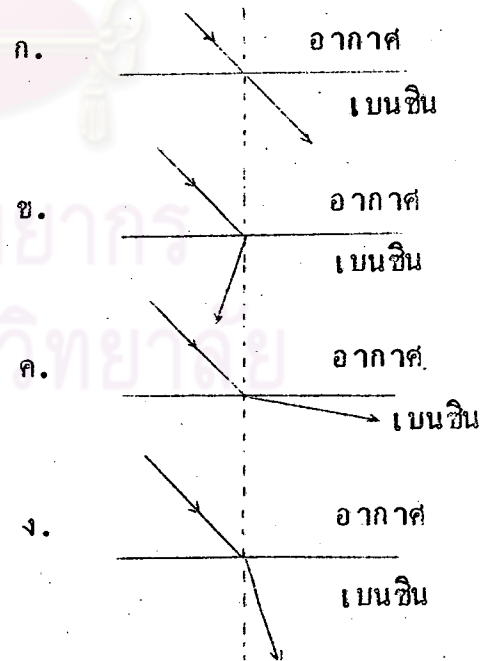
3. เมื่อแสงผ่านจากตัวกลางที่มีคัชนีหักเหสูงไปสู่ตัวกลางที่มีคัชนีหักเหต่ำกว่า รังสีแสงนั้นจะมีอัตราเร็วเป็นอย่างไร

- ก. ลดลง
- ข. เพิ่มขึ้น
- ค. ยังคงเท่าเดิม
- ง. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

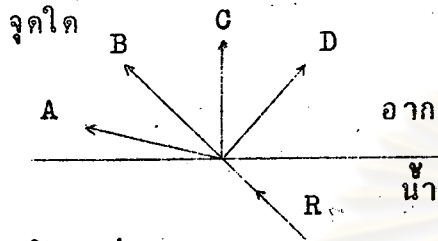
4. เมื่อแสงตกตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางสองชนิดจะเกิดปรากฏการณ์ใด

- ก. เปลี่ยนความเร็วและเกิดการหักเห
- ข. เปลี่ยนความเร็วแต่ไม่เกิดการหักเห
- ค. ไม่เปลี่ยนความเร็วแต่เกิดการหักเห
- ง. ไม่เปลี่ยนความเร็วและไม่เกิดการหักเห

5. แผนภาพใด แทนอุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นจากการที่รังสีของแสงแผ่จากอากาศผ่านเข้าไปในเบนซิน

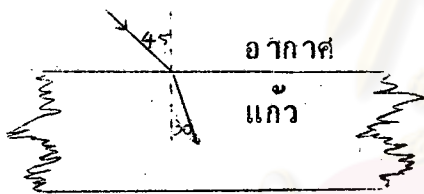


6. เมื่อแสงรังสีหนึ่ง (R) ตกกระทบบนพื้นผิวน้ำ - อากาศ ดังแผนภาพแล้ว รังสีหักเหในอากาศจะมีทิศทางผ่าน



- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

สำหรับคำถามข้อ 7 - 9 อาศัยข้อมูลต่อไปนี้



จากแผนภาพ รังสีหนึ่งของแสงสีเหลือง สีเดียว กำลังตกกระทบบนพื้นผิวของปริซึมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแท่งหนึ่ง โดยมีมุมตกกระทบบเท่ากับ 45 องศา ปริซึมนี้ทำด้วยแก้ว และมีมุมหักเหของรังสีดังกล่าวเท่ากับ 30 องศา

7. ถ้ารังสีแสงสีเหลืองนี้ผ่านทะลุปริซึมนี้ออกไปสู่อากาศอีก แล้วมุมหักเหของรังสีแสงดังกล่าวในอากาศมีค่าเท่าไร

- ก. เท่ากับ 45 องศา
- ข. น้อยกว่า 45 องศา
- ค. มากกว่า 50 องศา
- ง. ระหว่าง 45 องศา กับ 50 องศา

8. ถ้าใช้แสงสีแดง สีเขียว แทนแสงสีเหลือง สีเดียวแล้วมุมการหักเหในปริซึมแก้วจะเป็นอย่างไร

- ก. เท่ากับ 30 องศา
- ข. น้อยกว่า 30 องศา
- ค. มากกว่า 45 องศา
- ง. ระหว่าง 30 องศา กับ 45 องศา

9. ถ้าเพิ่มขนาดมุมตกกระทบบนเท่ากับ 50 องศา แล้วมุมหักเหในปริซึมแก้วจะมีขนาดเท่าไร

- ก. น้อยกว่า 30 องศา
- ข. เท่ากับ 30 องศา
- ค. ระหว่าง 30 องศา กับ 40 องศา
- ง. เท่ากับ 90 องศา

10. อุปติการณ์ใดไม่อาจเกิดขึ้นได้กับแสงสีเดียว

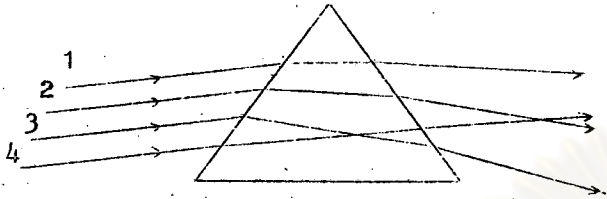
- ก. การหักเห
- ข. การสะท้อนกลับหมด
- ค. การดูดกลืน
- ง. การกระจาย

11. เมื่อให้แสงสีขาวผ่านตัวกลางสองชนิด แสงใดในสีขาวที่หักเหได้มากที่สุด

- ก. สีแดง
- ข. สีน้ำเงิน
- ค. สีเขียว
- ง. สีม่วง



สำหรับคำถามข้อ 12 - 13 อาศัยข้อมูล
ต่อไปนี้



แผนภาพนี้แสดงถึงเส้นทางการแผ่ของ
แสงสีเดียวจำนวน 4 สีที่กำลงแผ่เข้าไปใน
ปริซึมแก้ว โดยแสงสีเดียวทั้ง 4 นี้ ประกอบ
กันเป็นลำแสงขนาน

12. แก้วมีดัชนีหักเหมากที่สุด สำหรับแสง
สีใดในแสงสีเดียวทั้ง 4 นี้

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

13. เมื่อจัดเรียงแสงสีเดียวทั้ง 4 นี้ ตาม
ความเร็ว จากน้อยที่สุด จนถึงมากที่สุด
สุด ก็จะได้ลำดับของแสงสีเป็นอย่างไร

- ก. 1, 2, 3, 4
- ข. 3, 2, 1, 4
- ค. 4, 2, 3, 1
- ง. 2, 3, 1, 4

14. ถ้าแสงเคลื่อนที่จากวัตถุชนิดหนึ่งไปสู่
อากาศ ทำมุมตกกระทบ 60 องศา
ปรากฏว่ามุมหักเหเป็น 90 องศา

ดัชนีหักเหของวัตถุเป็นเท่าไร

- ก. 1.15
- ข. 1.46
- ค. 1.73
- ง. 2

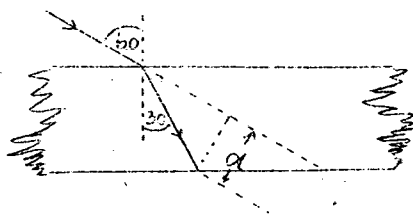
15. ถ้าอัตราเร็วของแสงในตัวกลางหนึ่ง
เป็น $\frac{2}{3}$ เท่าของอัตราเร็วแสงใน
อากาศ ตัวกลางนั้นจะมีดัชนีหักเห
เท่าไร

- ก. 0.66
- ข. 1.32
- ค. 1.50
- ง. 2.00

16. ถ้าดัชนีหักเหของน้ำมี $\frac{3}{2}$ ดัชนี
หักเหของแก้ว $\frac{5}{3}$ อัตราเร็วของ
แสงในแก้วและในน้ำมีเป็นเท่าไร

- ก. $\frac{5}{2}$
- ข. $\frac{10}{9}$
- ค. $\frac{9}{10}$
- ง. $\frac{2}{5}$

17. แท่งแก้วรูปสี่เหลี่ยมหน้า 4 เซนติ-
เมตร เมื่อให้แสงตกกระทบเป็นมุม
60 องศา ทิศทางของแสงเบนไป
เป็นมุม 30 องศา จากรูปจงหาระ-
ยะ d



- ก. 3 เซนติเมตร
 ข. 2.4 เซนติเมตร
 ค. 1.7 เซนติเมตร
 ง. 1.5 เซนติเมตร
18. จากข้อ 17 คำนีหักเหของแก้วมีค่าเท่าไร
 ก. 2
 ข. 1.7
 ค. 1.3
 ง. 1
19. n_B หมายความว่า
 ก. คำนีหักเหของ A มากกว่า B
 ข. คำนีหักเหของ B มากกว่า A
 ค. คำนีหักเหจาก A ไป B
 ง. คำนีหักเหจาก B ไป A
20. เมื่อทราบค่า n_k และ n_n จะได้
 ก. n_n เท่ากับเท่าไร
 ก. n_n / n_k
 ข. n_k / n_n
 ค. n_n / n_o / n_o / n_k
 ง. n_o / n_k / n_n / n_o

21. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนสะพานเห็นปลาตัวหนึ่งซึ่งอยู่ในน้ำลึก 3 เซนติเมตร ถ้าจะใช้จั่วแทงปลาตัวนี้ จะต้องพุ่งจั่วต่ำกว่าตำแหน่งที่เห็นเท่าไร จึงจะถูกตัวปลาพอดี
 ก. $1/3$ เซนติเมตร
 ข. $3/4$ เซนติเมตร
 ค. 1 เซนติเมตร
 ง. 3 เซนติเมตร
22. เมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์เว้าจะได้ภาพอย่างไร
 ก. ภาพเสมือนขนาดขยายหน้าเลนส์
 ข. ภาพเสมือนขนาดขยายหลังเลนส์
 ค. ภาพเสมือนขนาดลดหน้าเลนส์
 ง. ภาพเสมือนขนาดลดหลังเลนส์
23. ถ้าวัตถุอยู่ห่างเลนส์ 12 เซนติเมตร ได้ภาพบนฉากห่างเลนส์ 4 เซนติเมตร เลนส์อันนี้จะมีค่าความยาวโฟกัสเท่าไร
 ก. 2 เซนติเมตร
 ข. 3 เซนติเมตร
 ค. 4 เซนติเมตร
 ง. 6 เซนติเมตร
24. จากข้อ 23 ถ้าวัตถุสูง 6 เซนติเมตร ภาพสูงกี่เซนติเมตร

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 6

25. วัตถุอยู่ห่างเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัส 6 เมตร เป็นระยะ 7 เมตร ได้ภาพ ขนาดขยายกี่เท่า

ก. 1/6

ข. 1/2

ค. 2

ง. 6

26. วัตถุใกล้ฉากห่างกัน 15 เซนติเมตร จะต้องใช้เลนส์นูนวางห่างฉากเท่าไร จึงได้ภาพขนาดขยายสองเท่า

ก. 3 เซนติเมตร

ข. 5 เซนติเมตร

ค. 7 เซนติเมตร

ง. 10 เซนติเมตร

27. ขณะที่วัตถุเข้าใกล้เลนส์นูน ขนาดของ ภาพจริงของวัตถุนั้นเป็นอย่างไร

ก. ลดลง

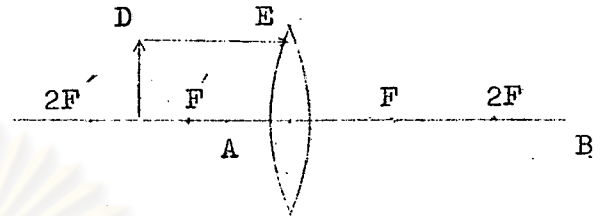
ข. เพิ่มขึ้น

ค. ยังเท่าเดิม

ง. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

สำหรับคำถามข้อ 28 - 31 อาศัยข้อมูล

ต่อไปนี้



แผนภาพนี้ แสดงถึงเลนส์นูนหนึ่งที่มีความยาวโฟกัส 2 เมตร จุดโฟกัสमुखสำคัญอยู่ที่ F ส่วนจุด 2F, A และ B เป็นจุดอื่นๆบนแกนमुखสำคัญ

28. รั้ง DE จะตัดแกนमुखสำคัญได้มากที่สุด ณ จุดใด

ก. A

ข. B

ค. F

ง. 2F

29. ระยะทางระหว่างเลนส์และภาพ มีค่าเท่าใด

ก. 4 เมตร

ข. มากกว่า 4 เมตร

ค. ระหว่าง 0 - 2 เมตร

ง. ระหว่าง 2 - 4 เมตร

30. ขณะเคลื่อนวัตถุจาก F เข้าหา
ตัวเลนส์ ระยะภาพจะเป็นอย่างไร

- ก. ลดลง
- ข. เพิ่มขึ้น
- ค. ยังคงเท่าเดิม
- ง. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

31. ขณะเคลื่อนวัตถุจาก $2F$ ไปยัง F
ขนาดภาพจะเป็นอย่างไร

- ก. ลดลง
- ข. เพิ่มขึ้น
- ค. ยังคงเท่าเดิม
- ง. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 3 สรุปบทเรียนเรื่อง " การสะท้อนและการหักเหของแสง "

เวลา 80 นาที

- รังสีแสงจากดวงอาทิตย์มายังโลก มีลักษณะลำแสงคล้ายกับลำแสงที่ผ่านเลนส์ชนิดใด
 - เลนส์นูนแกมเว้า
 - เลนส์นูนแกมระนาบ
 - เลนส์เว้าแกมนูน
 - เลนส์เว้าแกมระนาบ
- ผู้สังเกตคนหนึ่งอยู่ที่จุด O มองดูกระจกเงาราบ M ที่วางอยู่ ณ. ตำแหน่งดังในแผนภาพ แล้วผู้สังเกตคนนี้จะมองเห็นภาพของจุดใด

 - A
 - B
 - C
 - D
- ถ้าเลื่อนกระจกเงาระนาบเข้าหาวัตถุ จากระยะ 15 เมตร มาที่ระยะ 5 เมตร ในเวลา 10 วินาที ภาพจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไร
 - 1 เมตร/วินาที
 - 2 เมตร/วินาที
 - 5 เมตร/วินาที
 - 10 เมตร/วินาที
- ชายคนหนึ่ง เดินเข้าหากระจกเงาราบบานใหญ่ด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที เขาจะเห็นภาพของเขาเดินเข้าหาด้วยความเร็วกี่เมตร/วินาที
 - 2
 - 4
 - 5
 - 8
- ถ้าท่านต้องการทำให้เกิดภาพเสมือนที่มีขนาดเท่ากับวัตถุ ท่านจะเลือกใช้กระจกชนิดใด
 - กระจกเงานูน
 - กระจกเงาเว้า
 - กระจกเงาราบ
 - กระจกเงาชนิดใดก็ได้
- โดยทั่วไปกระจกเงาชนิดใดที่มีความยาวโฟกัสมากที่สุด
 - กระจกเงานูน
 - กระจกเงาเว้า
 - กระจกเงาราบ
 - ขึ้นอยู่กับการออกแบบกระจก
- ชายคนหนึ่งยืนอยู่หน้ากระจกเงาราบ ห่างจากกระจกเป็นระยะ A เมตร ถ้าเลื่อนกระจกห่างออกไปจากที่เดิม B เมตร ภาพของชายคนนี้จะเคลื่อน
 - 1 เมตร/วินาที
 - 2 เมตร/วินาที
 - 5 เมตร/วินาที
 - 10 เมตร/วินาที

ออกไปห่างจากตำแหน่งภาพเดิม
เป็นระยะเท่าใด

- ก. $B/2$ เมตร
- ข. $2B$ เมตร
- ค. B เมตร
- ง. $A + B$ เมตร

8. รั้งสี่สะท้อนครั้งสุดท้ายจากกระจกเงา
ราบสองบาน ซึ่งทำมุมฉากต่อกันจะทำ
มุมเท่าไรกับรั้งสี่ตกกระทบครั้งแรก

- ก. ขนานกัน
- ข. 60 องศา
- ค. 45 องศา
- ง. ตั้งฉากต่อกัน

9. เมื่อไรภาพที่เกิดจากกระจกเงา
ไม่ต้องใช้ฉากรับก็มองเห็นภาพได้

- ก. วัตถุอยู่ห่างจากกระจกน้อยกว่า
ความยาวโฟกัส
- ข. วัตถุอยู่ระหว่างจุดศูนย์กลาง
ความโค้งกับจุดโฟกัส
- ค. วัตถุอยู่ที่จุดศูนย์กลางความโค้ง
- ง. วัตถุอยู่ห่างจากกระจกมากกว่า
รัศมีมีความโค้ง

10. กระจกนูนที่มีความยาวโฟกัสน้อย ๆ
มีผลเสียอย่างไร

- ก. ทำให้เกิดภาพไกลเกินไป
- ข. ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นไม่ชัดเจน
- ค. ต้องใช้ฉากรับภาพ
- ง. ทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับ

11. ขณะที่วัตถุซึ่งอยู่ห่างจากกระจกเงา
เว้าอย่างมากมาย เคลื่อนเข้าหา
ตำแหน่งโฟกัสของกระจกเงาเว้า
นี้ ภาพที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่อย่างไร

- ก. จากตำแหน่งโฟกัสไปสู่อินฟินิตี
- ข. จากอนินิตีเข้าสู่ตำแหน่งโฟกัส
- ค. จากตำแหน่งโฟกัสเข้าหา
กระจกเงา
- ง. จากกระจกเงาเข้าสู่ตำแหน่ง
โฟกัส

12. จะต้องวางวัตถุห่างจากกระจกนูน
เท่าไร ภาพที่เกิดขึ้นอยู่ห่างจาก
เป็น $1/2$ เท่าของความยาวโฟกัส

- ก. $1/2 f$
- ข. f
- ค. $3/2 f$
- ง. $2f$

13. ใช้กระจกเงามีรัศมีมีความโค้ง 80
เซนติเมตร รับแสงจากดาวดวง
หนึ่ง จะได้ภาพห่างจากกระจกเท่าไร

- ก. 160 เซนติเมตร
 ข. 80 เซนติเมตร
 ค. 40 เซนติเมตร
 ง. ไม่เกิดภาพ
14. ถ้าให้รังสีตกกระทบคงเดิม เมื่อเบนกระจกเงารายไปจากแนวเดิมเป็นมุม θ แนวรังสีสะท้อนจะเบนไปจากเดิมเป็นมุมเท่าไร
 ก. $1/2 \theta$
 ข. θ
 ค. $3/2 \theta$
 ง. 2θ
15. ชายคนหนึ่งสูง X เซนติเมตร ยืนหน้ากระจกเงาราย ความสูงของกระจกที่พอดีชายคนนี้มองเห็นภาพตัวเองได้ทั้งตัวมีค่าเท่าไร
 ก. $1/2 X$
 ข. X
 ค. $3/2 X$
 ง. $2 X$
16. กระจกนูนมีรัศมีความโค้ง 60 เซนติเมตร จงหาระยะวัตถุที่พอดีทำให้เกิดภาพหลังกระจกนูนห่างออกไป 20 เซนติเมตร
 ก. 20 เซนติเมตร
 ข. 40 เซนติเมตร
 ค. 60 เซนติเมตร
 ง. 80 เซนติเมตร
17. จะต้องวางวัตถุห่างจากกระจกเงาเท่าไร จึงให้ภาพจริงขนาดเป็น 2 เท่าของวัตถุ ถ้ารัศมีความโค้งของกระจกเป็น 6 เซนติเมตร
 ก. 3.5 เซนติเมตร
 ข. 3.8 เซนติเมตร
 ค. 4.3 เซนติเมตร
 ง. 4.5 เซนติเมตร
18. จงหาความยาวโฟกัสของกระจกโค้ง เมื่อวางวัตถุสูง 9 เซนติเมตร ไว้หน้ากระจกทำให้เกิดภาพจริงสูง 30 เซนติเมตร โดยภาพเกิดห่างวัตถุ 20 เซนติเมตร
 ก. 7.5 เซนติเมตร
 ข. 9 เซนติเมตร
 ค. 10 เซนติเมตร
 ง. 12.5 เซนติเมตร
19. ดวงจันทร์มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3456 กิโลเมตร จงคำนวณขนาดของภาพของดวงจันทร์ที่เกิดจากกระจกเงาซึ่งมีรัศมีความโค้ง 3 เมตร

เมื่อระยะระหว่างโลกกับดวงจันทร์
เป็น 353600 กิโลเมตร

- ก. 1.5 มิลลิเมตร
- ข. 0.5 มิลลิเมตร
- ค. 0.1 มิลลิเมตร
- ง. 0.01 มิลลิเมตร

20. ทัศนแพทย์ถือกระจกเว้ารัศมีมีความ
โค้ง 8 เซนติเมตร ห่างจากพื้นผิ
เป็นระยะ 2 เซนติเมตร จงหา
กำลังขยายของภาพของพื้นผิ

- ก. 2 เท่า
- ข. 2.5 เท่า
- ค. 3 เท่า
- ง. 3.5 เท่า

21. ภาพบนวัตถุจริงที่เกิดจากกระจก
เว้าโค้งจะเป็นภาพจริงสูงครึ่ง
หนึ่งของวัตถุ เมื่อกระจกโค้งนั้น
วางห่างจากวัตถุเป็นระยะทาง
กึ่งเท่าของความยาวโฟกัส

- ก. f
- ข. $2f$
- ค. $3f$
- ง. $4f$

22. วัตถุอันหนึ่งวางอยู่หน้ากระจกเว้า
ทำให้เกิดภาพจริงมีขนาดขยายขึ้น
เป็น 4 เท่าของวัตถุเมื่อเลื่อนวัตถุ

ใกล้กระจกเข้าไป 10 เซนติเมตร
ภาพที่ปรากฏจะขยายเป็น 4 เท่า
ของวัตถุอีกแต่เป็นภาพเสมือน จงหา
ความยาวโฟกัสของกระจก

- ก. 10 เซนติเมตร
- ข. 20 เซนติเมตร
- ค. 30 เซนติเมตร
- ง. 40 เซนติเมตร

23. เมื่อส่องกระจกนูนจะเห็นภาพอย่างไร

- ก. หน้าใหญ่หัวตั้ง พอเข้าใกล้
หน้าเล็กหัวตั้ง
- ข. หน้าเล็กหัวกลับ พอเข้าใกล้
หน้าใหญ่ขึ้นหัวตั้ง
- ค. หน้าใหญ่หัวกลับ พอเข้าใกล้
หน้าใหญ่ขึ้นหัวตั้ง
- ง. หน้าเล็กหัวตั้ง พอเข้าใกล้
หน้าใหญ่ขึ้นหัวตั้ง

24. แสงรังสีหนึ่งแผ่จากศูนย์กลางเข้า

ไปในตัวกลาง A โดยมีมุมตกกระทบ
เท่ากับ 60 องศา ปรากฏว่ามุม
หักเหเท่ากับ 30 องศา ดังนั้นดัชนี
หักเหของตัวกลาง A เท่ากับเท่าใด

($\sin 30^\circ = 0.50$ และ $\sin 60^\circ = 0.87$)

- ก. 60/30
- ข. 30/60
- ค. 0.87/0.50
- ง. 0.50/0.87

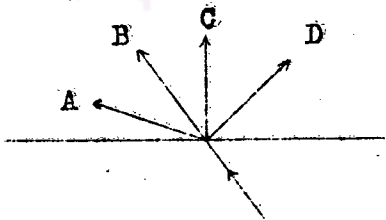
25. เมื่อแสงผ่านจากแก้วควรราน์เข้าไปในแก้วฟลินด์ อัตราเร็วของแสงจะเป็นอย่างไร (กำหนดให้ดัชนีหักเหของแก้วควรราน์เท่ากับ 1.52 และแก้วฟลินด์เท่ากับ 1.61)

- ก. ลดลง
- ข. เพิ่มขึ้น
- ค. ยังคงเท่าเดิม
- ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ

26. ดัชนีหักเหของโพลียเอธิลีนเท่ากับ 1.50 ดังนั้นอัตราเร็วของแสงในโพลียเอธิลีนมีค่าเท่ากับเท่าไร

- ก. 7.5×10^7 เมตร/วินาที
- ข. 1.5×10^8 เมตร/วินาที
- ค. 2.0×10^8 เมตร/วินาที
- ง. 2.5×10^8 เมตร/วินาที

27. รังสีแสงฉายจากตัวกลางเนื้อแน่นไปยังตัวกลางเนื้อบาง เมื่อกระทบผิวรอยต่อแล้วแสงจะเดินทางตามแนวใด

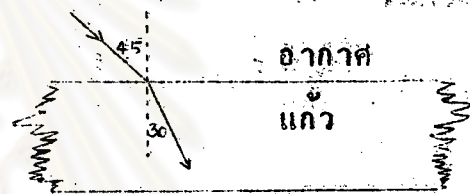


- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

28. อุบัติการณ์ใดไม่สามารถเกิดขึ้นได้กับแสงสีเดียว

- ก. การหักเห
- ข. การสะท้อนกลับหมด
- ค. การดูดกลืน
- ง. การกระจาย

สำหรับข้อ 29 - 30 อาศัยข้อมูลต่อไปนี้



จากแผนภาพ รังสีหนึ่งของแสงสีเหลืองสีเดียว กำลังตกกระทบกับพื้นผิวของปริซึมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแท่งหนึ่ง โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับ 45 องศา ปริซึมนี้ทำด้วยแก้ว และมีมุมหักเหของรังสีดังกล่าวเท่ากับ 30 องศา

29. ถ้ารังสีแสงสีเหลืองนี้แผ่ผ่านทะลุปริซึมแก้วออกไปสู่อากาศอีก แล้วมุมหักเหของรังสีแสงดังกล่าวในอากาศมีค่าเท่าไร

- ก. เท่ากับ 45 องศา
- ข. น้อยกว่า 45 องศา
- ค. มากกว่า 50 องศา
- ง. ระหว่าง 45 กับ 50 องศา

30. ถ้าใช้แสงสีแดงสีเดียวแทนแสงสีเหลืองสีเดียว แล้วมุมหักเหในปริซึมแก้วจะเป็นอย่างไร

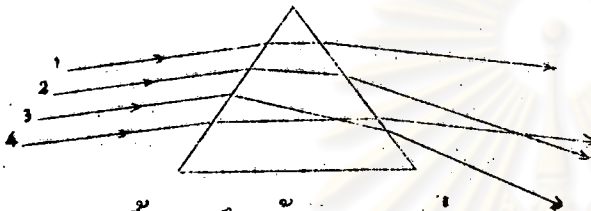
ก. เท่ากับ 30 องศา

ข. น้อยกว่า 30 องศา

ค. มากกว่า 45 องศา

ง. ระหว่าง 30 องศา กับ 45 องศา

สำหรับคำถามข้อ 31 - 32 อาศัยข้อมูลต่อไปนี้



แผนภาพนี้แสดงถึงเส้นทางการแผ่ของแสงสีเดียว 4 สีที่กำลังแผ่เข้าไปในปริซึมแก้ว โดยแสงสีเดียวทั้ง 4 นี้ ประกอบกันเป็นลำแสงขนาน

31. ปริซึมแก้วมีดัชนีหักเหมากที่สุดสำหรับแสงสีใดในแสงสีเดียวทั้ง 4 นี้

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

32. เมื่อจัดเรียงแสงสีเดียวทั้ง 4 นี้ตามความเร็ว จากน้อยที่สุดถึงมากที่สุดก็จะได้ลำดับของแสงสีเป็นอย่างไร

ก. 1, 2, 3, 4

ข. 3, 2, 1, 4

ค. 4, 3, 2, 1

ง. 2, 3, 1, 4

33. ดัชนีหักเหของน้ำมีค่า 1.33 และดัชนีหักเหของแก้ว 1.53 มุมวิกฤตระหว่างแก้วกับน้ำเป็นเท่าไร ($\sin 50^\circ = 0.766$, $\sin 60^\circ = 0.866$, $\sin 70^\circ = 0.94$ และ $\sin 80^\circ = 0.985$)

ก. 50 องศา

ข. 60 องศา

ค. 70 องศา

ง. 80 องศา

34. เมื่อให้แสงสีขาวผ่านตัวกลางสองชนิด แสงสีใดในสีขาวที่หักเหได้มากที่สุด

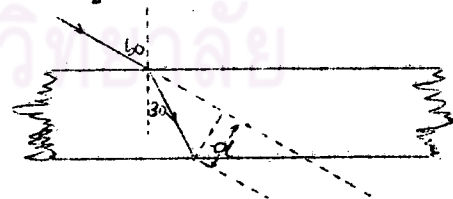
ก. สีแดง

ข. สีน้ำเงิน

ค. สีเขียว

ง. สีม่วง

35. แท่งแก้วรูปสี่เหลี่ยมหนา 4 เซนติเมตร เมื่อให้แสงตกกระทบเป็นมุม 60 องศา ทิศทางของแสงเบนไปเป็นมุม 30 องศา จากรูปจงหาค่า d



ก. 3 เซนติเมตร

ข. 2.4 เซนติเมตร

ค. 1.7 เซนติเมตร

ง. 1.5 เซนติเมตร

36. เมื่อแสงตกตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางสองชนิด จะเกิดปรากฏการณ์ใด

- ก. เปลี่ยนความเร็วและเกิดการหักเห
- ข. เปลี่ยนความเร็วแต่ไม่เกิดการหักเห
- ค. ไม่เปลี่ยนความเร็วแต่ไม่เกิดการหักเห
- ง. ไม่เปลี่ยนความเร็วและไม่เกิดการหักเห

37. เมื่อให้แสงสีต่าง ๆ ตกกระทบผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางเอียงเป็นมุมกับนิจระนาบเท่ากัน ผลจะเป็นอย่างไร

- ก. เปลี่ยนความเร็วเท่ากัน เกิดการหักเหเหมือนกัน
- ข. เปลี่ยนความเร็วเท่ากัน เกิดการหักเหไม่เหมือนกัน
- ค. เปลี่ยนความเร็วไม่เท่ากัน เกิดการหักเหเหมือนกัน
- ง. เปลี่ยนความเร็วไม่เท่ากัน เกิดการหักเหไม่เหมือนกัน

38. คัมพิกของแก้วหมายถึง

- ก. $\sin i$ ในอากาศ / $\sin r$ ในแก้ว
- ข. $\sin i$ ในแก้ว / $\sin r$ ในอากาศ
- ค. $\sin i$ ในสุญญากาศ / $\sin r$ ในแก้ว
- ง. $\sin i$ ในแก้ว / $\sin r$ ในสุญญากาศ

39. ถ้าเอาแท่งแก้วสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ด้านยาวด้านละ 2 เซนติเมตรวางทับกระดาษจะมองเห็นตัวหนังสือที่กระดาษห่างจากผิวบนของแก้วเท่าไร (กำหนดให้ $n_{\text{แก้ว}}$ เท่ากับ $3/2$)

- ก. $1/3$ เซนติเมตร
- ข. $3/4$ เซนติเมตร
- ค. $4/3$ เซนติเมตร
- ง. 3 เซนติเมตร

40. นักดำน้ำหนึ่งเกาะอยู่บนกิ่งไม้ ซึ่งอยู่สูงจากผิวน้ำ 9 เซนติเมตร ถ้าดำลงไปใต้น้ำซึ่งใสมากจะมองเห็นนักโดดออกไปจากเดิมเท่าไร

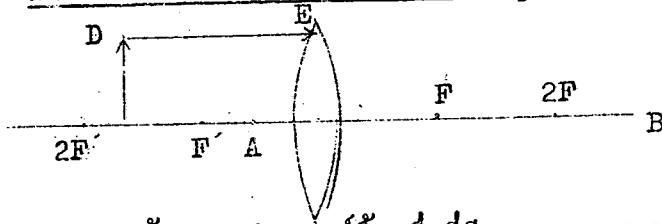
(กำหนดให้ $n_{\text{น้ำ}}$ เท่ากับ $3/4$)

- ก. 1 เซนติเมตร
- ข. $4/3$ เซนติเมตร
- ค. 2 เซนติเมตร
- ง. 3 เซนติเมตร

41. เมื่อเอาเงินเหรียญใส่ไว้ก้นกระบอกล โดยห่างจากตา 30 เซนติเมตร ถ้าเทน้ำลงไปในกระบอกลให้สูง 16 เซนติเมตร จะเห็นเงินเหรียญห่างจากตาเท่าไร (กำหนดให้ $n_{\text{น้ำ}}$ เท่ากับ $4/3$)

- ก. 12.0 เซนติเมตร
 ข. 22.5 เซนติเมตร
 ค. 26.0 เซนติเมตร
 ง. 34.5 เซนติเมตร
42. น้ำมีดัชนีหักเห 1.33 ลำแสงส่องจากใต้น้ำทำมุมกับผิวน้ำ 30 องศา เมื่อกระทบกับผิวน้ำแล้วจะเคลื่อนที่อย่างไร
- ก. หักเหสู่อากาศเป็นมุม 60 องศา
 ข. เกิดการกระจายเป็นสีต่าง ๆ เจ็ดสี
 ค. เกิดการสะท้อนกลับหมด
 ง. เกิดมุมหักเหโตเท่ากับ 90° หอติ
43. เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์เว้า จะได้ภาพอย่างไร
- ก. ภาพเสมือนขนาดขยายหน้าเลนส์
 ข. ภาพเสมือนขนาดขยายหลังเลนส์
 ค. ภาพเสมือนขนาดลดหน้าเลนส์
 ง. ภาพเสมือนขนาดลดหลังเลนส์
44. วัตถุอยู่ด้านขวาของเลนส์นูน 4 เซนติเมตร ถ้าเลนส์มีความยาวโฟกัส 2 เซนติเมตร จะได้ภาพที่ใด
- ก. 1.33 เซนติเมตรด้านซ้ายเลนส์
 ข. 1.33 เซนติเมตรด้านขวาเลนส์
 ค. 4.0 เซนติเมตรด้านซ้ายเลนส์
 ง. 4.0 เซนติเมตรด้านขวาเลนส์
45. วางวัตถุห่างจาก 3 เมตร วางเลนส์นูนระหว่างวัตถุกับฉากได้ภาพขนาดขยาย 2 เท่า เลนส์มีความยาวโฟกัสกี่เมตร
- ก. $1/3$
 ข. $2/3$
 ค. 1
 ง. 2
46. คนสายตาวามองเห็นวัตถุได้ชัดที่ระยะ 120 เซนติเมตร ถ้าต้องการมองวัตถุที่ระยะ 30 เซนติเมตร ให้เห็นชัดเจนน้องใช้เลนส์ความยาวโฟกัสเท่าไร ทำแว่น
- ก. 20 เซนติเมตร
 ข. 24 เซนติเมตร
 ค. 30 เซนติเมตร
 ง. 40 เซนติเมตร
47. ต้องวางวัตถุห่างจากเลนส์นูนเท่าไร จึงได้ภาพเสมือนเป็น 2 เท่าของวัตถุ
- ก. $1/2 f$
 ข. f
 ค. $3/2 f$
 ง. $2 f$

สำหรับคำถามข้อ 48 - 49 อาศัยข้อมูลต่อไปนี้



แผนภาพนี้ แสดงถึงเลนส์นูนหนึ่งที่มีความยาว

โฟกัส 2 เมตร จุดโฟกัสสำคัญอยู่ที่จุด F ส่วนจุด 2F, A และ B เป็นจุดอื่น ๆ บน แกนमुखสำคัญ

48. รั้ว DE จะตัดแกนमुखสำคัญได้มาก ที่สุด ณ.. จุดใด

- ก. A
- ข. B
- ค. F
- ง. 2F

49. ขณะเคลื่อนวัตถุจากจุด F' เข้าหาตัวเลนส์ ระยะภาพจะเป็นอย่างไร

- ก. ลดลง
- ข. เพิ่มขึ้น
- ค. ยังคงเท่าเดิม
- ง. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

50. เพื่อนำเลนส์นูนหลายชิ้นมาใช้งานร่วมกันเป็นแว่นขยาย เพื่อให้เกิดการขยายมากที่สุด สิ่งหนึ่งที่เราต้องกระทำ ก็คือ เราต้องเลือกเลนส์อย่างไร

- ก. เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้นที่สุด
- ข. เลนส์ที่มีระยะโฟกัสยาวที่สุด
- ค. เลนส์ที่มีบริเวณตรงกลางบางที่สุด
- ง. เลนส์ที่มีเส้นศูนย์กลางกว้างที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่รัก

ต่อไปนี้เป็นข้อคำถามที่ต้องการถามความรู้สึกและความคิดเห็นของท่าน โดยจะมีข้อความให้อ่านพิจารณาว่า ท่านมีลักษณะนิสัย ความรู้ หรือ เคยประพฤติปฏิบัติกับข้อเท็จจริงในข้อความหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงไม่มีคำตอบถูกหรือผิด ขอความกรุณาตอบแบบสอบถามนี้ตามความรู้สึกที่แท้จริงของท่าน ข้อมูลที่ได้มานี้จะถือเป็นความลับ คำตอบของท่านจะไม่มีผลกระทบต่อท่านในทางใดๆทั้งสิ้น

ในข้อหนึ่งๆ จะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 5 ช่อง โปรดอ่านข้อความในแต่ละข้อ เมื่อเห็นว่าควรจะตอบในช่องใด ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องนั้นตามลักษณะ เป็นจริง ของท่าน

ตัวอย่าง

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0 ข้าพเจ้าชอบเลี้ยงสัตว์ เพื่อ ดูความเจริญเติบโตของมัน		✓			
00 คนหูยานมักจะอายุยืน				✓	

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ทูทอย่างที่เกิดขึ้นย่อมมีเหตุ
2. การบรรยายทางวิชาการเป็น สิ่งที่น่าเบื่อ
3. ในการอภิปรายข้อค้นพบทาง วิทยาศาสตร์เมื่อมีผู้คัดค้าน ข้อค้นพบของข้าพเจ้า ข้าพเจ้า จะไม่สนใจต่อคำคัดค้านนั้น
4. เวทย์มนต์คาถาช่วยรักษาโรค ภัยไข้เจ็บได้
5. การบันทึกผลการทดลอง ข้าพเจ้าจะโน้มเอียงตามความ รู้สึกส่วนตัวและความใกล้ชิดเพียง กับทฤษฎีมากกว่าจะบันทึกตาม สิ่งที่เกิดขึ้นจริงๆ
6. ในกรณีที่ข้าพเจ้ามีข้อสงสัย แล้วสอบถามอาจารย์สองคน ปรากฏว่าอาจารย์ให้คำตอบ ไม่ตรงกัน ข้าพเจ้าจะเชื่อ อาจารย์ที่มีความสนิทสนมกับ ข้าพเจ้ามากกว่า
7. ความรู้ต่างๆทางวิทยาศาสตร์ ย่อมถูกต้องเสมอ

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
8. ข้าพเจ้าจะเลือกอ่านหนังสือ ในหัวข้อแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ ยังไม่เคยทราบมาก่อน
9. ในการเล่นเกมส์แข่งขันกับ เพื่อนถ้ากรรมการทุกคนตัดสิน ให้ข้าพเจ้าแพ้ แม้ข้าพเจ้าคิดว่า ว่าข้าพเจ้าชนะ ข้าพเจ้าก็จะ ยอมแพ้โดยดี
10. ถ้าคนไปเขียนนอกดอก แสดงว่าเจ้าของจะประสพ โชคร้าย
11. นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรค้นคว้า เรื่องระเบิดปรมาณู เพราะ เป็นอันตรายทำให้คนตายมาก ในสงครามโลกครั้งที่ 2 และ จะอันตรายมากขึ้นถ้าเกิดสง- ครามโลกครั้งที่ 3
12. ไม่จำเป็นต้องมีการทดลอง เพื่อยืนยันกฎ หลัก ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์
13. ความพอใจย่อมอยู่เหนือ เหตุผล

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
14. ข้าพเจ้าชอบถามปัญหาต่าง ๆ ในที่ประชุมหรือในชั้นเรียน เสมอ ๆ					
15. ความคิดเห็นที่มีเหตุผลของคน อื่น ๆ แม้จะขัดกับความรู้สึก ของเรา เราก็ควรจะรับฟัง					
16. ในการประกอบพิธีมงคลต่าง ๆ ควรจะหาฤกษ์ยามให้ดีเสียก่อน					
17. ข้าพเจ้าจะสนับสนุนความคิด เห็นของเพื่อนข้าพเจ้าในที่ ประชุมเสมอ แม้ว่าความคิด เห็นนั้นจะสู้ของคนอื่นไม่ได้ ก็ตาม					
18. ชายคนหนึ่งสูบบุหรี่จัด เขาจะ ต้องเป็นโรคมะเร็งในปอด อย่างแน่นอน					
19. คนบางคนสามารถสาบแช่งผู้ อื่น ให้ประสบเคราะห์กรรม ได้ตามปากว่า					
20. ข้าพเจ้าชอบอ่านเรื่องราว เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					

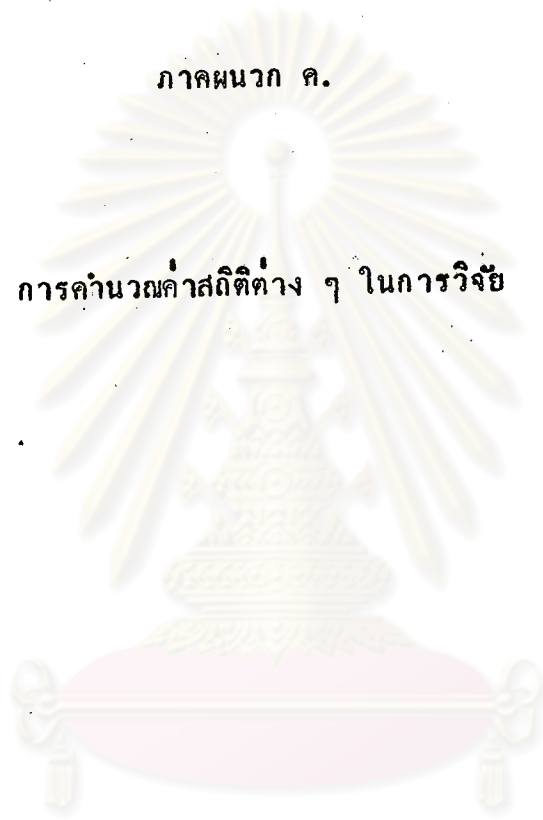
ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
21. หากงานของข้าพเจ้าถูกคนอื่น วิพากษ์วิจารณ์ ข้าพเจ้ามักจะ ไม่พอใจ					
22. ถ้าจักรรองหักในขณะที่ข้าพเจ้า กำลังจะออกจากบ้าน ข้าพเจ้า คิดว่าอาจจะเกิดเหตุร้ายขึ้นได้					
23. ข้าพเจ้าคิดว่าการทุจริตในการ สอบเป็นสิ่งที่ไม่ควรกระทำ					
24. ในการทดลองเรื่องใด ๆ ก็ ตาม ข้าพเจ้าชอบทดลองหลาย ครั้ง คิดว่าดีกว่าทดลองเพียง ครั้งเดียว					
25. ความเชื่อเก่า ๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับ กันมานานแล้วย่อมถูกต้อง เสมอ					
26. ข้าพเจ้าไม่สนใจสิ่งต่าง ๆ ภายในโรงเรียนนอกเสียจาก ว่า อาจารย์สั่งให้ไปสังเกต					
27. คนที่พกเครื่องรางของขลัง คิดว่าจะรอดพ้นจากอันตราย ทั้งปวง					

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
28. เวลาขอยืมหนังสือจากห้องสมุด มาอ่าน ข้าพเจ้าจะรีบอ่านแล้ว นำส่งคืนตามกำหนดเวลา
29. การเกิดดาวหางมีใช้กลางบอ เหตุเพราะดาวหางเป็นเพียง เทหวัตถุบนฟากฟ้าเช่นเดียวกับ ดาวอื่น ๆ
30. ข้าพเจ้าชอบอ่านหนังสือพิมพ์ หลาย ๆ ฉบับเพื่อหาข้อสรุป ในแต่ละเรื่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

การคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ ในการวิจัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์เลือกกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 10 คะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 วิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ของกุ่มทดลองและกุ่มควบคุม

กุ่มทดลอง				กุ่มควบคุม			
คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²	คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²
89	1	89	7921	74	1	74	5476
81	1	81	6561	73	1	73	5329
80	1	80	6400	71	1	71	5041
78	1	78	6084	70	1	70	4900
77	1	77	5929	67	2	134	8978
73	1	73	5329	65	1	65	4225
70	1	70	4900	64	2	128	8192
68	1	68	4624	61	1	61	3721
64	3	192	12288	59	3	177	10443
63	1	63	3969	57	5	285	16245
60	2	120	7200	56	1	56	3136
58	1	58	3364	55	1	55	3025
56	1	56	3136	53	2	106	5618
55	3	165	9075	52	1	52	2704
53	3	159	8427	51	2	102	5202
52	2	104	5408	50	1	50	2500

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²	คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²
51	3	153	7803	48	1	48	2304
50	1	50	2500	47	1	47	2209
49	1	49	2401	46	2	92	4232
48	1	48	2304	45	2	90	4050
44	1	44	1936	44	1	44	1936
43	2	86	3698	42	1	42	1764
40	1	40	1600	41	2	82	3362
39	2	78	3042	40	1	40	1600
38	1	38	1444	38	1	38	1444
37	2	74	2738	37	1	37	1369
34	1	34	1156	35	1	35	1225
	40	2227	131237		40	2154	120230

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\begin{aligned} \text{น. 4/3} \quad \bar{x}_1 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{2227}{40} = 55.675 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_1 &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[\frac{\sum fx}{N} \right]^2} \\ &= \sqrt{\frac{131237}{40} - \left[\frac{2227}{40} \right]^2} \\ &= \sqrt{3280.925 - 3099.7056} \\ &= \sqrt{181.22} \\ &= 13.46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น. 4/4} \quad \bar{x}_2 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{2154}{40} = 53.85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_2 &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[\frac{\sum fx}{N} \right]^2} \\ &= \sqrt{\frac{120230}{40} - \left[\frac{2154}{40} \right]^2} \\ &= \sqrt{3005.75 - 2899.8225} \\ &= \sqrt{105.9275} \\ &= 10.292 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(s_1^2 + s_2^2)}{2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \\
 &= \frac{55.675 - 53.85}{\sqrt{\frac{181.22}{40} + \frac{105.927}{40}}} = \frac{1.825}{\sqrt{4.53 + 2.65}} \\
 &= \frac{1.825}{2.679} \\
 &= 0.681
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 , $t_c = 1.96$ แต่ t ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่า 1.96 ดังนั้นผลต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตไม่มีนัยสำคัญ(ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิเคราะห์แบบสอบถามที่ 1

1. หาค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงโดยใช้สูตร K. R-20

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{(100 \times 25316) - (1524)^2}{100(100-1)} \\
 &= \frac{2531600 - 2322576}{9900} \\
 &= \frac{209024}{9900} = 21.1135
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right) \\
 &= \frac{36}{35} \left(1 - \frac{7.7}{21.1135} \right) \\
 &= 1.02 (1 - 0.36)
 \end{aligned}$$

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยง} = 0.66$$

2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์ตัด 27 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อจากแบบสอบชุดที่ 1

ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	p	r	ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	p	r
1 *	.44	.37	.40	.07	19	.96	.41	.73	.66
2 *	.30	.37	.33	.08	20	.96	.30	.68	.72
3	.67	.48	.58	.20	21	.93	.33	.66	.65
4	.59	.26	.42	.34	22	.81	.19	.50	.61
5	.74	.11	.41	.64	23	.37	.19	.28	.22
6	.59	.33	.46	.27	24	.63	.22	.42	.42
7	.81	.44	.63	.40	25	.70	.15	.41	.56
8	.63	.30	.46	.34	26	.48	.07	.25	.52
9 *	.19	.04	.10	.34	27	.41	.11	.25	.38
10	.56	.33	.44	.24	28	.78	.59	.69	.22
11	.44	.04	.21	.57	29 *	.26	.15	.22	.09
12 *	.22	.11	.16	.18	30	.78	.26	.52	.52
13 *	.26	.30	-.28	-.05	31	.37	.11	.23	.35
14	.74	.22	.48	.52	32	.56	.30	.43	.27
15	.67	.33	.50	.34	33	.56	.30	.43	.27
16	.56	.15	.34	.45	34	.67	.48	.58	.20
17	.81	.33	.58	.49	35	.70	.07	.35	.66
18	.59	.15	.36	.47	36 *	.19	.22	-.20	-.04

* ข้อที่ใช้ไม่ได้ต้องตัดทิ้งไป

วิเคราะห์แบบสอบถามชุดที่ 2

1. หาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงโดยใช้สูตร K. R-20

$$\begin{aligned}
 s_t^2 &= \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{100 \times 29088 - (1640)^2}{9900} \\
 &= \frac{2908800 - 2689600}{9900} \\
 &= \frac{219200}{9900} = 22.1414
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right) \\
 &= \frac{38}{37} \left(1 - \frac{8.46}{22.1414} \right) \\
 &= \frac{38}{37} \times .62
 \end{aligned}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยง = 0.63

2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์ตัด 27 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อจากแบบสอบชุดที่ 2

ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	p	r	ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	p	r
1 *	.67	.59	.63	.09	20	.70	.19	.44	.51
2 *	.11	.07	.09	.10	21	.74	.41	.58	.34
3	.30	.11	.20	.28	22	.89	.44	.68	.51
4	.78	.52	.65	.29	23	.70	.22	.46	.48
5	.81	.48	.65	.36	24	.63	.30	.46	.34
6	.33	.15	.24	.24	25 *	.26	.30	.28	.05
7	.78	.41	.60	.39	26 *	.22	.11	.16	.18
8	.89	.37	.65	.56	27	.44	.22	.33	.25
9	.52	.26	.39	.28	28 *	.26	.33	.29	.08
10	.41	.07	.22	.47	29	.74	.52	.63	.24
11	.70	.33	.52	.37	30	.81	.30	.56	.51
12	.59	.22	.40	.39	31	.59	.15	.36	.47
13	.41	.22	.31	.22	32	.37	.15	.25	.28
14 *	.52	.37	.44	.15	33	.74	.26	.50	.48
15	.78	.59	.69	.22	34	.74	.37	.56	.38
16	.81	.48	.65	.36	35	.48	.11	.28	.44
17	.52	.15	.32	.41	36 *	.48	.41	.44	.07
18	.63	.19	.40	.46	37	.56	.26	.41	.31
19	.56	.22	.38	.36	38	.67	.33	.50	.34

* ข้อที่ใช้ไม่ได้ต้องตัดทิ้งไป

วิเคราะห์แบบสอบถามชุดที่ 3

1. หาค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงโดยใช้สูตร K. R.-20

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{100 \times 57604 - (2294)^2}{9900} \\
 &= \frac{5760400 - 5262436}{9900} \\
 &= \frac{497964}{9900} = 50.299
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right) \\
 &= \frac{55}{54} \left(1 - \frac{12.19}{50.30} \right) \\
 &= \frac{55}{54} (1 - 0.24) \\
 &= \frac{55}{54} \times 0.76
 \end{aligned}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยง = 0.77

2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์ตัด 27 %

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อจากแบบสอบชุดที่ 3

ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	p	r	ข้อที่	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	p	r
1	.30	.19	.28	.22	28 *	.56	.41	.48	.15
2	.81	.56	.69	.29	29	.93	.26	.63	.69
3	.70	.48	.59	.23	30	.81	.44	.63	.40
4	.67	.19	.42	.49	31	.41	.22	.31	.22
5	.74	.30	.52	.44	32	.67	.22	.44	.46
6	.48	.19	.35	.36	33	.67	.44	.56	.24
7	.44	.07	.23	.49	34	.81	.48	.65	.36
8	.67	.41	.54	.27	35 *	.44	.37	.40	.07
9	.44	.07	.23	.49	36	.85	.44	.66	.45
10	.37	.19	.28	.22	37	.56	.19	.37	.40
11	.70	.44	.57	.27	38	.63	.26	.44	.38
12	.41	.22	.31	.22	39	.52	.15	.32	.41
13	.70	.33	.52	.37	40	.56	.30	.43	.27
14	.78	.37	.58	.42	41 *	.19	.04	.10	.34
15	.81	.48	.65	.36	42	.30	.11	.20	.28
16	.78	.44	.62	.36	43	.78	.22	.50	.55
17	.81	.41	.62	.42	44	.67	.19	.42	.49
18	.56	.22	.38	.36	45	.37	.19	.28	.22
19*	.00	.30	-	-	46	.52	.30	.41	.23
20	.44	.26	.35	.20	47	.41	.11	.25	.38
21	.81	.33	.58	.49	48	.74	.37	.56	.38
22	.63	.15	.38	.50	49	.44	.11	.26	.41
23	.52	.04	.24	.62	50	.30	.11	.20	.28
24	.52	.22	.36	.32	51	.70	.44	.57	.27
25	.78	.33	.56	.46	52	.85	.41	.64	.47
26	.63	.33	.48	.30	53 *	.33	.04	.16	.48
27	.56	.22	.38	.36	54	.52	.33	.42	.20
					55	.70	.41	.56	.30

* ข้อที่ใช้ไม่ได้ตองตัดทิ้งไป

ตารางที่ 14 คะแนนทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²	คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²
26	2	52	1352	22	1	22	484
22	1	22	484	21	2	42	882
21	2	42	882	20	2	40	800
20	1	20	400	19	1	19	361
19	1	19	361	18	3	54	972
18	2	36	648	17	1	17	289
17	6	102	1734	16	3	48	768
16	3	48	768	15	2	30	450
15	2	30	450	14	3	42	588
14	2	28	392	13	4	52	676
12	5	60	720	12	6	72	864
11	4	44	484	11	2	22	242
10	2	20	200	10	4	40	400
9	2	18	162	9	2	18	162
8	2	16	128	8	3	24	192
7	2	14	98	7	1	7	49
6	1	6	36				
	40	577	9299		40	549	8179

ทดสอบหาความแตกต่างระหว่างมีชั้นมีเลขคณิตของคะแนนทดสอบครั้งที่ 1

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มทดลอง } \bar{X}_1 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{577}{40} = 14.425 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_1 &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{9299}{40} - \left(\frac{577}{40}\right)^2} \\ &= \sqrt{232.475 - 208.08} \\ &= \sqrt{24.395} = 4.939 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มควบคุม } \bar{X}_2 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{549}{40} = 13.725 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_2 &= \sqrt{\frac{8179}{40} - \frac{549^2}{40}} \\ &= \sqrt{204.475 - 188.3756} \\ &= \sqrt{16.099} = 4.0124 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} \\
 &= \frac{14.425 - 13.725}{\sqrt{\frac{24.395}{40} + \frac{16.099}{40}}} \\
 &= \frac{0.7}{\sqrt{0.609 + 0.402}} \\
 &= \frac{0.7}{1.006} \\
 &= 0.696
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 , $t = 1.96$ แต่ t ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่า 1.96 ดังนั้นผลต่างระหว่างมัธยัมเลขคณิตไม่มีนัยสำคัญ (ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ. 05)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 คะแนนทดสอบหลังเรียนชุดที่ 2 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²	คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²
25	1	25	625	22	3	66	1452
24	1	24	576	21	1	21	441
23	3	69	1587	20	4	80	1600
22	3	66	1452	19	2	38	722
20	1	20	400	18	1	18	324
19	1	19	361	17	4	68	1156
18	3	54	972	16	5	80	1280
17	5	85	1445	15	3	45	675
16	5	80	1280	14	5	70	980
15	1	15	225	13	3	39	507
14	5	70	980	12	2	24	288
13	4	52	676	11	2	22	242
12	1	12	144	10	2	20	200
11	2	22	242	9	3	27	243
10	2	20	200				
9	1	9	81				
6	1	6	36				
	40	648	11282		40	618	10110

ทดสอบความแตกต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนทดสอบครั้งที่ 2

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มทดลอง } \bar{X}_1 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{648}{40} = 16.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[\frac{\sum fx}{N}\right]^2} \\ &= \sqrt{\frac{11282}{40} - \left[\frac{648}{40}\right]^2} \\ &= \sqrt{282.05 - 262.44} \\ &= \sqrt{19.61} = 4.428 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มควบคุม } \bar{X}_2 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{618}{40} = 15.45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[\frac{\sum fx}{N}\right]^2} \\ &= \sqrt{\frac{10110}{40} - \left[\frac{618}{40}\right]^2} \\ &= \sqrt{252.75 - 238.7025} \\ &= \sqrt{14.0475} = 3.747999 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} \\
 &= \frac{16.2 - 15.45}{\sqrt{\frac{19.61}{40} + \frac{14.047}{40}}} \\
 &= \frac{0.75}{\sqrt{0.49 + 0.351}} \\
 &= \frac{0.75}{0.91729} \\
 &= 0.818
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 , $t = 1.96$ แต่ t ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่า 1.96 ดังนั้นผลต่างระหว่างมัธยัมเลขคณิตไม่มีนัยสำคัญ (ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 คะแนนทดสอบหลังเรียนชุดที่ 3 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²	คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²
38	1	38	1444	36	1	36	1296
35	1	35	1225	32	1	32	1024
32	1	32	1024	31	2	62	1922
31	2	62	1922	30	1	30	900
29	5	145	4205	29	1	29	841
28	1	28	784	28	3	84	2352
27	1	27	729	27	1	27	729
24	3	72	1728	26	4	104	2704
23	4	92	2116	25	1	25	625
22	2	44	968	23	3	69	1587
21	1	21	441	22	3	66	1452
20	6	120	2400	21	3	63	1323
18	3	54	972	20	4	80	1600
17	5	85	1445	19	2	38	722
16	1	16	256	18	4	72	1296
14	3	42	588	17	2	34	578
				16	2	32	512
				15	1	15	225
				11	1	11	121
	40	913	22247		40	909	21809

ทดสอบความแตกต่างระหว่างมีซิมิลีเลขคณิตของคะแนนทดสอบครั้งที่ 3

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มทดลอง } \bar{X}_1 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{913}{40} = 22.825 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_1 &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{22247}{40} - \left(\frac{913}{40}\right)^2} \\ &= \sqrt{556.175 - 520.9806} \\ &= \sqrt{35.194} = 5.932 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มควบคุม } \bar{X}_2 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{909}{40} = 22.725 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} S_2 &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{21809}{40} - \left(\frac{909}{40}\right)^2} \\ &= \sqrt{545.225 - 516.4256} \\ &= \sqrt{28.799} = 5.3665 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\frac{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{22.825 - 22.725}} \\
 &= \frac{0.1}{\sqrt{\frac{35.194}{40} + \frac{28.799}{40}}} \\
 &= \frac{0.1}{\sqrt{0.8798 + 0.7199}} \\
 &= \frac{0.1}{\sqrt{1.599}} \\
 &= \frac{0.1}{1.2648} \\
 &= 0.079
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 , $t = 1.96$ แต่ t ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่า 1.96 ดังนั้นผลต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตไม่มีนัยสำคัญ (ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 รวมคะแนนทดสอบหลังเรียนทั้ง 3 ชุด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²	คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fx	fx ²
88	1	88	7744	78	1	78	6084
86	1	86	7396	73	2	146	10658
73	2	146	10658	69	1	69	4761
72	1	72	5184	65	3	195	12675
70	1	70	4900	64	1	64	4096
67	1	67	4489	61	2	122	7442
66	1	66	4356	59	1	59	3481
62	1	62	3844	58	2	116	6728
60	2	120	7200	56	2	112	6272
58	3	174	10092	54	2	108	5832
57	2	114	6498	52	1	52	2704
56	1	56	3136	50	1	50	2500
55	1	55	3025	49	3	147	7203
54	1	54	2916	48	3	144	6912
51	2	102	5202	47	2	94	4418
50	1	50	2500	45	2	90	4050
49	2	98	4802	44	1	44	1936
48	3	144	6912	43	1	43	1849
44	2	88	3872	42	1	42	1764
43	4	172	7396	41	2	82	3362
41	1	41	1681	40	1	40	1600
39	1	39	1521	39	1	39	1521
38	1	38	1444	37	1	37	1369
37	1	37	1369	35	1	35	1225
36	2	72	1296	34	2	68	2312
27	1	27	729				
	40	2138	120162		40	2076	112754

ทดสอบความแตกต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตของผลรวมของคะแนนทั้ง 3 ครั้ง

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มทดลอง } \bar{X}_1 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{2138}{40} = 53.45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[\frac{\sum fx}{N}\right]^2} \\ &= \sqrt{\frac{120162}{40} - \left[\frac{2138}{40}\right]^2} \\ &= \sqrt{3004.05 - 2856.90} \\ &= \sqrt{147.1475} = 12.13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มควบคุม } \bar{X}_2 &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{2076}{40} = 51.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[\frac{\sum fx}{N}\right]^2} \\ &= \sqrt{\frac{112754}{40} - \left[\frac{2076}{40}\right]^2} \\ &= \sqrt{2818.85 - 2693.61} \\ &= \sqrt{125.24} = 11.191 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} \\
 &= \frac{53.45 - 51.9}{\sqrt{\frac{147.147}{40} + \frac{125.24}{40}}} \\
 &= \frac{1.55}{\sqrt{3.678 + 3.131}} \\
 &= \frac{1.55}{2.6095} \\
 &= 0.594
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 , $t = 1.96$ แต่ t ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่า 1.96 ดังนั้นผลต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตไม่มีนัยสำคัญ (ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 คะแนนแบบสำรวจเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
กลุ่มทดลอง

ลำดับ ที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ลำดับ ที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	x	x ²	y	y ²		x	x ²	y	y ²
1	111	12321	120	14400	21	105	11025	111	12321
2	104	10816	114	12996	22	129	16641	131	17161
3	95	9025	107	11449	23	112	12544	113	12769
4	105	11025	106	11236	24	119	14161	127	16129
5	110	12100	116	13456	25	117	13689	118	13924
6	91	8281	103	10609	26	117	13689	119	14161
7	114	12996	136	18496	27	106	11236	111	12321
8	106	11236	111	12321	28	116	13456	121	14641
9	111	12321	124	15376	29	112	12544	117	13689
10	120	14400	126	15876	30	110	12100	117	13689
11	103	10609	111	12321	31	118	13924	126	15876
12	131	17161	134	17956	32	114	12996	119	14161
13	102	10404	113	12769	33	114	12996	125	15625
14	119	14161	119	14161	34	99	9801	111	12321
15	98	9604	114	12996	35	110	12100	120	14400
16	109	11881	114	12996	36	112	12544	120	14400
17	110	12100	112	12544	37	109	11881	110	12100
18	107	11449	111	12321	38	103	10609	112	12544
19	104	10816	114	12996	39	112	12544	108	11664
20	98	9604	105	11025	40	112	12544	120	14400
					Σ	4394	485334	4666	546596

ทดสอบความแตกต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบสำรวจเจตคติเชิง
วิทยาศาสตร์

$$\begin{aligned} \text{ก่อนเรียน} \quad \bar{X} &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{4394}{40} = 109.85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[\frac{\sum fx}{N}\right]^2} \\ &= \sqrt{\frac{485334}{40} - \left[\frac{4394}{40}\right]^2} \\ &= \sqrt{12133.35 - 12067.02} \\ &= \sqrt{66.33} = 8.144 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หลังเรียน} \quad \bar{Y} &= \frac{\sum y}{N} \\ &= \frac{4666}{40} = 116.65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{\sum fy^2}{N} - \left[\frac{\sum fy}{N}\right]^2} \\ &= \sqrt{\frac{546596}{40} - \left[\frac{4666}{40}\right]^2} \\ &= \sqrt{13664.9 - 13607.22} \\ &= \sqrt{57.68} = 7.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} \\
 &= \frac{116.65 - 109.85}{\sqrt{\frac{66.33}{40} + \frac{57.68}{40}}} \\
 &= \frac{6.8}{1.76} \\
 &= 3.86
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 , $t = 1.96$ แต่ t ที่ได้จากการคำนวณมากกว่า 1.96 แสดงว่าผลต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตมีนัยสำคัญ(แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ผลรวมคะแนนแบบสอบ 3 ชุด และแบบสำรวจเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์
หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ลำดับที่	คะแนนแบบ สอบ (x)	คะแนนแบบ สำรวจ (y)	x^2	y^2	xy
1	67	120	4489	14400	8040
2	72	114	5184	12996	8208
3	27	107	729	11449	2889
4	36	106	1296	11236	3816
5	49	116	2401	13456	5684
6	48	103	2304	10609	4944
7	86	136	7396	18496	11696
8	43	111	1849	12321	4773
9	51	124	2601	15376	6324
10	39	126	1521	15876	4914
11	73	111	5329	12321	8103
12	38	134	7744	17956	11792
13	51	113	2601	12769	5763
14	66	119	4356	14161	7854
15	58	114	3364	12996	6612
16	50	114	2500	12996	5700
17	44	112	1936	12544	4928
18	58	111	3364	12321	6438

ลำดับที่	คะแนนแบบ สอบ (x)	คะแนนแบบ สำรวจ (y)	x^2	y^2	xy
19	48	114	2304	12996	5472
20	62	105	3844	11025	6510
21	43	111	1849	12321	4773
22	70	131	4900	17161	9170
23	60	113	3600	12769	6780
24	57	127	3249	16129	7239
25	60	118	3600	13924	7080
26	73	119	5329	14161	8687
27	44	111	1936	12321	4884
28	43	121	1849	14641	5203
29	48	117	2304	13689	5616
30	57	117	3249	13689	6669
31	55	126	3025	15876	6930
32	49	119	2401	14161	5831
33	36	125	1296	15625	4500
34	43	111	1849	12321	4773
35	54	120	2916	14400	6480
36	41	120	1681	14400	4920
37	37	110	1369	12100	4070
38	58	112	3364	12544	6496
39	38	108	1444	11664	4104
40	56	120	3136	14400	6720
○	2138	4666	121458	546596	251385

หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N\sum x^2 - (\sum x)^2][N\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \\
 &= \frac{(40 \times 251385) - (2138 \times 4666)}{\sqrt{(40 \times 121458 - 4571044)(40 \times 546596 - 21771556)}} \\
 &= \frac{10055400 - 9975908}{\sqrt{(4858320 - 4571044)(21863840 - 21771556)}} \\
 &= \frac{79492}{\sqrt{287276 \times 92284}} \\
 &= \frac{79492}{162821.9223} = 0.488
 \end{aligned}$$

ทดสอบความมีนัยสำคัญ

$$\begin{aligned}
 t &= r_{xy} \sqrt{\frac{N-2}{1-r_{xy}^2}} \\
 &= 0.488 \sqrt{\frac{40-2}{1-0.238}} \\
 &= 0.488 \sqrt{\frac{38}{0.762}} \\
 &= 0.488 \times 7.06 \\
 &= 3.4464
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05, $t = 2.03$ แต่ t ที่ได้จากการคำนวณมากกว่า 2.03 แสดงว่าค่า $r_{xy} = 0.488$ มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นั่นคือคะแนนรวมวิชาวิทยาศาสตร์กับคะแนนแบบสำรวจเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน

ประวัติผู้เขียน



นายแท้ว วาริรัมย์เพลิน เกิดวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2490 ณ บ้านเลขที่ 16 ตำบลกำเนิดนพคุณ อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สำเร็จการศึกษาชั้นการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) จากวิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลก เมื่อปี พ.ศ. 2514 การรับราชการ เข้ารับราชการในตำแหน่งครูตรีโรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2516 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ ๓ โรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย