

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก ก

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชาฟิสิกส์

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง การเคลื่อนที่และอัตราเร็วแสง

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อแสดงให้เห็นว่าอัตราเร็วของแสงมีค่าสูงมากและมีค่าคงที่ค่าหนึ่งได้
2. อธิบายวิธีการวัดอัตราเร็วของแสงด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น วิธีของกาลิเลโอ วิธีของโรเมอร์ และวิธีของฟิโซได้
3. ทำการทดลองเพื่อทดสอบว่าแสงเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง

สาระสำคัญ

สมบัติของแสง

แสงจากดวงอาทิตย์ที่เราเรียกว่าแสงขาวนั้น ประกอบด้วย แสงสีต่าง ๆ ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง แสงที่ตามองเห็นส่วนหนึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สมบัติของแสงขาวสรุปได้ ดังนี้

1. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง
2. แสงเดินทางในสุญญากาศด้วยอัตราเร็ว 3×10^8 เมตรวินาที
3. แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
4. แสงเป็นคลื่นตามขวาง เพราะสามารถเกิดโพลาไรซ์ได้

การวัดอัตราเร็วแสง

กาลิเลโอ พยายามวัดอัตราเร็วของแสง โดยยืนบนยอดเขาคนละยอดกับอีกคนหนึ่ง แล้วนัดหมายเวลาในการส่องไฟ เช่นให้ คนที่ A เริ่มส่องไฟในเวลา 23.00 นาฬิกา ขณะที่ B เห็นแสงไฟจาก A ให้ B ส่องไฟกลับไปยัง A คนที่ A จะจับเวลาดังแต่ที่เขาเริ่มส่องไฟ จนเห็นแสงไฟส่องกลับมาจาก B อีกครั้ง ผลปรากฏว่า คนที่ A ไม่สามารถจับเวลานั้นได้เนื่องจากเวลานั้นสั้นมากเกินไป จึงสรุปว่า อัตราเร็วของแสงสูงมาก

โรเมอร์ สามารถแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าแสงมีอัตราเร็วจำกัด โดยการสังเกตคาบการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์วงในสุดที่เป็นบริวารของดาวพฤหัสบดีและสามารถคำนวณอัตราเร็วของแสงได้จาก

$$c = \frac{D}{\Delta T}$$

c = อัตราเร็วแสง มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

D = เส้นผ่านศูนย์กลางวงโคจรของโลก มีหน่วยเป็นเมตร

ΔT = เวลาที่ต่างกันของ T_1 กับ T_2 มีหน่วยเป็นวินาที

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ชั้นสร้างประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา)

1.1 ครูยกสถานการณ์ การเคลื่อนที่ของแสงจากดวงอาทิตย์มายังโลกแล้วใช้คำถาม ดังนี้

1.1.1 แสงจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มายังโลกได้อย่างไร

(แสงจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มายังโลกโดยมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง)

1.1.2 ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของแสงจากดวงอาทิตย์มายังโลกมากน้อยเพียงใด (การเดินทางของแสงจากดวงอาทิตย์มายังโลกใช้เวลาสั้นมากหรือมีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่สูงมาก)

1.2 ครูสาธิตแนวทางการเคลื่อนที่ของแสงโดยใช้กระดาษที่เจาะรู 2 แผ่น และหลอดไฟฟ้า 1 หลอด นักเรียนสังเกตแนวทางการเคลื่อนที่นั้น

2. ชั้นไตร่ตรองประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจากข้อ 1.2 โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

2.1.1 เมื่อมองผ่านรูบนแผ่นกระดาษ นักเรียนสังเกตเห็นอะไร (ไส้หลอดไฟฟ้า)

2.1.2 ถ้าวางแผ่นกระดาษโดยไม่ให้รูบนแผ่นกระดาษตรงกับไส้หลอดไฟฟ้า แล้วมองผ่านรูบนกระดาษจะสังเกตเห็นไส้หลอดหรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่เห็น เพราะแสงไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุทึบแสงได้)

2.1.3 เมื่อปล่อยควีนเข้าไปในบริเวณระหว่างแผ่นกระดาษทั้งสองจะสังเกตเห็นอะไร (จะมองเห็นลำแสงซึ่งเป็นเส้นตรง)

2.1.4 แสงจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางชนิดใดบ้าง (น้ำ อากาศ แก้ว พลาสติกใส เป็นต้น)

3. ชั้นสร้างความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา)

3.1 ครูใช้คำถามเพื่อสรุปผลการทดลอง ดังนี้

จากการทดลองที่ผ่านมา นักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร (แสงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง)

3.2 นักเรียนวาดภาพ แนวการเคลื่อนที่ของแสงตามที่สังเกตได้

4. ชั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

4.1 นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์ วิธีการหาอัตราเร็วแสงของกาลิเลโอ โรเมอร์ และฟิโซ

4.2 ครูใช้คำถาม ดังนี้

4.2.1 นักวิทยาศาสตร์คนใดที่สามารถคำนวณอัตราเร็วของแสงได้สำเร็จ และอัตราเร็วแสงที่คำนวณได้ มีค่าเท่าใด (ฟิโซ เป็นผู้ค้นพบอัตราเร็วแสง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.02×10^8 เมตร/วินาที)

4.2.2 แสงเป็นคลื่นชนิดใด (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)

4.2.3 จากปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้สายตาของพวกเราสามารถมองเห็นสเปกตรัมของแสงได้ และสเปกตรัมของแสงที่มองเห็นนั้นมีทั้งหมดกี่สี ได้แก่อะไรบ้าง (มีทั้งหมด 7 สี ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง)

5. ชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบแนวความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผล

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทำการทดลองเรื่อง การเกิดเงาของวัตถุ

5.3 ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำดังนี้

5.3.1 จากการทดลอง เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดที่เป็นจุด ไปยังวัตถุผลจะเป็นอย่างไร (เกิดเงาของวัตถุขึ้นบนฉากรับแสง)

5.3.2 เงาของวัตถุที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นจุด จะมีลักษณะเป็นอย่างไร (เงาที่เกิดขึ้นเป็นเงามืด)

5.3.3 จากการทดลอง เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดใหญ่ไปยังวัตถุ ผลจะเป็นอย่างไร (เกิดเงาของวัตถุขึ้นบนฉากรับแสง)

5.3.4 เงาของวัตถุที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นจุดกับเงาของวัตถุ จากแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดใหญ่ มีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร (ไม่เหมือนกัน เพราะเงาของวัตถุที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นจุดเป็นเงามืดอย่างเดียว ส่วนเงาของวัตถุที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดใหญ่ นั้นมีทั้งเงามืดและเงามัว)

5.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการเคลื่อนที่และอัตราเร็วแสง

6. ชั้นสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตัวเอง (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้หลักการของการเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง

7. ชั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

7.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์วิธีการนำผลงานที่สร้างขึ้นไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

7.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อนำเสนอผลงานที่ได้สร้างสรรค์ขึ้น

8. ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานที่ได้สร้างขึ้นมาจัดเป็นมุมนิทรรศการหรือป้ายนิเทศในห้องวิทยาศาสตร์หรือในห้องเรียน

สื่อและอุปกรณ์

- | | |
|--|---------------|
| 1. กระดาษวาดเขียน | จำนวน 30 แผ่น |
| 2. กระดาษ A4 | จำนวน 2 แผ่น |
| 3. หลอดไฟฟ้า 40 วัตต์ | จำนวน 6 หลอด |
| 4. แผ่นกั้นแสงเจาะรู | จำนวน 6 แผ่น |
| 5. ลูกโป่งปอง | จำนวน 6 อัน |
| 6. ฉากรับแสงสีขาว | จำนวน 6 อัน |
| 7. ใบงาน เรื่องการเกิดเงาของวัตถุ | จำนวน 6 แผ่น |
| 8. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ | จำนวน 30 เล่ม |
| 9. แบบฝึกหัด เรื่องแนวการเคลื่อนที่ของแสงและการเกิดเงาของวัตถุ | จำนวน 30 แผ่น |

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการทำงานกลุ่ม
2. สังเกตจากการร่วมอภิปราย
3. ตรวจสอบบันทึกผลการทดลอง
4. ตรวจสอบฝึกหัดเรื่องการเคลื่อนที่และอัตราเร็วแสง
5. ตรวจสอบคุณภาพของผลงาน

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(นางคำภา ศรีแพ่ง)
ผู้บันทึก

ใบงาน
เรื่อง การเกิดเงาของวัตถุ

- สมาชิกในกลุ่ม
- | | | | |
|----|--|--------|--|
| 1) | | เลขที่ | |
| 2) | | เลขที่ | |
| 3) | | เลขที่ | |
| 4) | | เลขที่ | |
| 5) | | เลขที่ | |

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาแนวการเคลื่อนที่ของแสง

วิธีทำ นำแผ่นกั้นแสงที่เจาะเป็นรูมาวางกันหลอดไฟฟ้าขนาด 40 วัตต์ และนำลูกโป่งปองมาวางระหว่างแผ่นกั้นแสงกับฉากในระดับเดียวกับลำแสงที่พุ่งออกมาจากแผ่นกั้นแสง แล้วสังเกตเงาของวัตถุบนฉาก หลังจากนั้นนำแผ่นกั้นแสงออก แล้วสังเกตเงาของวัตถุบนฉาก

สมมติฐาน

.....

.....

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
วิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง การสะท้อนของแสง

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายกฎการสะท้อนของแสงได้
2. ทำการทดลองเพื่อหาตำแหน่งภาพของวัตถุที่วางหน้ากระจกเงาราบ กระจกเว้า กระจกนูน และสามารถเปรียบเทียบระยะภาพกับระยะวัตถุได้
3. บอกความหมายของภาพจริงและภาพเสมือนที่เกิดจากกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูนได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพและความยาวโฟกัสของกระจกเว้า และกระจกนูนได้
5. ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากกระจกเงาราบ กระจกเว้าและกระจกนูนในชีวิตประจำวันได้

สาระสำคัญ

การสะท้อนของแสง

เนื่องจากแสงเป็นคลื่น ดังนั้น การสะท้อนของแสงจะเป็นไปตามกฎเกณฑ์ ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก อยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ

การสะท้อนที่กระจกเงาราบ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
2. ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือน
3. ระยะภาพมีค่าเท่ากับระยะวัตถุ

การสะท้อนที่วัตถุผิวโค้งทรงกลม สามารถสรุปได้ ดังนี้

กระจกเงาโค้งมี 2 แบบ คือ กระจกเว้า และกระจกนูน ความโค้งของกระจกที่กล่าวถึงนี้เป็น ความโค้งส่วนหนึ่งที่ตัดมาจากวงกลม กระจกเว้าและกระจกนูน ในเบื้องต้นแตกต่างกันที่ กระจกเว้ารวมแสง ส่วนกระจกนูนกระจายแสง เมื่อบางวัตถุไว้หน้ากระจกเว้าหรือนูนห่างออกไประยะ S ภาพของวัตถุที่เกิดจากกระจกอยู่ห่างจากกระจกเป็นระยะ S' จะได้ความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f}$$

กำหนดให้ S' = ระยะภาพ

S = ระยะวัตถุ

R = รัศมีความโค้งของกระจก

f = ความยาวโฟกัสของกระจก = $\frac{R}{2}$

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ชั้นสร้างประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา)

1.1 คุ้ยกลสถานการณ์ เมื่ออยู่ในห้องมืด สายตาของคนเราจะไม่สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ แต่เมื่อเปิดสวิตซ์ไฟฟ้าก็จะมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้

1.2 นักเรียนวาดภาพการสะท้อนของแสงตามจินตนาการของตนเอง

2. ชั้นไตร่ตรองประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

2.1 ครูใช้คำถาม ดังนี้

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในข้อ 1.1 เมื่อเปิดสวิตซ์ไฟฟ้า จะทำให้สายตาของคนเรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ เพราะเหตุใด (เนื่องจากแสงจากหลอดไฟฟ้าเคลื่อนที่ไปกระทบกับวัตถุ แล้วสะท้อนเข้าสู่ตาเรา ทำให้มองเห็นวัตถุได้)

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดภาพดังกล่าว

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตภาพที่เกิดจากกระจกโค้งทรงกลม พร้อมทั้งวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดภาพดังกล่าว

3. ชั้นสร้างความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนวาดภาพการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบและกระจกโค้งทรงกลมตามที่สังเกตได้ พร้อมทั้งเขียนคำอธิบายได้ภาพ

4. ชั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

นักเรียนศึกษากฎการสะท้อนของแสง การเกิดภาพในกระจกเงาราบ การเกิดภาพในกระจกโค้งทรงกลม และชนิดของภาพ จากหนังสือเรียน หนังสือคู่มือ และอินเทอร์เน็ต

5. ชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบแนวความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผล เรื่องการเกิดภาพในกระจกเงาราบ

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง เรื่อง การเกิดภาพในกระจกเงาราบ

5.3 ครูและนักเรียนนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดภาพในกระจกเงาราบ ดังนี้

5.3.1 เมื่อปักเข็มหมุดตัวสั้นไว้หน้ากระจกเงาราบ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร (จะเกิดภาพในกระจกเงาราบ)

5.3.2 ภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเงาราบจะเป็นภาพชนิดใด (ภาพเสมือน)

5.3.3 เมื่อปักเข็มหมุดตัวยาวไว้ด้านหลังกระจกซึ่งตรงกับภาพของเข็มหมุดตัวสั้น เมื่อเอียงศีรษะไปทางซ้ายและขวา พบว่า เข็มหมุดตัวยาวและภาพของเข็มหมุดตัวสั้นก็ยังคงซ้อนทับกันอยู่เช่นเดิม ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอะไร (ไม่มีแพร์แลกซ์)

5.3.4 คำว่า ไม่มีแพร์แลกซ์ หมายถึง อะไร (ภาพของเข็มหมุดตัวสั้นและเข็มหมุดตัวยาวอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน)

5.3.5 ระยะภาพของเข็มหมุดตัวสั้น มีค่าเท่าใด (ระยะภาพของเข็มหมุดตัวสั้น มีค่าเท่ากับ ระยะจากเข็มหมุดตัวยาวถึงกระจกเงาราบ)

5.3.6 แนวรังสีของแสงบนกระจกเงาราบ มีลักษณะเป็นอย่างไร จงวาดภาพ พร้อมคำอธิบาย

5.4 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดภาพในกระจกโค้งทรงกลม ดังนี้

5.4.1 เมื่อนำวัตถุไปวางไว้หน้ากระจกเว้า ภาพที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร (ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงเกิดด้านหน้าของกระจก)

5.4.2 เมื่อนำวัตถุไปวางไว้หน้ากระจกนูน ภาพที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร (ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือนเกิดด้านหลังของกระจก)

5.4.3 แนวรังสีของแสงบนกระจกเว้าและกระจกนูน มีลักษณะเป็นอย่างไร จงวาดภาพประกอบ คำอธิบาย

5.5 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการเกิดภาพในกระจกเงาราบ และกระจกโค้งทรงกลม

6. ขั้นสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตัวเอง (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบ และสร้างผลงานโดยใช้หลักการสะท้อน

ของแสง

7. ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

7.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงผลงานที่สร้างขึ้นเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

7.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อนำเสนอผลงานที่ได้สร้างขึ้น

8. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำภาพวาดและผลงานของตนเองที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วมาจัดเป็นมุมนิทรรศการหรือป้ายนิเทศในห้องวิทยาศาสตร์หรือในห้องเรียน

สื่อและอุปกรณ์

1. กระดาษวาดเขียน	จำนวน 30 แผ่น
2. กระดาษกราฟ	จำนวน 6 อัน
3. เข็มหมุดตัวสั้น	จำนวน 6 อัน
4. เข็มหมุดตัวยาว	จำนวน 6 อัน
5. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์	จำนวน 30 เล่ม
6. ใบงาน เรื่องการสะท้อนของแสง	จำนวน 6 แผ่น
7. แบบฝึกหัด เรื่องการสะท้อนแสง	จำนวน 30 แผ่น

การวัดผลและประเมินผล

- สังเกตจากการทำงานกลุ่ม
- สังเกตจากการร่วมอภิปราย
- ตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง
- ตรวจแบบฝึกหัดเรื่องการสะท้อนของแสง
- ตรวจคุณภาพของผลงาน

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(นางคำภา ศรีแพ่ง)

ผู้บันทึก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ใบงาน
เรื่อง การสะท้อนของแสง

- สมาชิกในกลุ่ม
- 1) เลขที่
 - 2) เลขที่
 - 3) เลขที่
 - 4) เลขที่
 - 5) เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อหาตำแหน่งภาพของวัตถุที่วางไว้หน้ากระจกเงาราบด้วยวิธีแพร์ลแลกซ์

วิธีทำ วางกระจกเงาราบบนกระดาษขาวบนโต๊ะโดยให้ผิวหน้าของกระจกตั้งฉากกับระนาบของกระดาษ ปักเข็มหมุดตัวสั้นไว้หน้ากระจกแล้วมองภาพของเข็มหมุดตัวสั้นในกระจก จากนั้นปักเข็มหมุดตัวยาวไว้ทางด้านหลังของกระจกโดยเล็งให้เข็มหมุดทั้งสองและภาพในกระจกอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ซึ่งจะเห็นทั้งสามซ้อนกันเมื่อมองในแนวตั้งฉากกับระนาบของกระจกต่อไปให้เอียงศีรษะไปทางซ้าย และขวา สังเกตดูว่าเข็มหมุดตัวยาว และภาพของเข็มหมุดตัวสั้นซ้อนกันอยู่เช่นเดิมหรือไม่ ถ้าไม่ซ้อน ให้เลื่อนเข็มหมุดตัวยาวจนเห็นเข็มหมุดตัวยาว และภาพของเข็มหมุดตัวสั้นซ้อนกันเสมอเมื่อเอียงศีรษะไปมา แสดงว่าภาพ และเข็มหมุดตัวยาวอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน หรือ กล่าวว่ามีแพร์ลแลกซ์ ระหว่างเข็มหมุดตัวยาวกับภาพของเข็มหมุดตัวสั้น วัดระยะวัตถุโดยวัดระยะจากเข็มหมุดตัวสั้นถึงกระจก วัดระยะภาพโดยวัดระยะจากเข็มหมุดตัวยาวถึงกระจก ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนระยะวัตถุไปอีก 2 ค่า

สมมติฐาน

.....

.....

บันทึกผล

.....

.....

.....

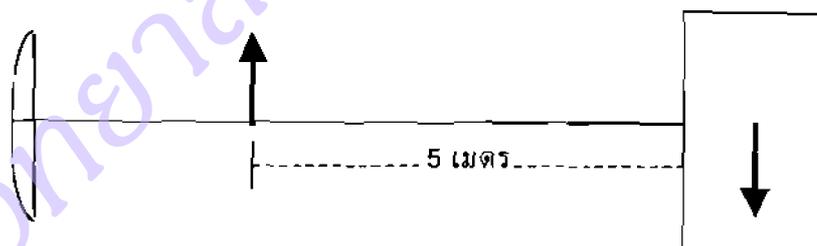
.....

.....

แบบฝึกหัด
เรื่อง การสะท้อนของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้ ดังต่อไปนี้

1. จงอธิบายหลักการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบ และกระจกโค้งทรงกลม
2. จงวาดแนวรังสีของแสงจากวัตถุเมื่อตกกระทบกับกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน
3. จงอธิบายความหมายของแฟรลแลกซ์ และไม่มีแฟรลแลกซ์
4. ภาพจริง หมายถึง อะไร มักเกิดกับวัตถุผิวโค้งชนิดใด
5. ภาพเสมือน หมายถึง อะไร มักเกิดกับวัตถุผิวโค้งชนิดใด
6. กระจกนูนรัศมีความโค้ง 450 เซนติเมตร จงหาระยะวัตถุที่พอดีทำให้เกิดภาพห่างจากกระจก 2 ใน 3 ของความยาวโฟกัส
7. เขียนไขวห่างจากกำแพง 5 เมตร จะต้องวางกระจกเว้าที่มีรัศมีความโค้งเท่าใด และวางห่างจากกำแพงเป็นระยะทางเท่าใดจึงจะได้ภาพบนกำแพงมีกำลังขยาย 4 เท่าของวัตถุ



8. วางวัตถุไว้ห่างจากกระจกโค้งบานหนึ่งเป็นระยะ 30 ซม. ปรากฏว่าเกิดภาพเสมือนมีกำลังขยาย 1.5 เท่าของวัตถุ จงหาความยาวโฟกัสและชนิดของกระจกโค้ง
9. จงบอกประโยชน์ของกระจกเงาราบ กระจกนูน และกระจกเว้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาให้มากที่สุด

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
วิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง การหักเหของแสง

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

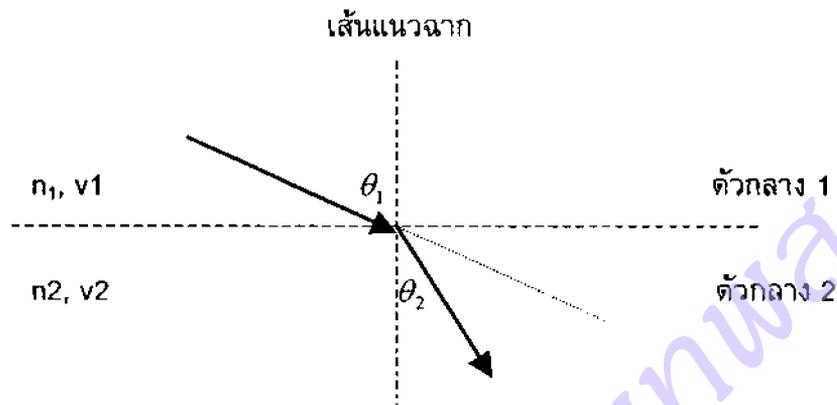
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อให้แสงผ่านออกจากอากาศเข้าไปในแท่งพลาสติก
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเห และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
3. บอกกฎของสเนลล์ และสามารถนำกฎของสเนลล์ไปใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหักเหของแสงได้
4. อธิบายความหมายของความลึกจริงและความลึกปรากฏได้
5. ใช้กฎการหักเหของแสงเขียนรูปเพื่อหาตำแหน่งความลึกจริงและความลึกปรากฏได้
6. หาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริง ความลึกปรากฏ มุมตกกระทบ มุมสะท้อน ดัชนีหักเหของตัวกลาง และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

สาระสำคัญ

กฎการหักเหของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 ขณะที่ผ่านฉิวรอยต่อระหว่างทั้งสองตัวกลาง แสงจะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่โดยเบนออกจากแนวการเคลื่อนที่เดิม เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การหักเหของแสง ซึ่งแสดงได้ดังภาพด้านล่าง



จากภาพ สามารถอธิบายได้ด้วยกฎของสเนลล์ ดังนี้
อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเห มีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

- กำหนดให้ θ_1 คือ มุมตกกระทบ
 θ_2 คือ มุมหักเห
 n_1 คือ ดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางที่ 1
 n_2 คือ ดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางที่ 2
 v_1 คือ อัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 1
 v_2 คือ อัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 2

ความลึกจริง ความลึกปรากฏ

ในการมองวัตถุที่อยู่ในน้ำ โดยผู้มองอยู่ในอากาศ จะมองเห็นวัตถุได้ก็ต้องมีแสงจากวัตถุเคลื่อนที่ผ่านน้ำ หักเหออกสู่อากาศแล้วเข้ามายังตา เนื่องจากอากาศมีดัชนีหักเหต่ำกว่าน้ำ ดังนั้นมุมหักเหในอากาศจึงมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบในน้ำ ทำให้คนที่อยู่บนอากาศมองวัตถุที่อยู่ในน้ำตื้นกว่าความเป็นจริง

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ชั้นสร้างประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา)

ครูให้นักเรียนวาดภาพการหักเหของแสงตามจินตนาการและแนวคิดของตนเอง พร้อมทั้งยกตัวอย่างการหักเหของแสงที่เคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน

2. ชั้นไตร่ตรองประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนในการนำเสนอภาพวาดเกี่ยวกับการหักเหของแสง

2.2 ครูนำรูปภาพแนวการเคลื่อนที่ของแสงจากอากาศไปยังแท่งพลาสติกมาให้นักเรียนสังเกต หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนโดยใช้คำถาม ดังต่อไปนี้

2.2.1 การเคลื่อนที่ของแสงในตัวกลางที่ 1 และตัวกลางที่ 2 มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แตกต่างกัน คือ แสงจะมีแนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป เมื่อเปลี่ยนตัวกลางในการเคลื่อนที่)

2.2.2 การหักเหของแสงมีสาเหตุมาจากอะไร (การหักเหของแสงมีสาเหตุมาจากการเคลื่อนที่ของแสงผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันทำให้แสงมีความยาวและความเร็วเปลี่ยนไปจากเดิม ส่งผลให้มีแนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปด้วย)

2.3 นักเรียนสังเกตปลาที่อยู่ในอ่างเลี้ยงปลาและวิเคราะห์ความลึกจริงและความลึกปรากฏ

3. ชั้นประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

3.1 นักเรียนสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับกฎการหักเหของแสง ความลึกจริงและความลึกปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูลจากการเรียนในชั้นตอนที่ผ่านมา หนังสือเรียน หนังสือคู่มือ หนังสืออ่านเพิ่มเติม อินเทอร์เน็ต และอื่น ๆ

3.2 นักเรียนวาดภาพการหักเหของแสงพร้อมทั้งคำอธิบายได้ภาพ

4. ชั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

4.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎการหักเหของแสง ความลึกจริงและความลึกปรากฏ จากหนังสือเรียน หนังสือคู่มือ หนังสืออ่านเพิ่มเติม อินเทอร์เน็ต และอื่น ๆ

4.2 ครูแจกใบงานเรื่องการหักเหของแสงที่ผิวราบแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง

5. ชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบแนวความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับอุปกรณ์การทดลอง

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์หักเหของแสง ตามใบงานที่ครูแจกให้ โดยมีการออกแบบตารางบันทึกผล สังเกตและบันทึกผลเอง

5.3 นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง แล้วอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถาม ดังนี้

5.3.1 เราสามารถมองเห็นวัตถุได้เพราะเหตุใด (การมองเห็นวัตถุต่าง ๆ ได้นั้น เพราะมีแสงไปกระทบกับวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ตาเรา ทำให้มองเห็นวัตถุนั้น ๆ ได้)

5.3.2 ถ้าให้แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิด แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะเป็นอย่างไร (เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 แสงจะมีการเคลื่อนที่เบนออกจากแนวเดิม)

5.3.3 เมื่อฉายลำแสงเข้าไปในแท่งพลาสติก ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร (ลำแสงมีแนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากแนวเดิม)

5.3.4 จากข้อ 5.3.3 การที่ลำแสงมีแนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิมนั้น มีสาเหตุมาจากอะไร (เมื่อแสงมีการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่แตกต่างกัน คือจากอากาศไปยังแท่งพลาสติก ทำให้แสงมีความยาวและความเร็วเปลี่ยนไปจากเดิม ส่งผลให้มีแนวการเคลื่อนที่เปลี่ยน ไปด้วย)

5.3.5 ปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของแสงแบบนี้ เรียกว่าอะไร (การหักเหของแสง)

5.3.6 เมื่อเราสังเกตปลาที่อยู่ในอ่างเลี้ยงปลา ความลึกที่ปรากฏให้เห็นกับความลึกที่ปลาอาศัยอยู่จริงนั้นเป็นอย่างไร (การมองเห็นปลาในอ่างเลี้ยงปลาจะคลาดเคลื่อนไปจากระดับที่ปลาอาศัยอยู่จริง)

5.3.7 จากข้อ 5.3.6 สาเหตุที่ทำให้การมองเห็นปลามีระดับที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงนั้น เพราะเหตุใด (เมื่อแสงสะท้อนออกจากตัวปลาที่อยู่ในน้ำเข้าไปในอากาศจะทำให้แสงเกิดการหักเหเข้าสู่ตาของผู้สังเกต ผู้สังเกตจะมองเห็นปลาในระดับที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง)

5.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการหักเหของแสง

6. ชั้นการสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตัวเอง (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนแต่ละคนสร้างผลงานตามความถนัดและความสนใจของตนเอง เช่น วาดภาพประกอบคำบรรยาย แผ่นพับ สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เป็นต้น โดยนำเสนอความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสง

7. ชั้นวิเคราะห์ผลงานและการประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

7.1 นักเรียนนำผลงานของตนเองที่ได้สร้างขึ้นมานำเสนอเกี่ยวกับแนวคิด เนื้อหาและการนำไปใช้ประโยชน์

7.2 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และประเมินผลงานของเพื่อนและร่วมกันเสนอสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข

8. ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนนำผลงานของสมาชิกในกลุ่มที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วมาจัดมมนิทรรศการในห้องวิทยาศาสตร์ เพื่อนำเสนอความรู้แก่นักเรียนหรือผู้สนใจ

สื่อการเรียนการสอน

1. แท่งพลาสติก	จำนวน 6 แท่ง
2. เครื่องกำเนิดแสง	จำนวน 6 เครื่อง
3. หม้อแปลง	จำนวน 6 เครื่อง
4. กระดาษวาดเขียน	จำนวน 10 แผ่น
5. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์	จำนวน 30 เล่ม
6. ใบบงาน เรื่องการหักเหของแสง	จำนวน 6 แผ่น

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการทำงานกลุ่ม
2. สังเกตจากการร่วมอภิปราย
3. ตรวจสอบบันทึกผลการทดลอง
4. ตรวจสอบใบฝึกหัดเรื่องการหักเหของแสง
5. ตรวจสอบคุณภาพของผลงาน

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(นางคำภา ศรีแพ่ง)

ผู้บันทึก

ใบงาน
เรื่อง การหักเหของแสง

- สมาชิกในกลุ่ม**
- 1) เลขที่
- 2) เลขที่
- 3) เลขที่
- 4) เลขที่
- 5) เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษากฎการหักเหของแสง

วิธีทำ ต่อลวดไฟของกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลง 12 โวลท์ วางแผ่นช่องแสงไว้หน้ากล่องแสง เพื่อให้ลำแสงที่ออกมาเป็นเพียง 1 ลำ วางแท่งพลาสติกสีเหลี่ยมผืนผ้าให้หน้าที่ยื่นทาบกับกระดาษขาวบนโต๊ะ วัดให้ลำแสงทำมุม 60 องศา กับผิวด้านข้างของแท่งพลาสติก ลากเส้นตามขอบแท่งพลาสติกบนกระดาษขาว สังเกตลำแสงตกกระทบและลำแสงสะท้อนที่ผิวแท่งพลาสติก ลำแสงที่ผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติกและลำแสงที่ออกจากอีกด้านหนึ่งของแท่งพลาสติก ลากเส้นแนวฉาก ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบและผ่านออกไปจากแท่งพลาสติก ลงบนกระดาษขาว

สมมติฐาน

.....

.....

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**
วิชาฟิสิกส์ **เวลา 4 ชั่วโมง**

เรื่อง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทำการทดลองเพื่อสังเกตการกระจายของแสง และการสะท้อนกลับหมดได้
2. อธิบายปรากฏการณ์การกระจายแสง การสะท้อนกลับหมด การเกิดรุ้ง และมีราคาได้
3. อธิบายความหมายของมุมเบี่ยงเบนและสเปกตรัมของแสงขาวได้
4. บอกความหมายของมุมวิกฤตและใช้กฎของสเนลล์หาค่ามุมวิกฤตได้

สาระสำคัญ

การกระจายแสง

เมื่อให้แสงขาวซึ่งประกอบด้วยแสงหลายสีผ่านปริซึมสามเหลี่ยมพบว่า แสงที่หักเหออกมาจากปริซึมจะไม่เป็นแสงขาว แต่จะมีสีต่าง ๆ กัน แสงแต่ละสีที่หักเหออกมาจะทำมุมหักเหต่าง ๆ กัน ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การกระจายแสง

การสะท้อนกลับหมดของแสง

เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งที่มีความหนาแน่นสูงสูตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า แสงจะหักเหออกจากเส้นปกติ ถ้ากรณีที่มุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา เราจะเรียกมุมตกกระทบว่ามุมวิกฤต แต่ถ้ามุมตกกระทบมีค่ามากกว่า 90 องศา จะไม่มีรังสีหักเห จะมีแต่รังสีสะท้อนเท่านั้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การสะท้อนกลับหมด

รุ้ง

รุ้งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพราะการกระจายของแสง ซึ่งเราอาจเห็นก่อนหรือหลังฝนตกเล็กน้อย โดยสังเกตได้จากตำแหน่งยืนที่เหมาะสม รุ้งเกิดจากการที่แสงอาทิตย์ส่องผ่านละอองน้ำหรือหยดน้ำซึ่งมีมากก่อนหรือหลังฝนตก แล้วหยดน้ำทำให้แสงเกิดการกระจายและสะท้อนกลับหมด ทำให้ได้สเปกตรัมของแสงขาว รุ้งมี 2 ชนิด แต่จะเป็นชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการสะท้อนของแสงเมื่อตกกระทบหยดน้ำ

มิราจ

มิราจ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติชนิดหนึ่งที่เกิดจากการหักเหของแสงในบรรยากาศชั้นต่าง ๆ เพราะความหนาแน่นของอากาศในชั้นต่าง ๆ ไม่เท่ากัน เช่น คนในทะเลทรายอาจเห็นต้นไม้ต้นหนึ่งเป็นสองต้นพร้อม ๆ กัน คือ ต้นไม้ต้นเดิมกับภาพของต้นไม้ที่มียอดต้นไม้ปรากฏใต้พื้นทราย มิราจมักเกิดในบริเวณที่อากาศมีความหนาแน่นแตกต่างกันมาก เช่น ทะเลทราย หรือถนน ซึ่งถูกแดดจัด

กฎของสเนลล์ หรือกฎการหักเหของแสง สรุปได้ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหอยู่บนระนาบเดียวกันเสมอ
2. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่งกับไซน์ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงตัวเสมอ

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ชั้นสร้างประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา)
 - 1.1 นักเรียนยกตัวอย่างปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสงในชีวิตประจำวันที่เคยพบเห็น
 - 1.2 นักเรียนพิจารณารูปภาพการกระจายแสง การสะท้อนกลับหมดของแสง การเกิดรุ้ง และการเกิดมิราจ ในหนังสือเรียน
2. ชั้นได้ร่องประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)
 - 2.1 นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุการกระจายแสง การสะท้อนกลับหมดของแสง การเกิดรุ้ง และการเกิดมิราจ
 - 2.2 ครูใช้คำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของแสง ดังนี้
 - 2.2.1 การกระจายของแสงเกิดขึ้นได้อย่างไร (เมื่อแสงเดินทางผ่านอากาศเข้าไปในวัตถุที่มีดัชนีหักเหต่างกัน จะทำให้แสงสีต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของแสงเกิดการหักเหในมุมที่ต่างกัน เมื่อนำฉากไปรับจะทำให้มองเห็นเป็นแสงสีต่าง ๆ)

2.2.2 การสะท้อนกลับหมดของแสงเกิดขึ้นได้อย่างไร จงอธิบาย (เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นสูงไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า แสงจะหักเหออกจากเส้นปกติ ถ้ามุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา จะเรียกมุมตกกระทบว่า มุมวิกฤต ถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตจะไม่มีรังสีหักเหแต่จะมีรังสีสะท้อนเท่านั้น ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า การสะท้อนกลับหมด)

2.2.3 รุ้ง เกิดขึ้นได้อย่างไร จงอธิบาย (เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านละอองน้ำ หรือหยดน้ำ แสงจะเกิดการกระจายและสะท้อนกลับหมด เมื่อเรายืนในตำแหน่งที่เหมาะสม จะทำให้มองเห็นสเปกตรัมของแสงขาวได้)

2.2.4 มิวราจ เกิดขึ้นได้อย่างไร จงอธิบาย (มิวราจ เกิดจากการหักเหของแสง ในอากาศที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน เช่น ทะเลทราย และพื้นถนนซึ่งถูกแดดร้อนจัด)

3. ชั้นสร้างความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนวาดภาพตามความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ การกระจายแสง การเกิดรุ้ง การสะท้อนกลับหมดของแสง และการเกิดมิวราจ พร้อมทั้งเขียนคำอธิบายได้ภาพ

4. ชั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

4.1 นักเรียนศึกษาปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสงและกฎของสเนลล์เพิ่มเติม จากหนังสือเรียน เทปวีดิทัศน์ และอินเทอร์เน็ต

4.2 ครูสาธิตการเกิดปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง ได้แก่ การกระจายของแสง การสะท้อนกลับหมดของแสง การเกิดรุ้ง และมิวราจ

5. ชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบแนวความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผล เรื่องการกระจายของแสง การสะท้อนกลับหมด และการเกิดรุ้ง

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเรื่องการกระจายของแสง การสะท้อนกลับหมด และการเกิดรุ้ง

5.3 ครูและนักเรียนนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถาม นำการอภิปราย ดังนี้

5.3.1 จากการทดลองเรื่องการกระจายของแสง เมื่อให้แสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม ผลจะเป็นอย่างไร (แสงสีที่เป็นองค์ประกอบของแสงขาว จะเกิดการหักเหในมุมที่แตกต่างกัน เมื่อนำจากไปรับจะเห็นแสงสีต่าง ๆ เรียงตัวกันอย่างชัดเจน)

5.3.2 แสงสีใดที่มีการหักเหมากที่สุด และแสงสีใดที่มีการหักเหน้อยที่สุด (แสงสีม่วงมีการหักเหมากที่สุด และแสงสีแดงมีการหักเหน้อยที่สุด)

5.3.3 จากการทดลอง แสงสีที่กระจายออกมาจากปริซึมมีทั้งหมดกี่สี ได้แก่ อะไรบ้าง (มีทั้งหมด 7 สี ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง)

5.3.4 จากการทดลองเรื่อง การสะท้อนกลับหมดของแสง เมื่อให้แสงขาว ผ่านเข้าไปในปริซึม มุมตกกระทบจะต้องมีค่าเท่าใด แสงจึงจะเกิดการสะท้อนกลับหมด (มุมตกกระทบจะต้องมีค่ามากกว่ามุมวิกฤต จึงจะเกิดการสะท้อนกลับหมด)

5.3.5 มุมวิกฤต คืออะไร (มุมวิกฤต คือ มุมตกกระทบ ที่ทำให้เกิดมุมหักเห เท่ากับ 90 องศา)

5.3.6 การสะท้อนกลับหมดของแสง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างไร (ในชีวิตประจำวันของเรา มีอุปกรณ์ที่ใช้หลักการสะท้อนกลับหมดของแสง เช่น อุปกรณ์ตรวจอวัยวะภายในร่างกายคนไข้ เป็นต้น)

5.3.7 จากการทดลอง การเกิดรุ้ง เมื่อนำกระจกเงาราบวางทำมุมกับระดับ น้ำที่มีแสงตกกระทบ ผลจะเป็นอย่างไร (เมื่อให้แสงอาทิตย์ตกกระทบกับผิวน้ำ จะเกิดการกระจายของแสง และสะท้อนเข้าไปในกระจกเงาราบ เมื่อนำฉากไปรับแสงที่สะท้อนออกจาก กระจกเงาราบ จะสังเกตเห็นแสงสีต่างๆ ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง)

5.3.8 จากการทดลอง สรุปได้ว่า รุ้งเกิดจากอะไร (เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่าน ละอองน้ำหรือหยดน้ำแสงจะเกิดการหักเหและปรากฏเป็นแสงสีต่าง ๆ และเรียกแสงสีต่าง ๆ นั้นว่า รุ้งกินน้ำ)

5.3.9 มิวราจ เกิดขึ้นได้อย่างไร (เกิดจากการหักเหของแสงในอากาศที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน ทำให้สายตาของคนเรามองเห็นวัตถุและภาพของวัตถุในเวลาเดียวกัน)

5.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการกระจายของแสง การสะท้อนกลับหมด ของแสง รุ้ง และมิวราจ ที่ครูกำหนดให้

6. ชั้นสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตัวเอง (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยใช้หลักการหักเหของแสง

7. ชั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

7.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงผลงานที่สร้างขึ้นเกี่ยวกับการนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

7.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อนำเสนอผลงานที่ได้สร้างขึ้น

8. ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น (พัฒนาสมองซีกขวา)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานที่ได้สร้างขึ้น มาจัดมุมนิทรรศการในห้อง วิทยาศาสตร์หรือห้องเรียน

สื่อและอุปกรณ์

- | | |
|---------------------------------|---------------|
| 1. กระดาษวาดเขียน | จำนวน 30 แผ่น |
| 2. ปริซึมสามเหลี่ยม | จำนวน 6 อัน |
| 3. แท่งพลาสติก | จำนวน 6 อัน |
| 4. กระจกเงาราบ | จำนวน 6 อัน |
| 5. กระดาษ A4 | จำนวน 6 แผ่น |
| 6. หม้อแปลง | จำนวน 6 อัน |
| 7. กล้องแสง | จำนวน 6 อัน |
| 8. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ | จำนวน 30 เล่ม |
| 9. ใบงานเรื่องการกระจายแสง | จำนวน 6 แผ่น |
| 10. ใบงานเรื่องการสะท้อนกลับหมด | จำนวน 6 แผ่น |
| 11. ใบงานเรื่องการเกิดรุ้ง | จำนวน 6 แผ่น |

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการทำงานกลุ่ม
2. สังเกตจากการร่วมมือปราชัย
3. ตรวจสอบบันทึกผลการทดลอง
4. ตรวจสอบฝึกหัดเรื่องปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง
5. ตรวจสอบคุณภาพของผลงาน

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

(นางคำภา ศรีแพ่ง)

ผู้บันทึก

ใบงาน เรื่อง การเกิดรุ้ง

- สมาชิกในกลุ่ม
- 1) เลขที่
 - 2) เลขที่
 - 3) เลขที่
 - 4) เลขที่
 - 5) เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาหลักการเกิดรุ้ง

วิธีทำ นำน้ำใส่ภาชนะที่เหลี่ยมให้มีความสูงประมาณ 3 เซนติเมตร แล้วนำภาชนะใส่น้ำไปวางไว้กลางแดด นำกระจกเงาราบไปวางทำมุมกับระดับน้ำ หาขนาดของมุมที่กระจกเงาราบทำกับระดับน้ำที่สามารถสะท้อนสเปกตรัมของแสงบนไปตกที่ฉากสีขาวพอดี สังเกตสเปกตรัมของแสงบนฉากสีขาว

สมมติฐาน

.....

.....

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน เรื่อง การกระจายของแสง

- สมาชิกในกลุ่ม
- 1) เลขที่
 - 2) เลขที่
 - 3) เลขที่
 - 4) เลขที่
 - 5) เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายของแสง

วิธีทำ ต่อหลอดไฟฟ้าของกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลง 12 โวลต์ ใช้แผ่นช่องแสง 1 ช่อง วางกั้นหน้ากล่องแสง วางปริซึมสามเหลี่ยมบนกระดาษขาว ซึ่งอยู่หน้ากล่องแสงโดยให้ด้านที่เป็นสามเหลี่ยมและขนทาบบนกระดาษ จัดกล่องแสงให้ลำแสงขนานกับพื้นกระดาษขาวและไปตกกระทบบนหน้าหนึ่งของปริซึม จากนั้นนำกระดาษอีกแผ่นหนึ่งมาทำเป็นฉากรับแสง ซึ่งออกมาจากอีกหน้าหนึ่งของปริซึม แล้วสังเกตภาพที่ปรากฏบนฉากต่อไป ลากเส้นตามขอบของปริซึมบนกระดาษที่รองรับปริซึม ลากแนวของรังสีตกกระทบบและแนวของรังสีที่หักเหออกมาจากปริซึม โดยแยกแนวแต่ละสีให้เห็น

สมมติฐาน

.....

บันทึกผล

.....

ใบงาน
เรื่อง การสะท้อนกลับหมดของแสง

- สมาชิกในกลุ่ม
- 1) เลขที่
 - 2) เลขที่
 - 3) เลขที่
 - 4) เลขที่
 - 5) เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาเงื่อนไขของการเกิดการสะท้อนกลับหมด

วิธีทำ ต่อหลอดไฟฟ้าของกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลง 12 โวลต์ ใช้แผ่นช่องแสงวางกัน หน้ากล่องแสงให้ลำแสงออกมาเพียง 1 ลำ วางแท่งพลาสติกซึ่งด้านหนึ่งเป็นผิวโค้งและอีกด้านหนึ่งเป็นผิวตรงบนแผ่นกระดาษขาว จัดลำแสงจากกล่องแสงให้ผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติกทางด้านผิวโค้งและไปตกกระทบบนด้านผิวตรงของแท่งพลาสติก โดยมุมตกกระทบบมีค่าต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ค่าน้อยไปหาค่ามาก สังเกตรังสีสะท้อน และรังสีหักเหที่ด้านผิวตรง บันทึกผลการทดลอง

สมมติฐาน

.....
.....

บันทึกผล

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

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
วิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง การเคลื่อนที่และอัตราเร็วแสง

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อแสดงให้เห็นว่าอัตราเร็วของแสงมีค่าสูงมากและมีค่าคงที่ค่าหนึ่งได้
2. อธิบายวิธีการวัดอัตราเร็วของแสงด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น วิธีของกาลิเลโอ วิธีของโรเมอร์ และวิธีของฟูโซได้
3. ทำการทดลองเพื่อทดสอบว่าแสงเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง

สาระสำคัญ

สมบัติของแสง

แสงจากดวงอาทิตย์ที่เราเรียกว่าแสงขาวนั้น ประกอบด้วย แสงสีต่าง ๆ ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง แสงที่ตามองเห็นส่วนหนึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สมบัติของแสงขาวสรุปได้ ดังนี้

1. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง
2. แสงเดินทางในสุญญากาศด้วยอัตราเร็ว 3×10^8 เมตรวินาที
3. แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
4. แสงเป็นคลื่นตามขวาง เพราะสามารถเกิดโพลาไรซ์ได้

การวัดอัตราเร็วแสง

กาลิเลโอ พยายามวัดอัตราเร็วของแสง โดยยืนบนยอดเขาคนละยอดกับอีกคนหนึ่ง แล้วนัดหมายเวลาในการส่องไฟ เช่นให้ คนที่ A เริ่มส่องไฟในเวลา 23.00 นาฬิกา ทันทีที่ B เห็นแสงไฟจาก A ให้ B ส่องไฟกลับไปยัง A คนที่ A จะจับเวลาตั้งแต่ที่เขาเริ่มส่องไฟจนเห็นแสงไฟส่องกลับมาจาก B อีกครั้ง ผลปรากฏว่า คนที่ A ไม่สามารถจับเวลานั้นได้เนื่องจากเวลานั้นสั้นมากเกินไป จึงสรุปว่า อัตราเร็วของแสงสูงมาก

โรเมอร์ สามารถแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าแสงมีอัตราเร็วจำกัด โดยการสังเกตคาบการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์วงในสุดที่เป็นบริวารของดาวพฤหัสบดีและสามารถคำนวณอัตราเร็วของแสงได้จาก

$$c = \frac{D}{\Delta T}$$

c = อัตราเร็วแสง มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

D = เส้นผ่านศูนย์กลางวงโคจรของโลก มีหน่วยเป็นเมตร

ΔT = เวลาที่ต่างกันของ T_1 กับ T_2 มีหน่วยเป็นวินาที

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและยกตัวอย่างประกอบว่า “แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงมีลักษณะเป็นอย่างไร”

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 นักเรียนทำกิจกรรมตามใบงานเรื่องแนวทางการเคลื่อนที่ของแสง

2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเรื่องแนวทางการเคลื่อนที่ของแสง โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

2.2.1 เมื่อมองผ่านรูบนแผ่นกระดาษ นักเรียนสังเกตเห็นอะไร (ไส้หลอดไฟฟ้า)

2.2.2 ถ้าวางแผ่นกระดาษโดยไม่ให้รูบนแผ่นกระดาษตรงกับไส้หลอดไฟฟ้า แล้วมองผ่านรูบนกระดาษจะสังเกตเห็นไส้หลอดหรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่เห็น เพราะแสงไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุทึบแสงได้)

2.2.3 เมื่อปล่อยควันเข้าไปในบริเวณระหว่างแผ่นกระดาษทั้งสอง จะสังเกตเห็นอะไร (จะมองเห็นลำแสงซึ่งเป็นเส้นตรง)

2.2.4 แสงจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางชนิดใดได้บ้าง (น้ำ อากาศ แก้ว พลาสติกใส เป็นต้น)

2.3 นักเรียนยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่แสดงให้เห็นว่าแนวทางการเคลื่อนที่ของแสงเป็นเส้นตรง เช่น การเกิดเงาของวัตถุ การถ่ายรูป เป็นต้น

2.4 ครูให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับการเขียนรังสีของแสง แนวทางการเคลื่อนที่ของแสง การเกิดเงาของวัตถุ วิธีการหาอัตราเร็วแสงของกาลิเลโอ โรเมอร์ และฟิโซ

2.5 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการเคลื่อนที่และอัตราเร็วแสง

2.6 นักเรียนสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับแนวทางการเคลื่อนที่ของแสง

2.7 นักเรียนวาดภาพ แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงตามที่สังเกตได้

3. กิจกรรมหลังการเรียนการสอน

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยกันหาแนวทางในการนำผลการเรียนรู้ในหัวข้อนี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อและอุปกรณ์

- | | |
|---|---------------|
| 1. กระดาษวาดเขียน | จำนวน 30 แผ่น |
| 2. กระดาษ A4 | จำนวน 12 แผ่น |
| 3. หลอดไฟฟ้า 40 วัตต์ | จำนวน 6 หลอด |
| 4. ไปงานเรื่องแนวทางการเคลื่อนที่ของแสง | จำนวน 6 แผ่น |
| 5. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ | จำนวน 30 เล่ม |
| 6. แบบฝึกหัด เรื่องแนวทางการเคลื่อนที่ของแสงและการเกิดเงาของวัตถุ | จำนวน 30 แผ่น |

การวัดผลและประเมินผล

- สังเกตจากการทำงานกลุ่ม
- สังเกตจากการร่วมอภิปราย
- ตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง
- ตรวจแบบฝึกหัดเรื่องการเคลื่อนที่และอัตราเร็วแสง

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

(นางคำภา ศรีแพ่ง)

ผู้บันทึก

ใบงาน เรื่อง แนวการเคลื่อนที่ของแสง

- สมาชิกในกลุ่ม
- 1) เลขที่
 - 2) เลขที่
 - 3) เลขที่
 - 4) เลขที่
 - 5) เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาแนวการเคลื่อนที่ของแสง

วิธีทำ นำกระดาษที่เจาะรูไว้ 1 แผ่น มากั้นระหว่างหลอดไฟฟ้าและตา ให้ได้หลอดไฟฟ้า รูปบนแผ่นกระดาษและตาอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน แล้วมองผ่านรูบนแผ่นกระดาษ จะมองเห็นได้หลอดไฟฟ้า จากนั้นเพิ่มกระดาษที่เจาะรูอีก 1 แผ่น วางแผ่นกระดาษแผ่นที่สองไว้ระหว่างแผ่นแรกกับตา แล้วมองผ่านรูบนแผ่นกระดาษอีกครั้งหนึ่ง เราจะมองเห็นได้หลอดไฟฟ้าได้เช่นครั้งแรก ก็ต่อเมื่อรูบนแผ่นกระดาษทั้งสอง ได้หลอดไฟฟ้าและตาต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

สมมติฐาน

.....

.....

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
วิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง การสะท้อนของแสง

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายกฎการสะท้อนของแสงได้
2. ทำการทดลองเพื่อหาดำแหน่งภาพของวัตถุที่วางหน้ากระจกเงาราบ กระจกเว้า กระจกนูน และสามารถเปรียบเทียบระยะภาพกับระยะวัตถุได้
3. บอกความหมายของภาพจริงและภาพเสมือนที่เกิดจากกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูนได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพและความยาวโฟกัสของกระจกเว้า และกระจกนูนได้
5. ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากกระจกเงาราบ กระจกเว้าและกระจกนูนในชีวิตประจำวันได้

สาระสำคัญ

การสะท้อนของแสง

เนื่องจากแสงเป็นคลื่น ดังนั้น การสะท้อนของแสงจะเป็นไปตามกฎเกณฑ์ ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก อยู่ในระนาบเดียวกัน
 2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ
- การสะท้อนที่กระจกเงาราบ สามารถสรุปได้ ดังนี้
1. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
 2. ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือน
 3. ระยะภาพมีค่าเท่ากับระยะวัตถุ

การสะท้อนที่วัตถุผิวโค้งทรงกลม สามารถสรุปได้ ดังนี้

กระจกเงาโค้งมี 2 แบบ คือ กระจกเว้า และกระจกนูน ความโค้งของกระจกที่กล่าวถึงนี้เป็น ความโค้งส่วนหนึ่งที่ตัดมาจากวงกลม กระจกเว้าและกระจกนูน ในเบื้องต้นแตกต่างกันที่ กระจกเว้ารวมแสง ส่วนกระจกนูนกระจายแสง เมื่อบางวัตถุไว้หน้ากระจกเว้าหรือนูนห่างออกไประยะ S ภาพของวัตถุที่เกิดจากกระจกอยู่ห่างจากกระจกเป็นระยะ S' จะมีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f}$$

กำหนดให้	S'	= ระยะภาพ
	S	= ระยะวัตถุ
	R	= รัศมีความโค้งของกระจก
	f	= ความยาวโฟกัสของกระจก = $\frac{R}{2}$

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายและยกตัวอย่างการมองเห็นวัตถุต่าง ๆ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ว่า เพราะเหตุใดเราจึงสามารถมองเห็นวัตถุต่าง ๆ ได้

1.2 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “ถ้าให้แสงตกกระทบบนผิวราบ ผิวโค้งเว้า และผิวโค้งนูน รังสีตกกระทบบนและรังสีสะท้อน จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร มุมตกกระทบบนและมุมสะท้อนจะมีค่าเท่ากันหรือไม่”

2. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเรื่อง การเกิดภาพในกระจกเงาราบ

2.2 ครูและนักเรียนนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดภาพในกระจกเงาราบ ดังนี้

2.2.1 เมื่อปักเข็มหมุดตัวสั้นไว้หน้ากระจกเงาราบ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร (จะเกิดภาพในกระจกเงาราบ)

2.2.2 ภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเงาราบจะเป็นภาพชนิดใด (ภาพเสมือน)

2.2.3 เมื่อปักเข็มหมุดตัวยาวไว้ด้านหลังกระจกซึ่งตรงกับภาพของเข็มหมุดตัวสั้น เมื่อเอียงศีรษะไปทางซ้ายและขวา พบว่า เข็มหมุดตัวยาวและภาพของเข็มหมุดตัวสั้นก็ยังซ้อนทับกันอยู่เช่นเดิม ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอะไร (ไม่มีแพริลแลกซ์)

2.2.4 คำว่า ไม่มีแพริลแลกซ์ หมายถึง อะไร (ภาพของเข็มหมุดตัวสั้นและเข็มหมุดตัวยาวอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน)

2.2.5 ระยะเวลาของเข็มหมุดตัวสั้น มีค่าเท่าใด (ระยะเวลาของเข็มหมุดตัวสั้นมีค่าเท่ากับ ระยะจากเข็มหมุดตัวยาวถึงกระจกเงาราบ)

2.2.6 แนวรังสีของแสงบนกระจกเงาราบ มีลักษณะเป็นอย่างไร จงวาดภาพพร้อมคำอธิบาย

2.3 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดภาพในกระจกโค้งทรงกลม ดังนี้

2.3.1 เมื่อนำวัตถุไปวางไว้หน้ากระจกเว้า ภาพที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร (ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงเกิดด้านหน้าของกระจก)

2.3.2 เมื่อนำวัตถุไปวางไว้หน้ากระจกนูน ภาพที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร (ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือนเกิดด้านหลังของกระจก)

2.3.3 แนวรังสีของแสงบนกระจกเว้าและกระจกนูน มีลักษณะเป็นอย่างไร จงวาดภาพประกอบคำอธิบาย

2.4 นักเรียนศึกษากฎการสะท้อนของแสง การเกิดภาพในกระจกเงาราบ การเกิดภาพในกระจกโค้งทรงกลม และชนิดของภาพ จากหนังสือเรียน หนังสือคู่มือ และอินเทอร์เน็ต

2.5 นักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระยะเวลา ระยะเวลาวัตถุ และความยาวโฟกัสของกระจกโค้งทรงกลม

2.6 คุยยกตัวอย่างการคำนวณหาระยะภาพ ระยะเวลาวัตถุ และความยาวโฟกัสของกระจกโค้งทรงกลม

2.7 นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่องการเกิดภาพในกระจกเงาราบและกระจกโค้งทรงกลม

2.8 นักเรียนวาดภาพการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบและกระจกโค้งทรงกลมตามที่สังเกตได้ พร้อมทั้งเขียนคำอธิบายได้ภาพ

3. กิจกรรมหลังการเรียนการสอน

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยกันหาแนวทางในการนำผลการเรียนรู้ในหัวข้อนี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อและอุปกรณ์

- | | |
|---------------------------------|---------------|
| 1. กระดาษวาดเขียน | จำนวน 30 แผ่น |
| 2. กระดาษกราฟ | จำนวน 6 อัน |
| 3. เข็มหมุดตัวสั้น | จำนวน 6 อัน |
| 4. เข็มหมุดตัวยาว | จำนวน 6 อัน |
| 5. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ | จำนวน 30 เล่ม |
| 6. ใบงาน เรื่องการสะท้อนแสง | จำนวน 6 แผ่น |
| 7. แบบฝึกหัด เรื่องการสะท้อนแสง | จำนวน 30 แผ่น |

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการทำงานกลุ่ม
2. สังเกตจากการร่วมมือปราชญ์
3. ตรวจสอบบันทึกผลการทดลอง
4. ตรวจสอบแบบฝึกหัดเรื่องการสะท้อนของแสง

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(นางคำภา ศรีแพ่ง)

ผู้บันทึก

ใบงาน
เรื่อง การสะท้อนของแสง

- สมาชิกในกลุ่ม**
- 1) เลขที่
- 2) เลขที่
- 3) เลขที่
- 4) เลขที่
- 5) เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อหาดำแหน่งภาพของวัตถุที่วางไว้หน้ากระจกเงาราบด้วยวิธีแพร์ลแลกซ์

วิธีทำ วางกระจกเงาราบบนกระดาษขาวบนโต๊ะโดยให้ผิวหน้าของกระจกตั้งฉากกับระนาบของกระดาษ ปักเข็มหมุดตัวสั้นไว้หน้ากระจกแล้วมองภาพของเข็มหมุดตัวสั้นในกระจก จากนั้นปักเข็มหมุดตัวยาวไว้ทางด้านหลังของกระจกโดยเล็งให้เข็มหมุดทั้งสองและภาพในกระจกอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ซึ่งจะเห็นทั้งสามซ้อนกันเมื่อมองในแนวตั้งฉากกับระนาบของกระจกต่อไปให้เอียงศีรษะไปทางซ้ายและขวา สังเกตดูว่าเข็มหมุดตัวยาวและภาพของ เข็มหมุดตัวสั้นซ้อนกันอยู่เช่นเดิมหรือไม่ ถ้าไม่ซ้อน ให้เลื่อนเข็มหมุดตัวยาวจนเห็นเข็มหมุด ตัวยาวและภาพของเข็มหมุดตัวสั้นซ้อนกันเสมอเมื่อเอียงศีรษะไปมา แสดงว่าภาพและเข็มหมุดตัวยาวอยู่ที่ ตำแหน่งเดียวกัน หรือกล่าวว่ามีแพร์ลแลกซ์ ระหว่างเข็มหมุดตัวยาวกับภาพของเข็มหมุดตัวสั้น วัดระยะวัตถุโดยวัดระยะจากเข็มหมุดตัวสั้นถึงกระจก วัดระยะภาพโดยวัดระยะจากเข็มหมุดตัวยาวถึงกระจก ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนระยะวัตถุไปอีก 2 ค่า

สมมติฐาน

.....

.....

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

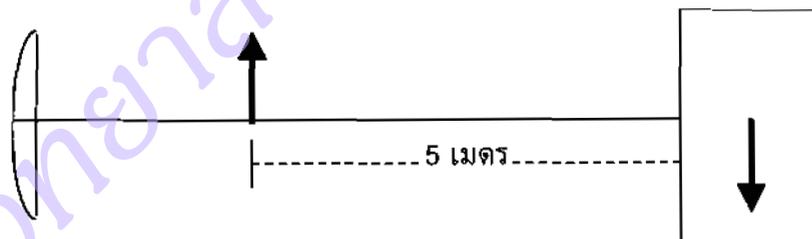
.....

แบบฝึกหัด

เรื่อง การสะท้อนของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้ ดังต่อไปนี้

1. จงอธิบายหลักการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบ และกระจกโค้งทรงกลม
2. จงวาดแนวรังสีของแสงจากวัตถุเมื่อตกกระทบกับกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน
3. จงอธิบายความหมายของแฟรลแลกซ์ และไม่มีแฟรลแลกซ์
4. ภาพจริง หมายถึง อะไร มักเกิดกับวัตถุผิวโค้งชนิดใด
5. ภาพเสมือน หมายถึง อะไร มักเกิดกับวัตถุผิวโค้งชนิดใด
6. กระจกนูนรัศมีมีความโค้ง 450 เซนติเมตร จงหาระยะวัตถุที่พอดีทำให้เกิดภาพห่างจากกระจก 2 ใน 3 ของความยาวโฟกัส
7. เขียนไขววางห่างจากกำแพง 5 เมตร จะต้องวางกระจกเว้าที่มีรัศมีมีความโค้งเท่าใด และวางห่างจากกำแพงเป็นระยะทางเท่าใดจึงจะได้ภาพบนกำแพงมีกำลังขยาย 4 เท่าของวัตถุ



8. วางวัตถุไว้ห่างจากกระจกโค้งบานหนึ่งเป็นระยะ 30 ซม. ปรากฏว่าเกิดภาพเสมือนมีกำลังขยาย 1.5 เท่าของวัตถุ จงหาความยาวโฟกัส และชนิดของกระจกโค้ง
9. จงบอกประโยชน์ของกระจกเงาราบ กระจกนูน และกระจกเว้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาให้มากที่สุด

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
วิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง การหักเหของแสง

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

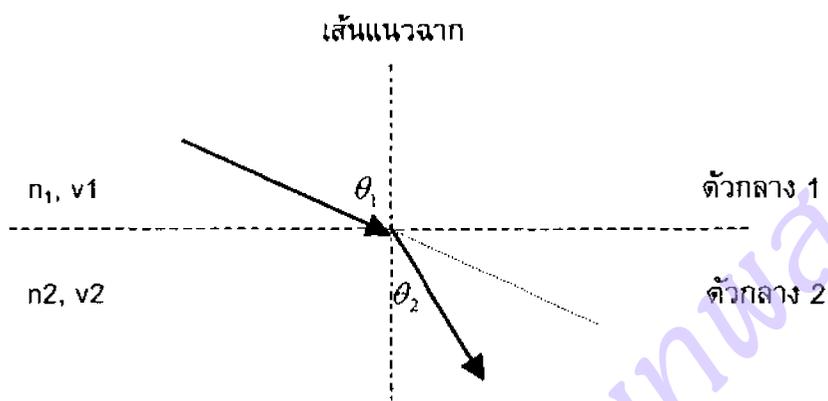
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อให้แสงผ่านออกจากอากาศเข้าไปในแท่งพลาสติก
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเห และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
3. บอกกฎของสเนลล์ และสามารถนำกฎของสเนลล์ไปใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหักเหของแสงได้
4. อธิบายความหมายของความลึกจริงและความลึกปรากฏได้
5. ใช้กฎการหักเหของแสงเขียนรูปเพื่อหาดำแหน่งความลึกจริงและความลึกปรากฏได้
6. หาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริง ความลึกปรากฏ มุมตกกระทบ มุมสะท้อน ดัชนีหักเหของตัวกลาง และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

สาระสำคัญ

กฎการหักเหของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 ขณะที่ผ่านผิวรอยต่อระหว่างทั้งสองตัวกลาง แสงจะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่โดยเบนออกจากแนวการเคลื่อนที่เดิม เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การหักเหของแสง ซึ่งแสดงได้ดังภาพด้านล่าง



จากภาพ สามารถอธิบายได้ด้วยกฎของสเนลล์ ดังนี้

อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเห มีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

กำหนดให้ θ_1 คือ มุมตกกระทบ

θ_2 คือ มุมหักเห

n_1 คือ ดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางที่ 1

n_2 คือ ดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางที่ 2

v_1 คือ อัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 1

v_2 คือ อัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 2

ความลึกจริง ความลึกปรากฏ

ในการมองวัตถุที่อยู่ในน้ำ โดยผู้มองอยู่ในอากาศ จะมองเห็นวัตถุได้ก็ต้องมีแสงจากวัตถุเคลื่อนที่ผ่านน้ำ หักเหออกสู่อากาศแล้วเข้านัยน์ตา เนื่องจากอากาศมีดรรชนีหักเหน้อยกว่าน้ำ ดังนั้นมุมหักเหในอากาศจึงมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบในน้ำ ทำให้คนที่อยู่บนอากาศมองวัตถุที่อยู่ในน้ำตื้นกว่าความเป็นจริง

การจัดการกระบวนการเรียนรู้

1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายว่า “เราสามารถมองเห็นวัตถุต่าง ๆ ได้เพราะเหตุใด”

1.2 นักเรียนทบทวนแนวการเคลื่อนที่ของแสงในตัวกลางชนิดเดียวกัน ซึ่งมีแนวทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แล้วครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายว่า “ถ้าให้แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิด แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงจะเป็นอย่างไร”

2. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์หักเหของแสง ตามใบงานที่ครูแจกให้

2.2 นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง แล้วอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถาม ดังนี้

2.2.1 เราสามารถมองเห็นวัตถุได้เพราะเหตุใด (การมองเห็นวัตถุต่าง ๆ ได้นั้น เพราะมีแสงไปกระทบกับวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ตาเรา ทำให้มองเห็นวัตถุนั้น ๆ ได้)

2.2.2 ถ้าให้แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิด แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะเป็นอย่างไร (เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 แสงจะมีการเคลื่อนที่เบนออกจากแนวเดิม)

2.2.3 เมื่อฉายลำแสงเข้าไปในแท่งพลาสติก ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร (ลำแสงมีแนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากแนวเดิม)

2.2.4 จากข้อ 2.2.3 การที่ลำแสงมีแนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิมนั้น มีสาเหตุมาจากอะไร (เมื่อแสงมีการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่แตกต่างกัน คือจากอากาศไปยังแท่งพลาสติก ทำให้แสงมีความยาวและความเร็วเปลี่ยนไปจากเดิม ส่งผลให้มีแนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปด้วย)

2.2.5 ปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของแสงแบบนี้ เรียกว่าอะไร (การหักเหของแสง)

2.2.6 เมื่อเราสังเกตปลาที่อยู่ในอ่างเลี้ยงปลา ความลึกที่ปรากฏให้เห็นกับความลึกที่ปลาอาศัยอยู่จริงนั้นเป็นอย่างไร (การมองเห็นปลาในอ่างเลี้ยงปลาจะคลาดเคลื่อนไปจากระดับที่ปลาอาศัยอยู่จริง)

2.2.7 จากข้อ 2.2.6 สาเหตุที่ทำให้การมองเห็นปลามีระดับที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงนั้น เพราะเหตุใด (เมื่อแสงสะท้อนออกจากตัวปลาที่อยู่ในน้ำเข้าไปในอากาศ จะทำให้แสงเกิดการหักเหเข้าสู่ตาของผู้สังเกต ผู้สังเกตจะมองเห็นปลาในระดับที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง)

2.3 นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎการหักเหของแสง ความลึกจริงและความลึกปรากฏ

2.4 ครูยกตัวอย่างการคำนวณเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจวิธีการนำกฎของสเนลส์ไปใช้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

2.5 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการหักเหของแสง

2.6 นักเรียนสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับกฎการหักเหของแสง ความลึกจริงและความลึกปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูลจากการเรียนในชั้นตอนที่ผ่านมา หนังสือเรียน หนังสือคู่มือ หนังสืออ่านเพิ่มเติม อินเทอร์เน็ต และอื่น ๆ

2.7 นักเรียนวาดภาพการหักเหของแสงพร้อมทั้งคำอธิบายได้ภาพ

3. กิจกรรมหลังการเรียนการสอน

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยกันหาแนวทางในการนำผลการเรียนรู้ในหัวข้อนี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. แท่งพลาสติก	จำนวน 6 แท่ง
2. เครื่องกำเนิดแสง	จำนวน 6 เครื่อง
3. หม้อแปลง	จำนวน 6 เครื่อง
4. กระดาษวาดเขียน	จำนวน 30 แผ่น
5. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์	จำนวน 30 เล่ม
6. ใบงาน เรื่องการหักเหของแสง	จำนวน 6 แผ่น

การวัดผลและประเมินผล

- สังเกตจากการทำงานกลุ่ม
- สังเกตจากการร่วมอภิปราย
- ตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง
- ตรวจแบบฝึกหัดเรื่องการหักเหของแสง

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(นางคำภา ศรีแพ่ง)

ผู้บันทึก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
วิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลา 4 ชั่วโมง

เรื่อง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทำการทดลองเพื่อสังเกตการกระจายของแสง และการสะท้อนกลับหมดได้
2. อธิบายปรากฏการณ์การกระจายแสง การสะท้อนกลับหมด การเกิดรุ้ง และมีراجได้
3. อธิบายความหมายของมุมเบี่ยงเบนและสเปกตรัมของแสงขาวได้
4. บอกความหมายของมุมวิกฤตและใช้กฎของสเนลล์หาค่ามุมวิกฤตได้

สาระสำคัญ

การกระจายแสง

เมื่อให้แสงขาวซึ่งประกอบด้วยแสงหลายสีผ่านปริซึมสามเหลี่ยมพบว่า แสงที่หักเหออกมาจากปริซึมจะไม่เป็นแสงขาว แต่จะมีสีต่าง ๆ กัน แสงแต่ละสีที่หักเหออกมาจะทำมุมหักเหต่าง ๆ กัน ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การกระจายแสง

การสะท้อนกลับหมดของแสง

เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งที่มีความหนาแน่นสูงสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า แสงจะหักเหออกจากเส้นปกติ ถ้ากรณีที่มุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา เราจะเรียกมุมตกกระทบว่ามุมวิกฤต แต่ถ้ามุมตกกระทบมีค่ามากกว่า 90 องศา จะไม่มีรังสีหักเห จะมีแต่รังสีสะท้อนเท่านั้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การสะท้อนกลับหมด

รุ้ง

รุ้งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพราะการกระจายของแสง ซึ่งเราอาจเห็นก่อนหรือหลังฝนตกเล็กน้อย โดยสังเกตได้จากตำแหน่งยิบที่เหมาะสม รุ้งเกิดจากการที่แสงอาทิตย์ส่องผ่านละอองน้ำหรือหยดน้ำซึ่งมีมากก่อนหรือหลังฝนตก แล้วหยดน้ำทำให้แสงเกิดการกระจายและสะท้อนกลับหมด ทำให้ได้สเปกตรัมของแสงขาว รุ้งมี 2 ชนิด แต่จะเป็นชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการสะท้อนของแสงเมื่อตกกระทบหยดน้ำ

มิราจ

มิราจ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติชนิดหนึ่งที่เกิดจากการหักเหของแสงในบรรยากาศชั้นต่าง ๆ เพราะความหนาแน่นของอากาศในชั้นต่าง ๆ ไม่เท่ากัน เช่น คนในทะเลทรายอาจเห็น ต้นไม้ต้นหนึ่งเป็นสองต้นพร้อม ๆ กัน คือ ต้นไม้ต้นเดิมกับภาพของต้นไม้ที่มียอดต้นไม้ปรากฏใต้พื้นทราย มิราจมักเกิดในบริเวณที่อากาศมีความหนาแน่นแตกต่างกันมาก เช่น ทะเลทราย หรือถนน ซึ่งถูกแดดจัด

กฎของสเนลล์ หรือกฎการหักเหของแสง สรุปได้ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหอยู่บนระนาบเดียวกันเสมอ
2. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่งกับไซน์ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงตัวเสมอ

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

- 1.1 นักเรียนยกตัวอย่างปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสงในชีวิตประจำวันที่เคยพบเห็น
- 1.2 นักเรียนพิจารณารูปภาพการกระจายแสง การสะท้อนกลับหมดของแสง การเกิดรุ้ง และการเกิดมิราจ ในหนังสือเรียน
- 1.3 นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุการกระจายแสง การสะท้อนกลับหมดของแสง การเกิดรุ้ง และการเกิดมิราจ

2. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

- 2.1 ครูอธิบายและสาธิตการเกิดปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง ได้แก่ การกระจายของแสง การสะท้อนกลับหมดของแสง การเกิดรุ้ง และมิราจ
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเรื่องการกระจายของแสง การสะท้อนกลับหมด และการเกิดรุ้ง
- 2.3 ครูและนักเรียนนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำการอภิปราย ดังนี้

2.3.1 จากการทดลองเรื่องการกระจายของแสง เมื่อให้แสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม ผลจะเป็นอย่างไร (แสงสีที่เป็นองค์ประกอบของแสงขาว จะเกิดการหักเหในมุมที่แตกต่างกัน เมื่อนำฉากไปรับจะเห็นแสงสีต่าง ๆ เรียงตัวกันอย่างชัดเจน)

2.3.2 แสงสีใดที่มีการหักเหมากที่สุด และแสงสีใดที่มีการหักเหน้อยที่สุด (แสงสีม่วงมีการหักเหมากที่สุด และแสงสีแดงมีการหักเหน้อยที่สุด)

2.3.3 จากการทดลอง แสงสีที่กระจายออกมาจากปริซึมมีทั้งหมดกี่สี ได้แก่ อะไรบ้าง (มีทั้งหมด 7 สี ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง)

2.3.4 จากการทดลองเรื่อง การสะท้อนกลับหมดของแสง เมื่อให้แสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม มุมตกกระทบจะต้องมีค่าเท่าใด แสงจึงจะเกิดการสะท้อนกลับหมด (มุมตกกระทบ จะต้องมียค่ามากกว่ามุมวิกฤต จึงจะเกิดการสะท้อนกลับหมด)

2.3.5 มุมวิกฤต คืออะไร (มุมวิกฤต คือ มุมตกกระทบ ที่ทำให้เกิดมุมหักเหเท่ากับ 90 องศา)

2.3.6 การสะท้อนกลับหมดของแสง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร (ในชีวิตประจำวันของเรา มีอุปกรณ์ที่ใช้หลักการสะท้อนกลับหมดของแสง เช่น อุปกรณ์ตรวจจรวจัยวะภายในร่างกายคนไข้ เป็นต้น)

2.3.7 จากการทดลอง การเกิดรุ้ง เมื่อนำกระจกเงาราบวางทำมุมกับระดับน้ำ ที่มีแสงตกกระทบ ผลจะเป็นอย่างไร (เมื่อให้แสงอาทิตย์ตกกระทบกับผิวน้ำ จะเกิดการกระจายของแสง และสะท้อนเข้าไปในกระจกเงาราบ เมื่อนำฉากไปรับแสงที่สะท้อนออกจากกระจกเงาราบ จะสังเกตเห็นแสงสีต่างๆ ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง)

2.3.8 จากการทดลอง สรุปได้ว่า รุ้งเกิดจากอะไร (เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านละอองน้ำหรือหยดน้ำแสงจะเกิดการหักเหและปรากฏเป็นแสงสีต่าง ๆ และเรียกแสงสีต่าง ๆ นั้นว่า รุ้งกินน้ำ)

2.3.9 มิวราจ เกิดขึ้นได้อย่างไร (เกิดจากการหักเหของแสงในอากาศที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน ทำให้สายตาของคนเรามองเห็นวัตถุและภาพของวัตถุในเวลาเดียวกัน)

2.4 นักเรียนศึกษาปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและกฎของสเนลล์เพิ่มเติม จากหนังสือเรียน หนังสือคู่มือ และอินเทอร์เน็ต

2.5 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการกระจายของแสง การสะท้อนกลับหมดของแสง รุ้ง และมิวราจ ที่ครูกำหนดให้

2.6 นักเรียนวาดภาพตามความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ การกระจายแสง การเกิดรุ้ง การสะท้อนกลับหมดของแสง และการเกิดมิวราจ พร้อมทั้งเขียนคำอธิบายได้ภาพ

3. กิจกรรมหลังการเรียนการสอน

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยกันหาแนวทางในการนำผลการเรียนรู้ในหัวข้อนี้อไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อและอุปกรณ์

1. กระดาษวาดเขียน	จำนวน 30 แผ่น
2. ปรีซึ่มสามเหลี่ยม	จำนวน 6 อัน
3. แท่งพลาสติก	จำนวน 6 อัน
4. ภาตสี่เหลี่ยมขนาด 15x25x7 ซม.	จำนวน 6 อัน
5. กระจกเงาราบ	จำนวน 6 อัน
6. ฉากรับแสงสีขาว	จำนวน 6 แผ่น
7. หม้อแปลง	จำนวน 6 อัน
8. กล้องแสง	จำนวน 6 อัน
9. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์	จำนวน 30 เล่ม
10. ใบงานเรื่องการกระจายแสง	จำนวน 6 แผ่น
11. ใบงานเรื่องการสะท้อนกลับหมด	จำนวน 6 แผ่น
12. ใบงานเรื่องการเกิดรุ้ง	จำนวน 6 แผ่น
13. แบบฝึกหัดเรื่องปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง	จำนวน 30 แผ่น

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการทำงานกลุ่ม
2. สังเกตจากการร่วมอภิปราย
3. ตรวจสอบบันทึกผลการทดลอง
4. ตรวจสอบแบบฝึกหัดเรื่องปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(นางคำภา ศรีแพง)
ผู้บันทึก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ใบงาน เรื่อง การเกิดรุ้ง

- สมาชิกในกลุ่ม
- 1) เลขที่
 - 2) เลขที่
 - 3) เลขที่
 - 4) เลขที่
 - 5) เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาหลักการเกิดรุ้ง

วิธีทำ นำน้ำใส่ภาตสี่เหลี่ยมให้มีความสูงประมาณ 3 เซนติเมตร แล้วนำภาตที่ใส่น้ำไปวางไว้กลางแดด น้ำจะระจกเงาราบไปวางทำมุมกับระดับน้ำ หาขนาดของมุมที่ระจกเงาราบทำกับระดับน้ำที่สามารถสะท้อนสเปกตรัมของแสงบนไปตกที่ฉากสีขาวพอดี สังเกตสเปกตรัมของแสงบนฉากสีขาว

สมมติฐาน

.....

.....

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน
เรื่อง การสะท้อนกลับหมดของแสง

- สมาชิกในกลุ่ม
- 1) เลขที่
 - 2) เลขที่
 - 3) เลขที่
 - 4) เลขที่
 - 5) เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาเงื่อนไขของการเกิดการสะท้อนกลับหมด

วิธีทำ ต่อหลอดไฟฟ้าของกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลง 12 โวลต์ ใช้แผ่นช่องแสงวางกัน หน้ากล่องแสงให้ลำแสงออกมาเพียง 1 ลำ วางแท่งพลาสติกซึ่งด้านหนึ่งเป็นผิวโค้งและอีกด้านหนึ่งเป็นผิวตรงบนแผ่นกระดาษขาว จัดลำแสงจากกล่องแสงให้ผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติกทางด้านผิวโค้งและไปตกกระทบบนด้านผิวตรงของแท่งพลาสติก โดยมุมตกกระทบบมีค่าต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ค่าน้อยไปหาค่ามาก สังเกตรังสีสะท้อน และรังสีหักเหที่ด้านผิวตรง บันทึกผลการทดลอง

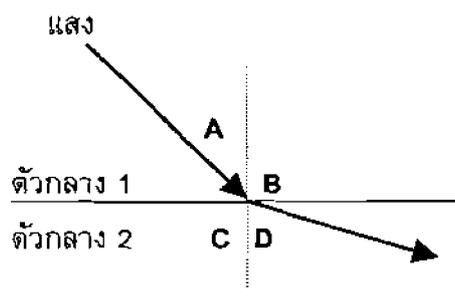
สมมติฐาน

.....
.....

บันทึกผล

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

จากภาพ ใช้ตอบคำถาม ข้อ 5



5. จากภาพ มุมใดเป็นมุมตกกระทบ

ก. มุม A

ค. มุม C

ข. มุม B

ง. มุม D

6. เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านอากาศเข้าไปในน้ำมีมุมตกกระทบเท่ากับ 60 องศา และมุมหักเหเท่ากับ 30 องศา กำหนดความยาวคลื่นแสงในอากาศเท่ากับ 1.5 ซม. ดังนั้นความยาวคลื่นแสงในน้ำมีค่าเท่าใด

ก. $\frac{1}{\sqrt{3}}$

ค. $\frac{2}{\sqrt{3}}$

ข. $\frac{1.5}{\sqrt{3}}$

ง. $\frac{3}{\sqrt{3}}$

7. เหรียญอันหนึ่งจมอยู่ก้นอ่างน้ำซึ่งมีน้ำลึก 10 เซนติเมตร ดัชนีหักเหของน้ำคือ $\frac{4}{3}$ จะมองเห็นเหรียญอยู่ลึกเท่าใด

ก. 15.5 เซนติเมตร

ค. 7.5 เซนติเมตร

ข. 10.5 เซนติเมตร

ง. 5.5 เซนติเมตร

8. พลาสติกหนา 7 เซนติเมตร วางทับตัวหนังสือ ปรากฏว่าเห็นเหมือนกับตัวหนังสืออยู่ลึกจากผิวพลาสติก 4 เซนติเมตร พลาสติกนี้ มีดัชนีหักเหเท่าใด

ก. 0.5

ค. 1.50

ข. 0.75

ง. 1.75

9. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนสะพาน มองเห็นปลาตัวหนึ่งอยู่ลึก 3 เมตร จากผิวน้ำ เขาจะต้องใช้ฉมวกแทงต่ำกว่าตำแหน่งที่เห็นเท่าใด จึงจะถูกปลาพอดี กำหนดดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ $\frac{4}{3}$

ก. 5 เมตร

ค. 1 เมตร

ข. 3 เมตร

ง. 0.5 เมตร

10. เมื่อให้แสงจากอากาศผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติก จะได้ขนาดของมุมตกกระทบและมุมหักเหตามตารางบันทึกผล ดังนี้

ครั้งที่	มุมตกกระทบ (องศา)	มุมหักเห (องศา)
1	A	B
2	C	D
3	E	F

จากข้อมูลในตาราง ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. เมื่อแสงผ่านผิวรอยต่อระหว่างอากาศกับแท่งพลาสติก แสงจะมีทิศทางการเคลื่อนที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม

ข. อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเห มีค่าคงตัวเสมอ

ค. หากเปลี่ยนแท่งพลาสติกเป็นวัตถุอื่น อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหจะมีค่าเปลี่ยนแปลง

ง. อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมสะท้อน มีค่าคงตัวเสมอ

11. กระจกแก้วมีรัศมีความโค้ง 20 ซม. ถ้าต้องการได้ภาพจริงโตขนาด 4 เท่าของวัตถุ จะต้องวางวัตถุให้ห่างจากจุดโฟกัสเป็นระยะเท่าใด

ก. 1.0 เซนติเมตร

ข. 1.5 เซนติเมตร

ค. 2.0 เซนติเมตร

ง. 2.5 เซนติเมตร

12. ถ้าใช้กระจกเว้ารัศมีความโค้ง 50 เซนติเมตร รับแสงจากดวงอาทิตย์ จะเกิดภาพห่างจากกระจกเท่าใด

ก. 15 เซนติเมตร

ข. 20 เซนติเมตร

ค. 25 เซนติเมตร

ง. 30 เซนติเมตร

13. ชายคนหนึ่งสูง 1.7 เมตร ยืนอยู่หน้ากระจกระนาบที่อยู่ในแนวตั้ง นัยน์ตาของเขาสูงจากพื้น 1.6 เมตร ถ้าเขาเห็นภาพของเขาเต็มตัว เต็มกระจกพอดี ดังนั้นขนาดของกระจกสูงกี่เมตร

ก. 0.6 เมตร

ข. 0.8 เมตร

ค. 0.85 เมตร

ง. 0.95 เมตร

19. เมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูน ณ ตำแหน่งที่น้อยกว่าระยะโฟกัส ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพชนิดใด

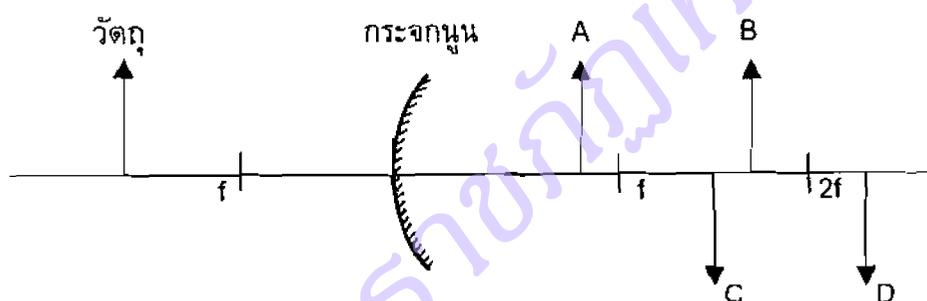
ก. ภาพจริง หัวกลับ

ข. ภาพจริง หัวตั้ง

ค. ภาพเสมือน หัวกลับ

ง. ภาพเสมือน หัวตั้ง

20. เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกนูน ณ ตำแหน่งที่มากกว่าระยะโฟกัส ดังรูป ตำแหน่งใดคือภาพของวัตถุ



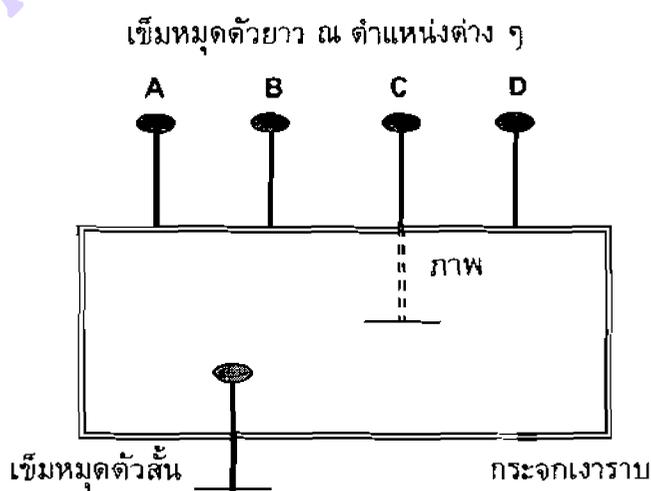
ก. ตำแหน่ง A

ข. ตำแหน่ง B

ค. ตำแหน่ง C

ง. ตำแหน่ง D

21. จากกิจกรรมการเกิดภาพในกระจกเงาราบ เมื่อวางเข็มหมุดตัวสั้นไว้หน้ากระจก จะเกิดภาพดังรูป เพื่อให้ไม่มีแฟรลลแลกซ์ระหว่างเข็มหมุดตัวยาวกับภาพจะต้องวางเข็มหมุดตัวยาวไว้ ณ ตำแหน่งใด



ก. ตำแหน่ง A

ข. ตำแหน่ง B

ค. ตำแหน่ง C

ง. ตำแหน่ง D

29. ข้อใดเรียงลำดับแสงสีจากบนลงล่างของการเกิดรุ้งปฐมภูมิ ได้ถูกต้อง
- แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง
 - ส้ม เหลือง แดง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง
 - ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง
 - คราม ม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง
30. ข้อใดเรียงลำดับแสงสีจากบนลงล่างของการเกิดรุ้งทุติยภูมิ ได้ถูกต้อง
- แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง
 - ส้ม แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง
 - ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง
 - ม่วง น้ำเงิน คราม เขียว เหลือง ส้ม แดง
31. ข้อใดจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาการเกิดรุ้งกินน้ำได้ครบถ้วน
- อ่างน้ำ กระดาษขาว กระดาษกรอง
 - อ่างน้ำ กระดาษขาว กระดาษทึบ แสงอาทิตย์
 - อ่างน้ำ กระดาษขาว เลนส์เว้า แสงอาทิตย์
 - อ่างน้ำ กระดาษขาว กระดาษกรอง แสงอาทิตย์
32. เมื่อแสงผ่านละอองฝนและแท่งปริซึม จะมองเห็นสเปกตรัมของแสง การเกิดสเปกตรัมทั้งสองกรณีเนื่องจากสมบัติใดของแสง
- การแทรกสอดและการหักเห
 - การเลี้ยวเบนและการสะท้อน
 - การหักเหและการสะท้อน
 - การเลี้ยวเบนและการหักเห
33. ข้อใดจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของเครื่องฉายภาพนิ่ง ได้ถูกต้อง
- หลอดไฟ เลนส์ฉายภาพ สไลด์ ฉาก
 - กล่องแสง เลนส์นูนความยาวโฟกัสน้อย เลนส์นูนความยาวโฟกัสมาก
 - หลอดไฟ เลนส์รวมแสง สไลด์ เลนส์ฉายภาพ ฉาก
 - กล่องแสง สไลด์ เลนส์ฉายภาพ ฉาก
34. ข้อใดจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของกล้องจุลทรรศน์ ได้ถูกต้อง
- หลอดไฟ เลนส์ฉายภาพ สไลด์ ฉาก
 - กล่องแสง วัตถุ เลนส์นูนความยาวโฟกัสน้อย ฉาก เลนส์นูนความยาวโฟกัสมาก
 - กล่องแสง เลนส์นูนความยาวโฟกัสน้อย เลนส์นูนความยาวโฟกัสมาก
 - กล่องแสง สไลด์ เลนส์ฉายภาพ ฉาก
35. เมื่อนักเรียนใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูวัตถุที่มีขนาดเล็ก เมื่อแสงจากวัตถุตกกระทบเลนส์ใกล้ตา จะทำให้เกิดภาพชนิดใด
- ภาพจริง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
 - ภาพจริง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
 - ภาพเสมือน ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
 - ภาพเสมือน ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

36. ข้อใดกล่าวถึงข้อแตกต่างของกล้องจุลทรรศน์และกล้องโทรทรรศน์ได้ถูกต้อง
- กล้องจุลทรรศน์มีเลนส์ใกล้วัตถุ และเลนส์ใกล้ตาเป็นเลนส์เว้าทั้งคู่ ส่วนกล้องโทรทรรศน์มีเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตาเป็นเลนส์นูนทั้งคู่
 - กล้องจุลทรรศน์มีความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุสั้นแต่กล้องโทรทรรศน์มีความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุยาวมาก
 - ระยะวัตถุของกล้องจุลทรรศน์และกล้องโทรทรรศน์อยู่ที่ระยะอนันต์
 - ระยะภาพของกล้องจุลทรรศน์และกล้องโทรทรรศน์อยู่ที่ระยะอนันต์
37. เมื่อใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดูวัตถุที่อยู่ไกล พบว่า ภาพที่เกิดขึ้นครั้งแรกเป็นภาพจริงหัวกลับ ถ้าต้องการให้ภาพสุดท้ายที่ตามองเห็น เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง วิธีการแก้ปัญหาควรทำอย่างไร
- ใช้กระจกนูนวางระหว่างเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตา
 - ใช้เลนส์นูนวางระหว่างภาพแรกที่เกิดขึ้นกับเลนส์ใกล้วัตถุ
 - ใช้เลนส์เว้าวางระหว่างภาพแรกที่เกิดขึ้นกับเลนส์ใกล้วัตถุ
 - ใช้กระจกเว้าวางระหว่างเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตา

เมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุ A, B และ C จะได้ข้อมูลในตาราง และให้นักเรียนใช้ข้อมูลดังกล่าวตอบคำถามข้อ 38-40

ชนิดของวัตถุ	ความสามารถในการให้แสงผ่าน
วัตถุ A	แสงผ่านไปได้เกือบทั้งหมดอย่างเป็นระเบียบ เราจึงสามารถมองผ่านวัตถุนี้ได้ชัดเจน
วัตถุ B	แสงผ่านไปได้อย่างไม่เป็นระเบียบ เราจึงไม่สามารถมองผ่านวัตถุนี้ได้ชัดเจน
วัตถุ C	แสงผ่านไปไม่ได้เลย แสงทั้งหมดจะถูกดูดกลืนไว้หรือสะท้อนกลับ เราจึงไม่สามารถมองผ่านวัตถุนี้ได้เลย

38. จากข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ ข้อใดสรุปไม่ถูกต้อง
- วัตถุ A คือวัตถุโปร่งใส
 - วัตถุ B คือวัตถุโปร่งแสง
 - วัตถุ C คือวัตถุสะท้อนแสง
 - วัตถุ C คือวัตถุทึบแสง

39. จากข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ ข้อใดยกตัวอย่างวัตถุ A ได้ถูกต้อง
- | | |
|----------------|---------------|
| ก. น้ำซุ่น | ข. กระจกใส |
| ค. กระจกเงาราบ | ง. กระจกชุปไข |
40. จากข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ ข้อใดยกตัวอย่างวัตถุ C ได้ถูกต้อง
- | | |
|----------------|---------------|
| ก. น้ำซุ่น | ข. กระจกใส |
| ค. กระจกเงาราบ | ง. กระจกชุปไข |

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

เฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์

- | | |
|-------|-------|
| 1. ค | 21. ข |
| 2. ก | 22. ง |
| 3. ง | 23. ก |
| 4. ค | 24. ค |
| 5. ก | 25. ง |
| 6. ข | 26. ข |
| 7. ค | 27. ง |
| 8. ง | 28. ก |
| 9. ค | 29. ก |
| 10. ข | 30. ค |
| 11. ง | 31. ง |
| 12. ค | 32. ค |
| 13. ค | 33. ค |
| 14. ก | 34. ข |
| 15. ข | 35. ค |
| 16. ง | 36. ข |
| 17. ก | 37. ข |
| 18. ข | 38. ค |
| 19. ง | 39. ข |
| 20. ก | 40. ค |

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้ประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อความ มีระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแล้วเลือกตอบคำถามโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด

3. ขอให้นักเรียนตอบตรงตามความจริง หรือตามที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คำตอบของนักเรียนจะเป็นความลับ และจะไม่มีผลใด ๆ ต่อนักเรียน

ตัวอย่าง

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง
0	วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าเรียนรู้	✓				
00	วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญ ในการพัฒนาประเทศ		✓			

จากข้อ 0 แสดงว่านักเรียน เห็นด้วยอย่างยิ่ง ว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าเรียนรู้ และจากข้อ 00 แสดงว่านักเรียน เห็นด้วย ว่าวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาประเทศ

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้กากบาท (X) ทับคำตอบเดิม แล้วค่อยเลือกคำตอบใหม่

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
1	ข้าพเจ้าชอบศึกษาค้นคว้าหาวิธีการทดลองใหม่ ๆ ที่นอกเหนือจากบทเรียนอยู่เสมอ					
2	บ่อยครั้งที่ข้าพเจ้าไม่กล้าถามใครในสิ่งที่ข้าพเจ้าสงสัยแล้วปล่อยละเลยจนลืมไป					
3	ข้าพเจ้าคิดว่าการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเพียงอย่างเดียวก็มีความเพียงพอโดยไม่ต้องมีการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าโดยวิธีการอื่น					
4	ข้าพเจ้าคิดว่าในปัจจุบันนี้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากเพียงพอแล้วไม่มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติม					
5	ข้าพเจ้ามักจะให้ครูบอกหรือเฉลยคำตอบมากกว่าไปค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง					
6	การไปชมนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่น่า สนใจ เพราะจะได้ความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มมากขึ้น					
7	ข้าพเจ้าชอบซักถามปัญหาต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้า อยากรู้ทั้งในและนอกห้องเรียนจากครูผู้สอน					
8	การวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของกันและกัน เป็นสิ่งที่ ไม่ควรทำเพราะจะทำให้เกิดการบาดหมางต่อกัน					
9	ข้าพเจ้าอยากให้มีการประชุมเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของเพื่อนในห้องเรียนเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
10	การฟังคำวิพากษ์วิจารณ์จากผู้อื่นมาก ๆ ทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกว่เสียเวลาและเกิดความท้อแท้					
11	เมื่อข้าพเจ้าพบข้อสงสัยหรือปัญหาแล้วคิดว่าไม่สามารถแก้ข้อสงสัยหรือปัญหานั้นได้ ข้าพเจ้าจะเลิกสนใจปัญหานั้นเพราะเสียเวลา					
12	ข้าพเจ้าไม่อยากเป็นนักวิทยาศาสตร์เพราะต้องใช้เวลาในการศึกษาหาความรู้เป็นเวลานานมาก					
13	เมื่อได้รับมอบหมายให้ทำงานที่ง่าย ข้าพเจ้าจะรีบทำทันที แต่ถ้างานนั้นยากมาก ๆ ข้าพเจ้าจะส่งต่อไปให้เพื่อนที่เก่งกว่าทำ					
14	ถ้าการทดลองใดมีอุปสรรคมากจนทำให้ไม่สำเร็จ ข้าพเจ้าก็จะเลิกทำเพราะมันทำให้เสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์					
15	เมื่อใดที่พบปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ ข้าพเจ้าจะต้องค้นคว้าหาแนวทางในการแก้ปัญหาจนถึงที่สุด					
16	เมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาใด ๆ ข้าพเจ้าจะต้องศึกษาค้นคว้าให้เข้าใจ					
17	แม้ว่างานทางด้านวิทยาศาสตร์จะเป็นงานที่ทำได้ยากและต้องอาศัยความสามารถ ความอดทนของผู้ทำอย่างมาก แต่ก็เป็นสิ่งท้าทายและน่าตื่นเต้นสำหรับข้าพเจ้าซึ่งคิดว่าจะต้องทำให้ได้					
18	ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกสนานกับการแก้ปัญหาโจทย์การบ้านยาก ๆ					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
19	ในเรื่องของการแข่งขันกิจกรรมใด ๆ ข้าพเจ้าถือว่าขอให้ได้เข้าร่วม เรื่องแพ้ ชนะ นั้นเป็นเรื่องไม่สำคัญ					
20	แม้ว่าจะมีเวลาน้อย แต่ข้าพเจ้าก็จะ พยายามทำงานที่ได้รับมอบหมาย จนเป็นผลสำเร็จ					
21	ข้าพเจ้ามักจะทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้งก่อนสรุปผลโดยไม่คำนึงว่าจะ สิ้นเปลืองเวลาและอุปกรณ์					
22	ข้าพเจ้าไม่มั่นใจในคำตอบที่ข้าพเจ้า ค้นพบและมักจะลอกคำตอบของเพื่อน ทุกครั้งที่มีการทดลองหรือการทดสอบ					
23	ข้าพเจ้ามักลืมอุปกรณ์การเรียนเสมอ จึงต้องยืมจากเพื่อน และจะส่งคืนให้เมื่อ เพื่อนทวง					
24	ถ้าข้าพเจ้าทำอะไรผิดพลาดจะต้องหา ทางปกปิด มิฉะนั้นเพื่อน ๆ จะดูถูก ข้าพเจ้าว่าไม่เก่งจริง					
25	ถ้าข้าพเจ้าทำข้อสอบไม่ได้ ข้าพเจ้าจะ ต้องทุจริตถ้าโอกาสอำนวยและกรรมการ คุมสอบไม่เห็น					
26	ข้าพเจ้าเบื่อกที่จะแก้โจทย์ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ยาก ๆ ไม่เสียหายถ้าจะ ลอกคำตอบจากเพื่อนซึ่งเป็นการ ประหยัดเวลา					
27	เมื่อจำเป็นต้องยืมหนังสือของเพื่อน ข้าพเจ้าจะรีบส่งคืนเมื่อใช้เสร็จแล้ว แม้ว่าบางครั้งจะรู้ว่าเพื่อนลืมไปแล้ว					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
28	ข้าพเจ้าพร้อมที่จะเปลี่ยนความคิดใหม่เมื่อผู้อื่นได้แสดงเหตุผลและหลักฐานที่เชื่อถือได้มากกว่า					
29	เมื่อข้าพเจ้าถามปัญหาเพื่อนสองคนแล้วได้คำตอบต่างกัน ข้าพเจ้าจะเชื่อเพื่อนที่เก่งกว่าเสมอ					
30	ข้าพเจ้าคิดว่านักเรียนที่ชอบถามคำถามอยู่เสมอขณะเรียน เป็นผู้ที่มีความใฝ่รู้และมุ่งมั่นในการเรียน					
31	ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ทำให้คนซีเกียจและทำอะไรไม่เป็น					
32	ถ้าเพื่อนสนิทสองคนมีเรื่องขัดแย้งกัน ข้าพเจ้าจะรับฟังเหตุผลทั้งสองฝ่ายแล้วนำมาพิจารณาก่อน					
33	ผลที่ได้จากการทดลองปฏิบัติย่อมถูกต้องแน่นอนเสมอ					
34	การเลือกซื้อสิ่งของเครื่องใช้ที่จำเป็นตามที่โฆษณาในวิทยุหรือโทรทัศน์เป็นสิ่งที่ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะของที่โฆษณามักมีคุณภาพดี น่าเชื่อถือ					
35	ในการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ถ้าปรากฏว่า นักเรียนสอบตกจำนวนมาก ข้าพเจ้าคิดว่าครูสอนไม่ดีจึงทำให้นักเรียนสอบตก					
36	ความเชื่อเก่า ๆ ของคนโบราณ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันมานานแล้วย่อมถูกต้องเสมอ					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
37	เมื่อเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคา ต้องช่วยกันจุดประทัดให้เสียงดัง ดวงจันทร์จะได้ไม่ถูกกลืน					
38	คนที่เกิดมาเวียนแก่งไม่ได้เกิดจาก ฟ้าลิขิต แต่เกิดจากความขยัน หมั่นเพียร และอดทน					
39	การเกิดของสิ่งต่าง ๆ ในโลกล้มต้องมี สาเหตุของการเกิดเสมอ					
40	ในการทดลองถ้าได้ใช้เครื่องมือยี่ห้อ ดัง ๆ จะทำให้ ผลการทดลองถูกต้องและ เชื่อถือได้ โดยไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบ กับผลการทดลองของเพื่อน ๆ					

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก ข

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.44	0.50
2	0.61	0.37
3	0.38	0.25
4	0.50	0.37
5	0.72	0.37
6	0.66	0.50
7	0.66	0.25
8	0.44	0.25
9	0.44	0.50
10	0.27	0.37
11	0.22	0.25
12	0.22	0.25
13	0.66	0.50
14	0.22	0.25
15	0.38	0.37
16	0.55	0.25
17	0.27	0.62
18	0.22	0.25
19	0.22	0.50
20	0.22	0.25
21	0.50	0.37
22	0.44	0.75
23	0.44	0.25
24	0.44	0.50
25	0.27	0.62
26	0.33	0.75
27	0.33	0.25

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
28	0.27	0.37
29	0.44	0.50
30	0.55	0.25
31	0.50	0.62
32	0.44	0.25
33	0.33	0.25
34	0.44	0.25
35	0.38	0.62
36	0.66	0.75
37	0.61	0.62
38	0.72	0.37
39	0.55	0.75
40	0.55	0.75

ตาราง 7 แสดงการหาค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11	0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
12	0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
13	0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
14	0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
15	0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
16	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
17	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
19	0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
20	1.0	0	1.0	1.0	1.0	0.8
21	1.0	1.0	1.0	0	1.0	0.8
22	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
23	1.0	1.0	1.0	0	1.0	0.8
24	1.0	1.0	0	1.0	1.0	0.8
25	1.0	1.0	0	1.0	1.0	0.8
26	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
27	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
28	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
29	1.0	-1.0	1.0	1.0	1.0	0.6
30	1.0	-1.0	1.0	1.0	1.0	0.6
31	1.0	1.0	1.0	0	1.0	0.8
32	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
33	1.0	1.0	1.0	0	1.0	0.8
34	1.0	1.0	1.0	0	1.0	0.8
35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
36	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
37	1.0	0	1.0	1.0	1.0	0.8
38	1.0	1.0	0	1.0	1.0	0.8
39	1.0	1.0	0	1.0	1.0	0.8
40	1.0	1.0	1.0	0	1.0	0.8

ตาราง 8 ค่าอำนาจจำแนกโดยการทดสอบค่าที (t-test) เป็นรายชื่อของแบบวัดเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	t-test	ข้อที่	t-test
1	2.95	21	4.11
2	2.68	22	3.38
3	4.28	23	3.02
4	2.43	24	4.43
5	1.90	25	2.29
6	5.47	26	3.30
7	3.97	27	2.36
8	4.81	28	3.41
9	4.42	29	2.49
10	4.81	30	2.08
11	4.71	31	1.99
12	2.01	32	3.85
13	4.61	33	2.03
14	2.57	34	1.89
15	3.66	35	2.47
16	3.09	36	2.57
17	3.34	37	1.90
18	2.79	38	2.68
19	4.37	39	4.37
20	2.22	40	3.02

ตาราง 9 แสดงการหาค่า IOC ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	1.0	1.0	0	1.0	0	0.6
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
13	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
14	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
16	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
17	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
19	1.0	1.0	1.0	1.0	0	0.8
20	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
21	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
22	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
23	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
24	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
26	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
27	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

การหาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียน
ที่ได้รับการปรับแล้ว

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนที่ได้รับการปรับแล้วของกลุ่มทดลอง โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\bar{Y}' = \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i)$$

\bar{Y}' = ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการปรับด้วยคะแนนก่อนเรียน

\bar{Y} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

b = คำนวณหาค่าของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียน ($b = \frac{SP_{WX}}{SS_{WX}}$)

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

\bar{X}_i = ค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แทนค่า $\bar{Y} = 28.27$, $b = 0.0684$, $\bar{X} = 14.13$, และ $\bar{X}_i = 14.015$ ลงใน

$$\bar{Y}' = \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i) \text{ จะได้ดังนี้}$$

$$\begin{aligned} \bar{Y}' &= \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i) \\ &= 28.27 - 0.0684 \times (14.13 - 14.015) \end{aligned}$$

$$= 28.27 - 0.0078$$

$$\bar{Y}' = 28.26$$

2. ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\bar{Y}' = \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i)$$

\bar{Y}' = ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการปรับด้วยคะแนนก่อนเรียน

\bar{Y} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มควบคุม

b = ค่าน้ำหนักของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียน ($b = \frac{SPW}{SSWX}$)

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม

\bar{X}_i = ค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แทนค่า $\bar{Y} = 25.53$, $b = 0.0684$, $\bar{X} = 13.90$, และ $\bar{X}_i = 14.015$

ลงใน $\bar{Y}' = \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i)$ จะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \bar{Y}' &= \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i) \\ &= 25.53 - 0.0684 \times (13.90 - 14.015) \\ &= 25.53 - 0.0684 \times (-0.115) \\ &= 25.53 + 0.0078 \\ \bar{Y}' &= 25.54 \end{aligned}$$

การหาค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ได้รับการปรับแล้ว

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ได้รับการปรับแล้วของกลุ่มทดลอง โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\bar{Y}' = \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i)$$

\bar{Y}' = ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการปรับด้วยคะแนนก่อนเรียน

\bar{Y} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

b = ค่าน้ำหนักของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนจากคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

$$(b = \frac{SPW}{SSWX})$$

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

\bar{X}_i = ค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แทนค่า $\bar{Y} = 4.06$, $b = 0.0418$, $\bar{X} = 2.94$, และ $\bar{X}_i = 3.355$

ลงใน $\bar{Y}' = \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i)$ จะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \bar{Y}' &= \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i) \\ &= 4.06 - 0.0418 \times (2.94 - 3.355) \\ &= 4.06 - 0.0418 \times (-0.415) \\ &= 4.06 + 0.017347 \\ \bar{Y}' &= 4.07 \end{aligned}$$

2. ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ได้รับการปรับแล้วของกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\bar{Y}' = \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i)$$

\bar{Y}' = ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการปรับด้วยคะแนนก่อนเรียน

\bar{Y} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มควบคุม

b = ค่าน้ำหนักของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนจากคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

$$(b = \frac{SPW}{SSWX})$$

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม

\bar{X}_i = ค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แทนค่า $\bar{Y} = 3.89$, $b = 0.0418$, $\bar{X} = 3.77$, และ $\bar{X}_i = 3.355$

ลงใน $\bar{Y}' = \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i)$ จะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \bar{Y}' &= \bar{Y} - b(\bar{X} - \bar{X}_i) \\ &= 3.89 - 0.0418 \times (3.77 - 3.355) \\ &= 3.89 - 0.0418 \times (0.415) \\ &= 3.89 - 0.017347 \\ \bar{Y}' &= 3.87 \end{aligned}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก ค

คะแนนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

ตาราง 10 แสดงคะแนนที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	15.0	33.0	16	18.0	22.0
2	14.0	29.0	17	13.0	34.0
3	12.0	33.0	18	13.0	26.0
4	12.0	26.0	19	19.0	31.0
5	13.0	22.0	20	14.0	23.0
6	14.0	24.0	21	14.0	36.0
7	11.0	25.0	22	15.0	32.0
8	15.0	31.0	23	15.0	37.0
9	14.0	28.0	24	14.0	25.0
10	11.0	24.0	25	15.0	28.0
11	20.0	31.0	26	13.0	24.0
12	11.0	33.0	27	12.0	27.0
13	18.0	29.0	28	10.0	27.0
14	13.0	29.0	29	17.0	29.0
15	15.0	21.0	30	14.0	29.0

ตาราง 11 แสดงคะแนนที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	16.0	24.0	16	18.0	32.0
2	13.0	18.0	17	11.0	30.0
3	12.0	29.0	18	14.0	29.0
4	13.0	19.0	19	10.0	23.0
5	16.0	21.0	20	11.0	31.0
6	15.0	31.0	21	15.0	26.0
7	17.0	21.0	22	12.0	27.0
8	16.0	25.0	23	11.0	22.0
9	18.0	18.0	24	17.0	24.0
10	12.0	21.0	25	14.0	29.0
11	12.0	30.0	26	11.0	30.0
12	19.0	25.0	27	15.0	23.0
13	13.0	31.0	28	16.0	34.0
14	11.0	28.0	29	11.0	21.0
15	16.0	27.0	30	12.0	17.0

ตาราง 12 แสดงคะแนนที่ได้จากการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนนเฉลี่ย		เลขที่	คะแนนเฉลี่ย	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	3.28	4.13	16	3.05	4.13
2	3.13	4.30	17	2.68	4.18
3	3.33	4.13	18	2.78	3.90
4	2.78	4.20	19	2.88	3.88
5	2.70	4.28	20	3.15	4.15
6	3.08	4.08	21	2.88	4.13
7	3.03	4.03	22	3.05	4.20
8	2.98	3.88	23	2.78	4.18
9	3.10	3.98	24	2.73	4.28
10	3.13	3.90	25	2.93	4.25
11	2.98	3.93	26	2.88	4.05
12	2.95	3.98	27	3.10	3.88
13	3.05	3.93	28	2.55	3.88
14	3.00	4.05	29	2.58	4.23
15	3.00	3.85	30	2.80	4.10

ตาราง 13 แสดงคะแนนที่ได้จากการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนนเฉลี่ย		เลขที่	คะแนนเฉลี่ย	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	3.95	3.98	16	3.75	4.13
2	3.87	3.85	17	3.62	3.88
3	3.65	3.88	18	3.92	3.98
4	3.52	3.80	19	3.90	3.85
5	3.90	3.95	20	3.90	3.88
6	3.55	3.78	21	3.82	3.88
7	3.52	3.75	22	3.80	3.90
8	3.67	4.03	23	3.87	3.88
9	3.60	3.60	24	3.95	3.98
10	3.72	4.00	25	3.97	4.00
11	3.87	3.90	26	3.72	3.95
12	3.80	3.85	27	3.80	3.85
13	3.80	3.80	28	3.77	3.95
14	3.85	3.88	29	3.62	3.90
15	3.87	4.00	30	3.62	3.95

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรนันท์ พิมพ์ทองงาม
อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรินทร์ทิพย์ ภู่อาลี
อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไล ทองแผ่
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยทางการศึกษา คณะครุศาสตร์
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ จันทน์เรือง
อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
5. ดร. นารีรัตน์ สุวรรณวารี
อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
และนวัตกรรมการศึกษา คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ที่ ๒๔/๕๐

วันที่ ๗ มกราคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอบขอมอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ดร.นาริรัตน์ สุวรรณวารี

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. แผนการจัดการเรียนรู้ ๔ MAT
 ๒. แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ
 ๓. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
 ๔. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ด้วยนางคำภา ศรีแพ่ง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร-
มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับอนุมัติให้ทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๓๓ โดยใช้
รูปแบบการสอน ๔MAT กับรูปแบบการสอนปกติ โดยมี ผศ.พงษ์ธร ลิ้มปิกฤตนุวัตร
เป็นประธานผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ถิรเดช พิมพ์ทองงาม เป็นกรรมการผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือใช้ในการทำวิจัยซึ่งผู้วิจัยได้เรียนเชิญ
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในครั้งนี้

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ไคร้ขอขอมอนุเคราะห์จาก
ท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ อ่อนใส)

คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ที่ ๒๔/๕๐

วันที่ ๗ มกราคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผศ.ศรินทิพย์ ภู่อาลี

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. แผนการจัดการเรียนรู้ ๔ MAT
 ๒. แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ
 ๓. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
 ๔. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ด้วยนางคำภา ศรีแพง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร-
มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับอนุมัติให้ทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๓๓ โดยใช้
รูปแบบการสอน ๔MAT กับรูปแบบการสอนปกติ โดยมี ผศ.พงศ์ธร ลิ้มปิกฤตนุวัตร
เป็นประธานผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กฤษณะ พิเศษทองงาม เป็นกรรมการผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือใช้ในการทำวิจัยซึ่งผู้วิจัยได้เรียนเชิญ
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในครั้งนี้

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ไคร้ขอความอนุเคราะห์จาก
ท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ อ่อนไสว)

คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ที่ ๒๔/๕๐

วันที่ ๗ มกราคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผศ.ดร.วิไล ทองแผ่

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. แผนการจัดการเรียนรู้ ๔ MAT
 ๒. แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ
 ๓. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
 ๔. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ด้วยนางคำภา ศรีแพ่ง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร-
มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับอนุมัติให้ทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๓๓ โดยใช้
รูปแบบการสอน ๔MAT กับรูปแบบการสอนปกติ โดยมี ผศ.พงศ์ธร ลิ้มปุกฤตบุตร
เป็นประธานผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ฉัตรเดช หิมพ์ทองงาม เป็นกรรมการผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือใช้ในการทำวิจัยซึ่งผู้วิจัยได้เรียนเชิญ
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในครั้งนี้

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ใคร่ขอความอนุเคราะห์จาก
ท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ อ่อนใส)

คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ที่ ๒๔/๕๐

วันที่ ๗ มกราคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอกวามอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผศ.ดร.ปราโมทย์ จันทร์เรือง

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. แผนการจัดการเรียนรู้ ๔ MAT
 ๒. แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ
 ๓. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
 ๔. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ด้วยนางคำภา ศรีแพง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร-
มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับอนุมัติให้ทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๓๓ โดยใช้
รูปแบบการสอน ๔MAT กับรูปแบบการสอนปกติ โดยมี ผศ.พงศ์ธร ลิ้มปิกฤตนุวัตร
เป็นประธานผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ถิรเดช พิมพ์ทองงาม เป็นกรรมการผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือใช้ในการทำวิจัยซึ่งผู้วิจัยได้เรียนเชิญ
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในครั้งนี้

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ไต่รับขอกวามอนุเคราะห์จาก
ท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ อ่อนใสว)

คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ที่ ๒๔/๕๐

วันที่ ๗ มกราคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอบขออนุญาตฯ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผศ.พัชชนันท์ พิมพ์ทองงาม

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. แผนการจัดการเรียนรู้ ๔ MAT
 ๒. แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ
 ๓. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
 ๔. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ด้วยนางคำภา ศรีแพ่ง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร-
มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับอนุมัติให้ทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๓๓ โดยใช้
รูปแบบการสอน ๔MAT กับรูปแบบการสอนปกติ โดยมี ผศ.พงษ์ธร ลิ้มปัทมบุตร
เป็นประธานผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิตติเดช พิมพ์ทองงาม เป็นกรรมการผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือใช้ในการทำวิจัยซึ่งผู้วิจัยได้เรียนเชิญ
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในครั้งนี้

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ไคร้ขอความอนุเคราะห์จาก
ท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ อ่อนใสว)
คณบดีคณะครุศาสตร์