โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ภาคเรียนที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยที่ 2 แสง

ชื่อ - ชื่อสกุล..เลขที่.................................

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่...................................โรงเรียน...

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ภาคเรียนที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยที่ 2 แสง

ชื่อ - ชื่อสกุล...เลขที่..................
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....................โรงเรียน..

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สารบัญ

	หน้า
เรื่องที่ 1 คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	1
• ใบกิจกรรมที่ 1 คลื่นและประเภทของคลื่นเป็นอย่างไร	2
• ใบงานที่ 1 คลื่นและประเภทของคลื่นเป็นอย่างไร	4
• ใบความรู้ที่ 1 คลื่นประเภทต่าง ๆ	9
• ใบกิจกรรมที่ 2 ปริมาณที่ใช้ในการอธิบายคลื่นมีอะไรบ้าง	13
• ใบงานที่ 2 ปริมาณที่ใช้ในการอธิบายคลื่นมีอะไรบ้าง	15
• ใบความรู้ที่ 2 ส่วนประกอบของคลื่น	20
• ใบกิจกรรมที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอย่างไร	22
• ใบงานที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอย่างไร	23
• ใบความรู้ที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	29
• ใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดเรื่อง คลื่น	33
• ตั๋วออก	35
เรื่องที่ 2 การสะท้อนของแสง	36
• ภาพการวางวัตถุหน้ากระจกเงาราบ	37
• ใบกิจกรรมที่ 1 การสะท้อนของแสงเป็นอย่างไร	38
• ใบงานที่ 1 การสะท้อนของแสงเป็นอย่างไร	41
• ใบความรู้ที่ 1 การสะท้อนของแสง	45
• ใบกิจกรรมที่ 2 ภาพในกระจกเงาราบเกิดขึ้นได้อย่างไร	48
• ใบงานที่ 2 ภาพในกระจกเงาราบเกิดขึ้นได้อย่างไร	51
• ใบความรู้ที่ 2 การเกิดภาพในกระจกเงาราบ	56
• ใบกิจกรรมที่ 3 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงในกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร	58
• ใบงานที่ 3 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงในกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร	63
• ใบความรู้ที่ 3 การเขียนแผนการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้ง	75
• ใบความรู้ที่ 4 การเกิดภาพในกระจกโค้ง	77
• ใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดเรื่อง การสะท้อนของแสง	80
• ตั๋วออก	86
เรื่องที่ 3 การหักเหของแสง	88
• ภาพหลอดพลาสติกที่อยู่ในน้ำ	89
• ภาพแสงเดินทางจากอากาศไปยังน้ำ	90

หน้า

- ภาพแสงตกกระทบวัตถุรูปทรงต่าง ๆ 91
- ใบกิจกรรมที่ 1 แสงเคลื่อนที่อย่างไรเมื่อผ่านตัวกลางต่างกัน 92
- ใบงานที่ 1 แสงเคลื่อนที่อย่างไรเมื่อผ่านตัวกลางต่างกัน 96
- ใบความรู้ที่ 1 การหักเหของแสง 101
- ใบกิจกรรมที่ 2 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร 103
- ใบงานที่ 2 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร 105
- ใบความรู้ที่ 2 การสะท้อนกลับหมดของแสง 110
- ใบกิจกรรมที่ 3 การเกิดภาพจากหักเหของแสงผ่านเลนส์เป็นอย่างไร 113
- ใบงานที่ 3 การเกิดภาพจากหักเหของแสงผ่านเลนส์เป็นอย่างไร 120
- ใบความรู้ที่ 3 การเขียนแผนการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพจากเลนส์ 133
- ใบความรู้ที่ 4 การเกิดภาพจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์ 136
- ภาพการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง 140
- ใบกิจกรรมที่ 4 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร 141
- ใบงานที่ 4 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร 142
- ใบความรู้ที่ 5 การกระจายของแสง 146
- ใบงานที่ 5 แบบฝึกหัดเรื่อง การหักเหของแสง 149
- ตั๋วออก 153

เรื่องที่ 4 ดวงตาและทัศนอุปกรณ์ 154

- ใบความรู้ที่ 1 การหักเหแสงและการมองเห็นภาพของเลนส์ตา 155
- ใบกิจกรรมที่ 1 การมองเห็นวัตถุของคนสายปกติเป็นอย่างไร 156
- ใบงานที่ 1 การมองเห็นวัตถุของคนสายปกติเป็นอย่างไร 157
- ใบความรู้ที่ 2 ความบกพร่องทางสายตาที่เกิดจากความผิดปกติของเลนส์ตา 159
- ใบงานที่ 2 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพของเลนต์ตาได้อย่างไร 162
- ใบกิจกรรมที่ 2 ทัศนอุปกรณ์ทำงานอย่างไร 166
- ใบงานที่ 3 ทัศนอุปกรณ์ทำงานอย่างไร 167
- ใบความรู้ที่ 3 การทำงานของทัศนอุปกรณ์ 172
- ใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดเรื่อง ตาและทัศนอุปกรณ์ 174

เรื่องที่ 5 ความสว่าง 175

- ใบกิจกรรมที่ 1 วัดความสว่างของแสงได้อย่างไร 176
- ใบงานที่ 1 วัดความสว่างของแสงได้อย่างไร 177
- ใบความรู้ที่ 1 ความสว่างของแสง 183

หน้า

- ใบกิจกรรมที่ 2 ความสว่างที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าอย่างไร 185
- ใบงานที่ 2 ความสว่างที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าอย่างไร 186
- ใบความรู้ที่ 2 ผลของความสว่างที่ไม่เหมาะสมต่อดวงตา 192
- ใบงานที่ 3 การสื่อสารเกี่ยวกับความสว่าง 194
- ใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดเรื่อง ความสว่าง 196

เรื่องที่ 6 การประยุกต์ใช้ 197

- ใบกิจกรรมที่ 1 มาสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเองกันเถอะ 198
- ใบงานที่ 1 มาสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเองกันเถอะ 199

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วย 205

ใบงาน

เรื่อง คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ใบกิจกรรมที่ 1 คลื่นและประเภทของคลื่นเป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดคลื่น
2. อธิบายการจำแนกประเภทของคลื่น

วัสดุและอุปกรณ์

1.	ถาดรูปสี่เหลี่ยมความยาวด้านละประมาณ 30 – 60 เซนติเมตร หรือถาดรูปวงกลมรัศมี 30 – 60 เซนติเมตร ความลึกประมาณ 2 – 5 เซนติเมตร	1 ถาด
2.	เม็ดโฟมขนาดเล็ก	1 อัน
3.	แท่งไม้หรือดินสอ	1 แท่ง
4.	สปริงแบบพลาสติกหรือแบบขดลวด	1 อัน
5.	ด้ายสีแดง	1 เส้น
6.	น้ำ	1 ถัง

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเกิดคลื่นบนผิวน้ำ

1. ใส่น้ำลงในถาดให้ความลึกประมาณ 2 เซนติเมตร
2. ใช้ดินสอแตะผิวน้ำของถาดน้ำเบา ๆ 2 ครั้งอย่างต่อเนื่อง ดังภาพ สังเกตลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้น และบันทึกผลลงในใบงานที่ 1

ทิศทางการเคลื่อนที่ของดินสอ

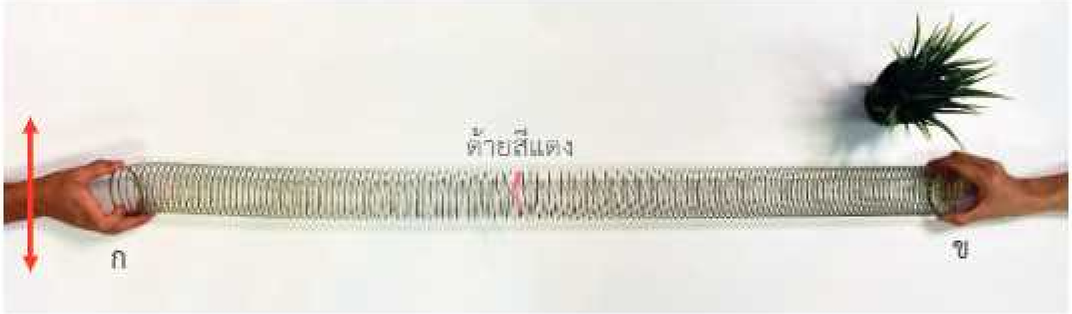
3. วางเม็ดโฟมบนผิวน้ำที่ตำแหน่ง ดังภาพ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของอนุภาคของน้ำ แล้วใช้ดินสอแตะผิวน้ำของถาดน้ำเบา ๆ อย่างต่อเนื่อง สังเกตลักษณะของคลื่นและการเคลื่อนที่ของเม็ดโฟม บันทึกผลลงในใบงานที่ 1

ทิศทางการเคลื่อนที่ของดินสอ

ตอนที่ 2 การเกิดคลื่นในสปริง

1. วางสปริงบนพื้นราบ ยืดสปริงให้ยาวออกประมาณ 2 - 3 เมตร ซึ่งเป็นแนวของสปริง กำหนดปลายด้านหนึ่งของสปริงให้เป็นด้าน ก และปลายอีกด้านหนึ่งเป็นด้าน ข จากนั้นผูกด้ายสีแดงที่ตำแหน่งกึ่งกลางของสปริงเพื่อเป็นตัวแทนของอนุภาคของสปริง ดังภาพ

2. จับปลายด้าน ข ให้อยู่นิ่ง กระตุกปลายของสปริงด้าน ก ไปทางซ้ายและขวาในแนวตั้งฉากกับแนวของสปริงอย่างต่อเนื่อง สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นในสปริงและแนวการเคลื่อนที่ของเส้นด้ายแดงที่ผูกไว้ที่สปริง ดังภาพ บันทึกผลในใบงานที่ 1



3. ทำซ้ำข้อ 2 แต่กระตุกปลายของสปริงเข้าและออกในแนวเดียวกับแนวของสปริงอย่างต่อเนื่อง สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นในสปริงและแนวการเคลื่อนที่ของเส้นด้ายแดงที่ผูกไว้ที่สปริง ดังภาพ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1

ใบงานที่ 1 คลื่นและประเภทของคลื่นเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....
....
....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....
....
....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกตพบ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเกิดคลื่นบนผิวน้ำ

ตาราง แสดงผลการสังเกตคลื่นบนผิวน้ำ

กิจกรรม	ผลการสังเกต
เมื่อใช้ดินสอแตะผิวน้ำที่มุมหนึ่งของถาดน้ำขึ้นลงเบา ๆ 2 ครั้ง อย่างต่อเนื่อง	
เมื่อวางเม็ดโฟมบนผิวน้ำที่ตำแหน่งประมาณกึ่งกลางถาด แล้วใช้ดินสอแตะผิวน้ำที่มุมหนึ่งของถาดขึ้นลงเบา ๆ อย่างต่อเนื่อง	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การใช้แท่งดินสอแตะหรือรบกวนผิวน้ำในถาดคลื่น จะอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไรในแง่ของการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน

....

....

....

2. การใช้แท่งดินสอแตะหรือรบกวนผิวน้ำ เป็นการให้พลังงานชนิดใดแก่น้ำ

....

3. เมื่อวางเม็ดโฟมบนผิวน้ำแล้วใช้ดินสอแตะผิวน้ำที่มุมหนึ่งของถาดน้ำเบา ๆ อย่างต่อเนื่อง เม็ดโฟมมีการเคลื่อนที่อย่างไร และคลื่นที่เกิดขึ้นมีทิศทางการเคลื่อนที่อย่างไร

....

....

....

4. การเคลื่อนที่ของเม็ดโฟม แสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนที่ของอะไร

....

....

....

5. นักเรียนจะสรุปการเกิดคลื่นน้ำได้ว่าอย่างไร

....

....

....

ตอนที่ 2 การเกิดคลื่นในสปริง

ตาราง แสดงผลการสังเกตคลื่นในสปริง

กิจกรรม	ผลการสังเกต
เมื่อกระตุกปลายของสปริงไปด้านซ้ายและขวาในแนวที่ตั้งฉากกับแนวของสปริงอย่างต่อเนื่อง	
เมื่อกระตุกปลายของสปริงเข้าและออกในแนวเดียวกับแนวของสปริงอย่างต่อเนื่อง	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การกระตุกปลายของสปริง เป็นการให้พลังงานชนิดใดแก่สปริง

....

2. เส้นด้ายที่ผูกติดสปริงไว้ เพื่อวัตถุประสงค์อะไรในกิจกรรมนี้

....

3. เมื่อกระตุกปลายของสปริงไปด้านซ้ายและขวาในแนวตั้งฉากกับแนวของสปริง คลื่นที่เกิดขึ้นเคลื่อนที่อย่างไร และเส้นด้ายที่ผูกติดกับสปริงไว้เคลื่อนที่อย่างไร ผลการสังเกตจากกิจกรรมนี้จะแปลความหมายได้ว่าอย่างไร

....

....

....

....

4. เมื่อกระตุกปลายของสปริงเข้าและออกในแนวเดียวกับแนวของสปริง คลื่นที่เกิดขึ้นเคลื่อนที่อย่างไร และเส้นด้ายที่ผูกติดกับสปริงไว้เคลื่อนที่อย่างไร ผลการสังเกตจากกิจกรรมนี้จะแปลความหมายได้ว่าอย่างไร

....

....

....

....

....

5. นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของคลื่นและเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทของคลื่นได้ว่าอย่างไร

....

....

....

....

6. การเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำกับการสั่นของตัวกลางของคลื่นน้ำ มีความเหมือนกับการเคลื่อนที่ของคลื่นในสปริงจากการกระตุกปลายสปริงแบบใด อย่างไร

....

....

....

7. จากกิจกรรมทั้ง 2 ตอน สรุปได้ว่าอย่างไร

....

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

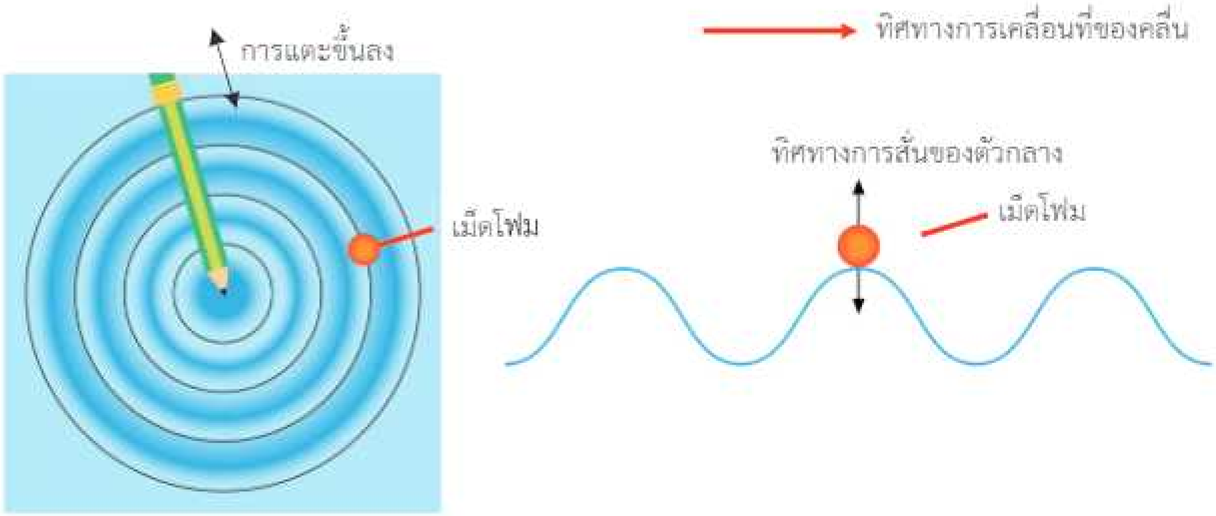
....

....

ใบความรู้ที่ 1 คลื่นประเภทต่าง ๆ

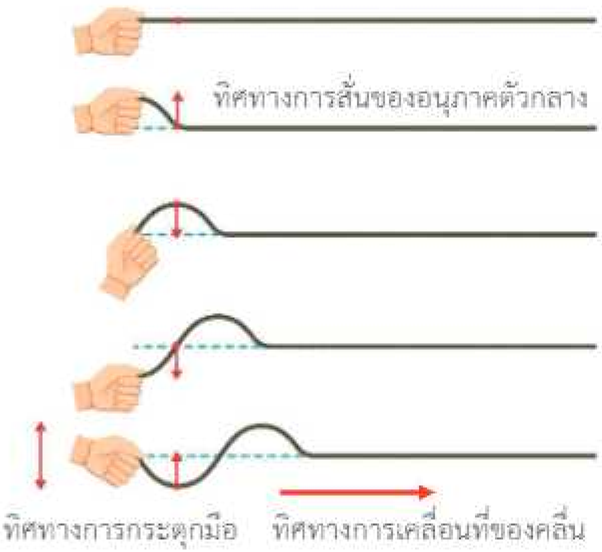
คลื่นเป็นปรากฏการณ์ส่งผ่านพลังงานจากบริเวณหนึ่งไปบริเวณอื่น โดยที่ตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับพลังงาน แต่จะสั่นอยู่กับที่โดยพลังงานถูกส่งต่อกันเป็นทอด ๆ เช่น

คลื่นน้ำ เมื่อรบกวนตัวกลางหรืออนุภาคของน้ำโดยการแตะที่ผิวน้ำ ซึ่งเป็นการถ่ายโอนพลังงานให้ผิวน้ำ เมื่อผิวน้ำได้รับพลังงานก็จะเกิดการสั่น พลังงานจะถูกส่งต่อกันไปเป็นทอดๆ โดยที่อนุภาคหรือโมเลกุลของน้ำไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับพลังงาน จากการสังเกตจะพบว่าไม่มีการไหลของน้ำหรือกระแสน้ำเกิดขึ้นในขณะที่เกิดคลื่นน้ำ และพลังงานจะถูกส่งไปทุกทิศทางที่มีน้ำอยู่ ดังภาพที่ 1



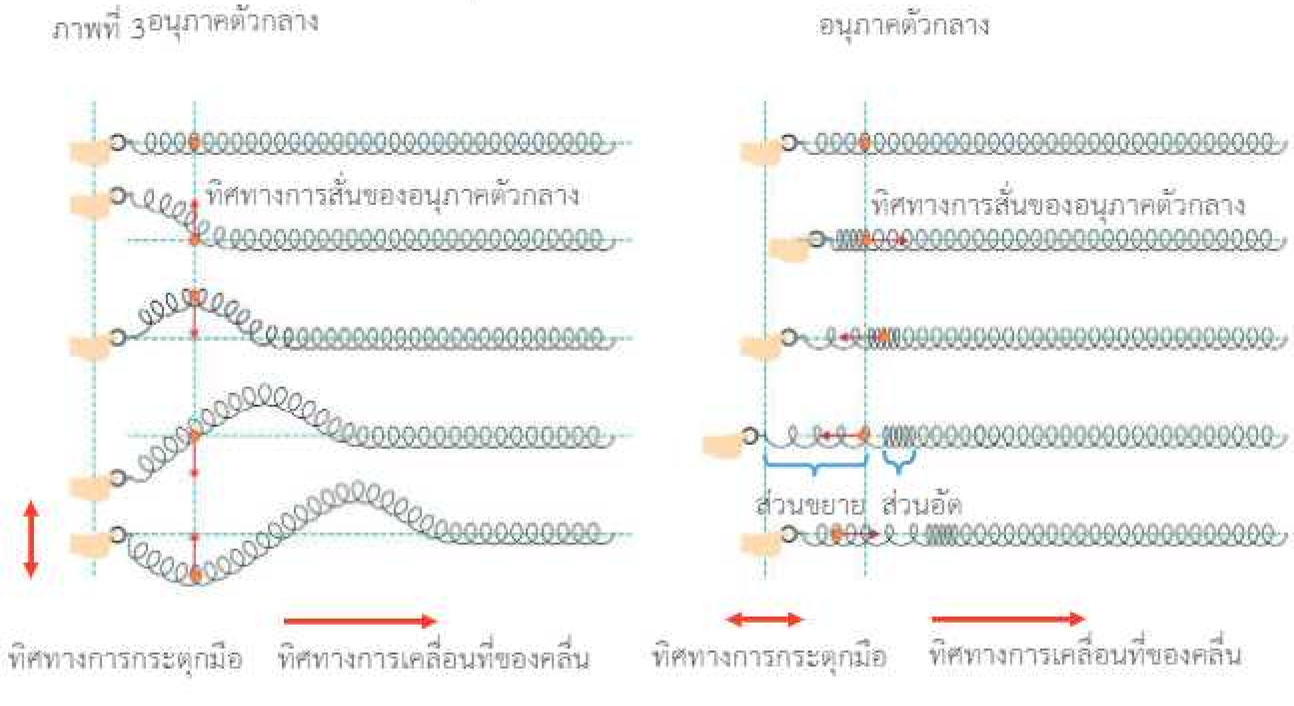
ภาพที่ 1 การทำให้เกิดคลื่นน้ำ

คลื่นในเส้นเชือก เมื่อรบกวนตัวกลางหรืออนุภาคของเส้นเชือกโดยการกระตุกเชือก ก็เป็นการให้พลังงานแก่เส้นเชือก พลังงานที่เส้นเชือกได้รับไปจะถูกส่งต่อกันไปเป็นทอด ๆ ตามแนวของเส้นเชือก โดยที่อนุภาคของเส้นเชือกไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย ดังภาพที่ 2



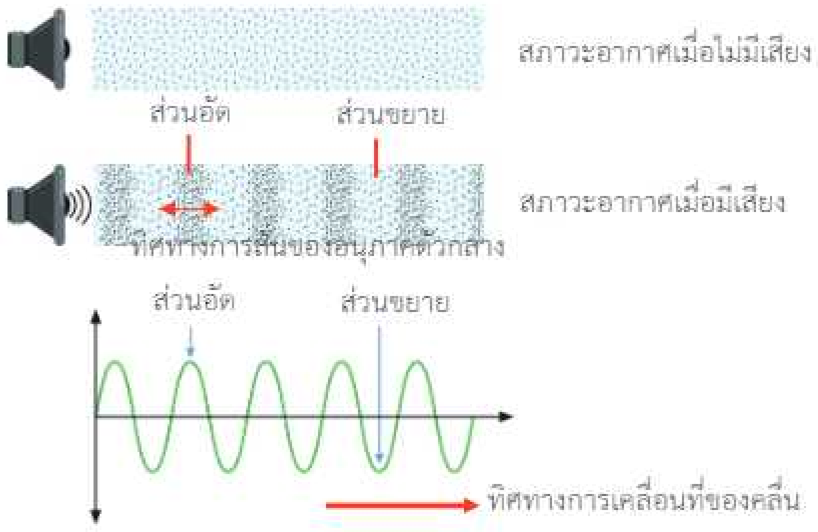
ภาพที่ 2 การทำให้เกิดคลื่นในเส้นเชือก

คลื่นในสปริง เมื่อรบกวนตัวกลางหรืออนุภาคของสปริงโดยการกระตุกปลายของสปริง ก็เป็นการให้พลังงานแก่สปริง พลังงานที่สปริงได้รับไปจะถูกส่งต่อกันไปเป็นทอดๆ ตามแนวของสปริง โดยที่อนุภาคของสปริงไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย แต่จะสั่นอยู่กับที่โดยพบว่า สำหรับสปริงนั้น สามารถทำให้เกิดการสั่นได้ 2 แบบ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การทำให้เกิดคลื่นในขดลวดสปริง

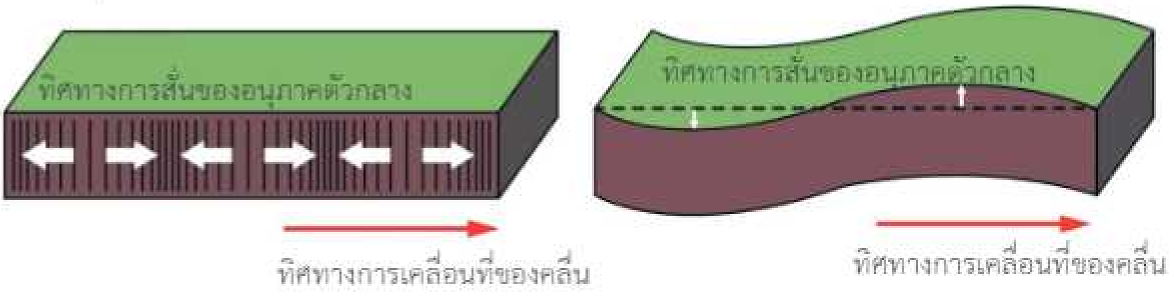
คลื่นเสียง เมื่อรบกวนตัวกลางหรืออนุภาคของอากาศ ซึ่งเป็นการถ่ายโอนพลังงานให้อากาศ เมื่ออนุภาคอากาศได้รับพลังงานก็จะเกิดการสั่น พลังงานจะถูกส่งต่อกันไปเป็นทอด ๆ ทุกทิศทางโดยที่อนุภาคของอากาศไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับพลังงาน แต่จะสั่นอยู่กับที่ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การทำให้เกิดคลื่นเสียง

จากภาพที่ 1 – 4 จะพบว่า เมื่อพิจารณาทิศทางการสั่นของตัวกลางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เราสามารถแบ่งประเภทของคลื่นออกเป็นเป็น 2 ประเภท ได้แก่ คลื่นที่มีทิศทางการสั่นของตัวกลางในทิศตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเรียกว่า **คลื่นตามขวาง** ตัวอย่างเช่น คลื่นน้ำ คลื่นในสปริง คลื่นในเส้นเชือก คลื่นไหวสะเทือน และคลื่นที่มีทิศทางการสั่นของตัวกลางในทิศเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเรียกว่า **คลื่นตามยาว** ตัวอย่างเช่น คลื่นในสปริง คลื่นเสียง คลื่นไหวสะเทือน

เกร็ดน่ารู้ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน (seismic wave)



แผ่นดินไหวเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนตัวของชั้นหินในเปลือกโลก เมื่อชั้นหินกระทบกันจะเกิดคลื่นซึ่งเรียกว่า คลื่นไหวสะเทือน และจุดกำเนิดของคลื่นไหวสะเทือนเรียกว่า ศูนย์เกิดแผ่นดินไหว โดยแผ่นดินไหวจะเกิดคลื่นไหวสะเทือนทั้งในตัวกลางและผิวโลก สำหรับคลื่นไหวสะเทือนแบบคลื่นในตัวกลางนั้น เมื่อชั้นหินกระทบกันคลื่นในตัวกลางจะเคลื่อนที่จากศูนย์เกิดแผ่นดินไหวผ่านเข้าไปในเนื้อโลกทุกทิศทางได้ 2 ประเภทคือ คลื่นปฐมภูมิ (P wave) ซึ่งเป็นคลื่นตามยาว สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และคลื่นทุติยภูมิ (S wave) ซึ่งเป็นคลื่นตามขวาง สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางได้เพียงของแข็งเท่านั้น

คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในสปริง คลื่นเสียง ที่กล่าวมาทั้งหมด เป็นคลื่นที่ต้องใช้ตัวกลางในการส่งผ่านพลังงานซึ่งเป็นพลังงานกล เรียกว่า **คลื่นกล** แต่ก็มีคลื่นที่ไม่ต้องใช้ตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน แต่จะอาศัยการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กและส่งผ่านพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**

ใบกิจกรรมที่ 2 ปริมาณที่ใช้ในการอธิบายคลื่นมีอะไรบ้าง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองและอธิบายปริมาณที่ใช้ในการบรรยายคลื่น

วัสดุและอุปกรณ์

1. สปริงแบบพลาสติกหรือแบบขดลวด จำนวน 1 อัน
2. ไม้เมตร จำนวน 1 อัน
3. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 อัน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 ปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้บรรยายคลื่น

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของปริมาณต่างๆ ที่ใช้บรรยายคลื่น ได้แก่ สันคลื่น ท้องคลื่น ความยาวคลื่น คาบ ความถี่ แอมพลิจูด และอัตราเร็วคลื่น จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยอาจสืบค้นจากใบความรู้ที่ 2 ส่วนประกอบของคลื่น
2. อภิปรายร่วมกับเพื่อนในกลุ่มเกี่ยวกับปริมาณต่าง ๆ ที่สืบค้นได้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน บันทึกผลลงในใบงานที่ 2

ตอนที่ 2 การบรรยายคลื่นในสปริง

1. วางสปริงบนพื้นราบ ยืดสปริงให้ยาวออกประมาณ 2 - 3 เมตร ซึ่งเป็นแนวของสปริง กำหนดปลายด้านหนึ่งของสปริงให้เป็นด้าน ก และปลายอีกด้านหนึ่งเป็นด้าน ข ดังภาพ

2. จับปลายด้าน ข ให้อยู่นิ่ง กระตุกปลายของสปริงด้าน ก ไปทางซ้ายและขวาในแนวตั้งฉากกับแนวของสปริงในเวลาเท่ากัน 2 แบบ คือ กระตุกเป็นช่วงกว้างอย่างต่อเนื่อง และกระตุกเป็นช่วงแคบอย่างต่อเนื่อง ดังภาพ สังเกตลักษณะของคลื่นในสปริง บันทึกผลลงในใบงานที่ 2

กระตุกเป็นช่วงกว้าง

กระตุกเป็นช่วงแคบ

3. ทำซ้ำข้อ 2 แต่ให้กระตุกปลายของสปริงในช่วงกว้างเท่ากัน 2 แบบคือ กระตุกอย่างรวดเร็วต่อเนื่อง และกระตุกอย่างช้า ๆ ต่อเนื่อง สังเกตลักษณะของคลื่นในสปริง บันทึกผลลงในใบงานที่ 2

ใบงานที่ 2 ปริมาณที่ใช้ในการอธิบายคลื่นมีอะไรบ้าง

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลจากการสืบค้นและจากการที่สังเกตพบ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

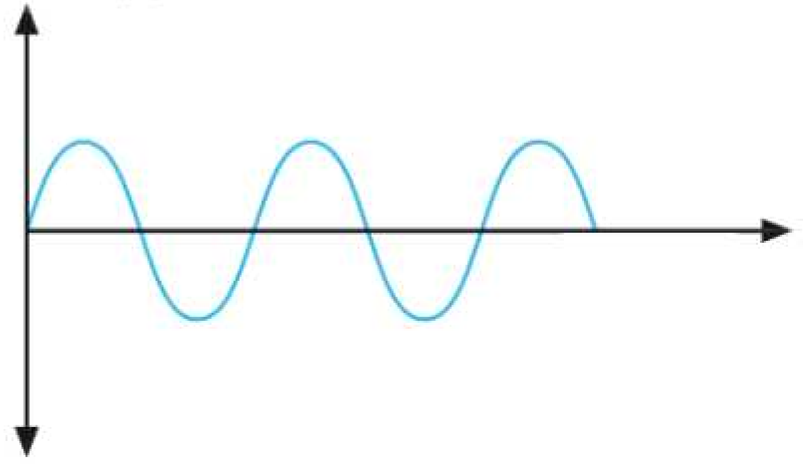
ตอนที่ 1 ปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้บรรยายคลื่น

ตาราง แสดงปริมาณที่ใช้ในการบรรยายคลื่น

ปริมาณที่ใช้	ผลการสืบค้นความหมาย
สันคลื่น	
ท้องคลื่น	
ความยาวคลื่น	
คาบ	
ความถี่	
แอมพลิจูด	
อัตราเร็วคลื่น	

คำถามหลังจากทำกิจกรรม

1. ถ้ามีคลื่นขบวนหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา ดังภาพ จะเขียนระบุปริมาณต่าง ๆ ที่สืบค้นได้ลงในภาพเพื่อบรรยายคลื่นนี้ได้อย่างไร



2. ถ้าพิจารณาจากความหมายและหน่วยของคาบและความถี่ของคลื่น สองปริมาณนี้ควรจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

....

....

....

ตอนที่ 2 การบรรยายคลื่นในสปริง

ตาราง แสดงลักษณะของคลื่นที่ได้รับพลังงานต่างกัน

การกระตุกหรือสะบัดสปริง	ผลการสังเกตลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้น
เมื่อการกระตุกปลายของสปริงไปทางซ้ายและขวาในแนวตั้งฉากกับแนวของสปริง 2 แบบคือ กระตุกเป็นช่วงกว้างอย่างต่อเนื่อง และกระตุกเป็นช่วงแคบอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เวลาเท่ากัน	
เมื่อกระตุกปลายของสปริงไปทาง ซ้ายและขวาในแนวตั้งฉากกับแนวของสปริงในช่วงกว้างเท่ากัน 2 แบบคือ กระตุกอย่างรวดเร็วต่อเนื่อง และกระตุกอย่างช้า ๆ ต่อเนื่อง โดยใช้เวลาเท่ากัน	

คำถามหลังจากทำกิจกรรม

1. การกระตุกปลายของสปริงไปทางซ้ายและขวาในแนวตั้งฉากกับแนวของสปริงเป็นช่วงกว้าง ช่วงแคบ หรือการกระตุกปลายของสปริงอย่างรวดเร็วและอย่างช้า ๆ ใช้พลังงานแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

....

....

....

....

2. คลื่นที่มีพลังงานมากกับคลื่นที่มีพลังงานน้อย จะมีปริมาณใดแตกต่างกัน และแตกต่างกันอย่างไร

....

....

....

3. จากกิจกรรมทั้ง 2 ตอน จะสรุปได้ว่าอย่างไร

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

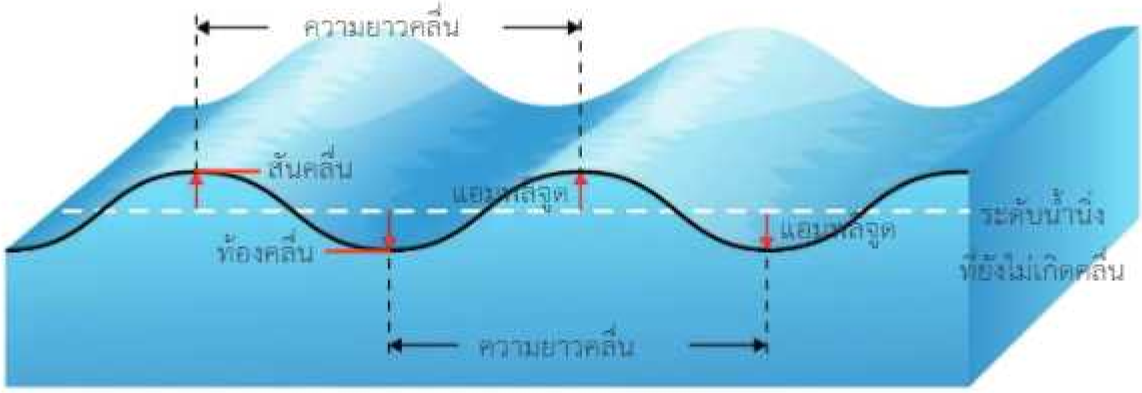
....

....

....

ใบความรู้ที่ 2 ส่วนประกอบของคลื่น

ปริมาณที่ใช้ในการอธิบายลักษณะของคลื่นหรือบรรยายคลื่น อาจเรียกว่า ส่วนประกอบของคลื่น ซึ่งประกอบด้วย **สันคลื่น**หรือจุดสูงสุดของคลื่น **ท้องคลื่น**หรือจุดต่ำสุดของคลื่นจากระดับปกติของตัวกลางในขณะที่ยังไม่เกิดคลื่น **ความยาวคลื่น**หรือระยะห่างของสันคลื่นหรือท้องคลื่นสองลูกที่อยู่ติดกัน โดยความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นเมตรหรือเซนติเมตร **แอมพลิจูด**เป็นการกระจัดสูงสุดของตัวกลางคลื่นที่เคลื่อนที่ไปจากระดับปกติของตัวกลาง โดยแอมพลิจูดมีหน่วยเป็นเมตรหรือเซนติเมตร ดังภาพที่ 1

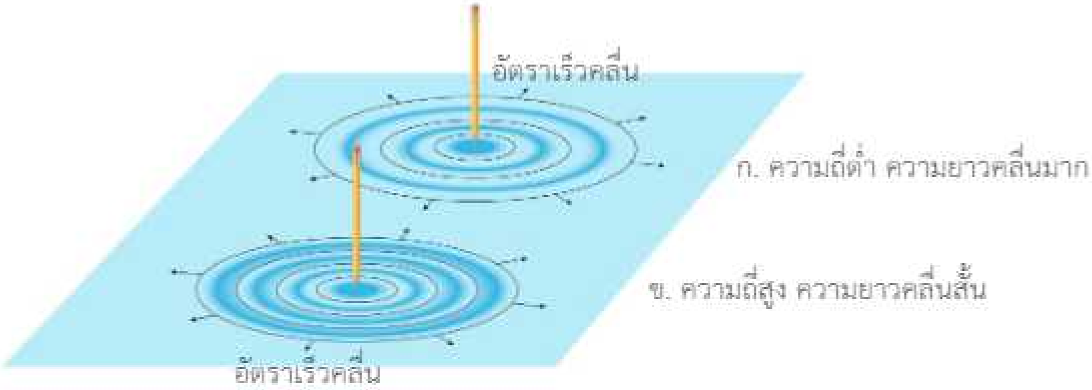


ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของคลื่น

คาบเป็นเวลาที่ตัวกลางคลื่นใช้ในการเคลื่อนที่ 1 รอบ มีหน่วยเป็นวินาทีต่อรอบ ความถี่เป็นจำนวนรอบที่ตัวกลางสั่นได้ต่อหน่วยเวลา และอัตราเร็วคลื่นเป็นระยะทางต่อหน่วยเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ได้

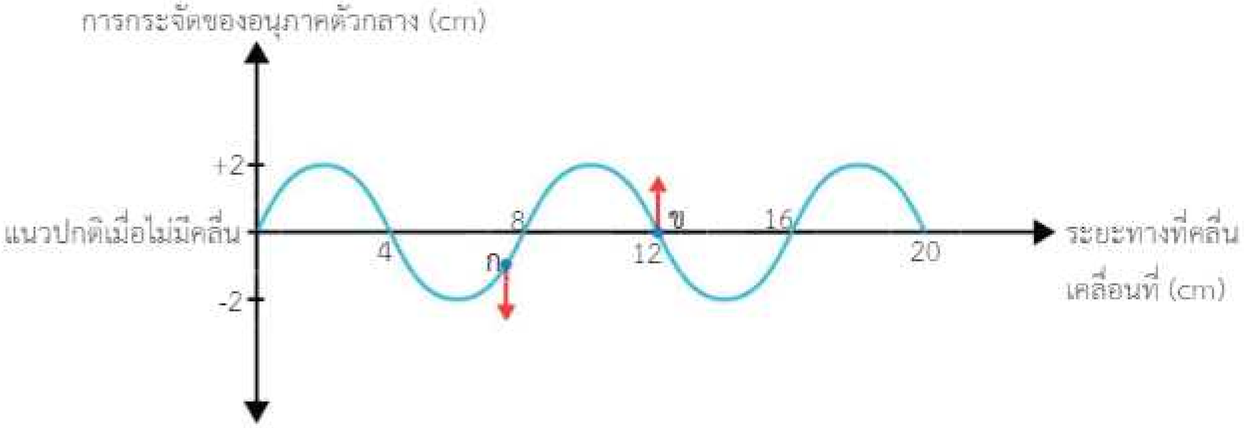
คลื่นที่มีแอมพลิจูดสูงจะเป็นคลื่นที่มีพลังงานมากกว่าคลื่นที่มีแอมพลิจูดต่ำ เช่น คลื่นซึนามิที่มีแอมพลิจูดสูงจะมีศักยภาพในการทำลายสิ่งกีดขวางได้มากกว่า เป็นต้น และคลื่นที่มีความถี่สูงกว่าก็จะมีพลังงานมากกว่าด้วย เช่น คลื่นซึนามิที่มีความถี่สูงจะมีศักยภาพในการทำลายสิ่งกีดขวางได้มากกว่าเช่นกัน

อัตราเร็วคลื่นในตัวกลางหนึ่ง ๆ มีค่าคงที่เสมอ ตัวอย่างเช่น การรบกวนผิวน้ำ ไม่ว่าจะใช้ดินสอแตะที่ผิวน้ำด้วยความถี่สูงหรือความถี่ต่ำ หรือแอมพลิจูดสูงหรือแอมพลิจูดต่ำ คลื่นที่เกิดขึ้นจะมีอัตราเร็วคลื่นเท่ากันเสมอนั่นคือ คลื่นที่เกิดขึ้นไม่แซงกัน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเคลื่อนที่ของคลื่นที่มีความยาวคลื่นหรือความถี่แตกต่างกัน

ตัวอย่างการบรรยายคลื่น คลื่นขบวนหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา เมื่อเคลื่อนที่ไปเป็นเวลา 5 วินาที มีลักษณะดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รูปของคลื่นขบวนหนึ่งที่กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา

จากข้อมูลในภาพที่ 3 สามารถบรรยายคลื่นได้ดังนี้

- มีแอมพลิจูดเท่ากับ 2 เซนติเมตร

- มีความยาวคลื่นเท่ากับ 8 เซนติเมตร อาจจะเรียกว่า 1 ช่วงคลื่น

- เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของคลื่นนี้ พบว่าในเวลา 5 วินาที ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ 20 เซนติเมตร แสดงว่ามีอัตราเร็วคลื่นเท่ากับระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้หารด้วยเวลา หรือ 20/5 เท่ากับ 4 เซนติเมตร/วินาที

- เมื่อพิจารณาตัวกลางสั่นครบ 2.5 รอบ ใช้เวลา 5 วินาที ดังนั้น ในการสั่นครบ 1 รอบ จะใช้เวลา 0.5 วินาที แสดงว่าคาบของคลื่นนี้เท่ากับ 0.5 วินาที

- มีความถี่เท่ากับ 1/0.5 หรือ 2 รอบ/วินาที หรือ 2 เฮิรตซ์

- เมื่อพิจารณาจุด ก และจุด ข (เปรียบเหมือนเส้นด้ายแดงที่ผูกติดกับสปริงในกิจกรรมที่ 2) อนุภาคของตัวกลางที่จุด ก กำลังเคลื่อนที่ลง ส่วนจุด ข กำลังเคลื่อนที่ขึ้น

ใบกิจกรรมที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. สืบค้นข้อมูลและบอกการใช้ประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

วัสดุและอุปกรณ์

- ไม่มี -

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในประเด็นต่อไปนี้ โดยอาจสืบค้นจากใบความรู้ เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
    - การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
    - ประเภทของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามช่วงความถี่หรือความยาวคลื่น
    - การใช้ประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. อภิปรายร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุป บันทึกผลลงในใบงานที่ 3

ใบงานที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....
....
....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....
....
....
....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลจากการสืบค้น แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง แสดงผลการสืบค้นเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ประเด็นการสืบค้น	ผลการสืบค้น
การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	
ประเภทของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามช่วงความถี่หรือความยาวคลื่น	

ประเด็นการสืบค้น	ผลการสืบค้น
การใช้ประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละประเภท	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

....

....

....

....

....

2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งช่วงความถี่หรือความยาวคลื่นตามการใช้ประโยชน์เป็นกี่ช่วง อะไรบ้าง

....

....

....

....

....

3. แสงที่ช่วยให้เรามองเห็นวัตถุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด

....

....

....

4. รังสีเอกซ์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีลักษณะสำคัญอะไรบ้าง เรานำรังสีเอกซ์ไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง และรังสีเอกซ์มีอันตรายต่อร่างกายของเราอย่างไรบ้าง

....

....

....

....

....

....

5. นักเรียนคิดว่า สายไฟฟ้ากระแสสลับที่เราใช้ทุกวัน แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาหรือไม่ เพราะเหตุใด

....

....

....

....

6. จากกิจกรรมนี้ สรุปได้ว่าอย่างไร

....

....

....

....

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

....

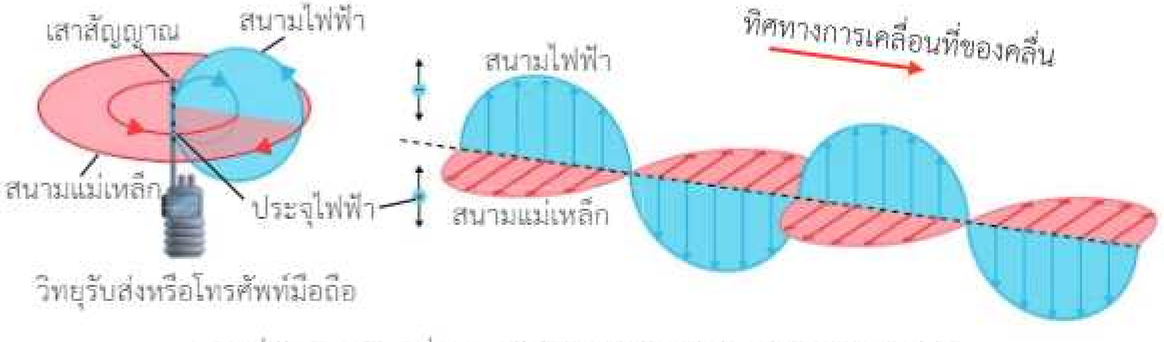
....

....

....

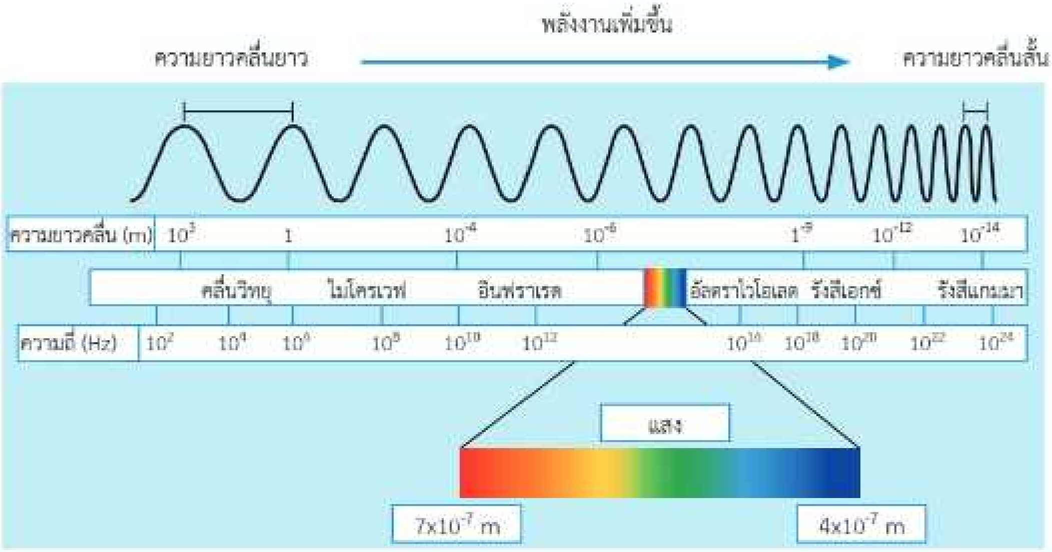
ใบความรู้ที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) เป็นคลื่นของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กทำได้โดยการทำให้มีการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าในทิศกลับไปกลับมา การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของประจุไฟฟ้าจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่มีทิศกลับไปกลับมาเช่นกัน การเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กแผ่ออกไปจากแหล่งกำเนิดทุกทิศทาง โดยไม่ต้องมีตัวกลางหรือไม่อาศัยตัวกลาง นั่นคือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเคลื่อนที่หรือส่งผ่านพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าโดยผ่านสูญญากาศได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การสร้างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในวิทยุรับส่งหรือโทรศัพท์มือถือ

ในสูญญากาศ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีอัตราเร็วคงที่เท่ากับ 3×10^8 เมตร/วินาที มีความถี่ตั้งแต่ 10^3 เฮิรตซ์ จนถึง 10^{24} เฮิรตซ์ แบ่งออกเป็นช่วง ๆ ตามการรับรู้หรือการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ เรียกว่า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum) โดยแต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ดังภาพที่ 2

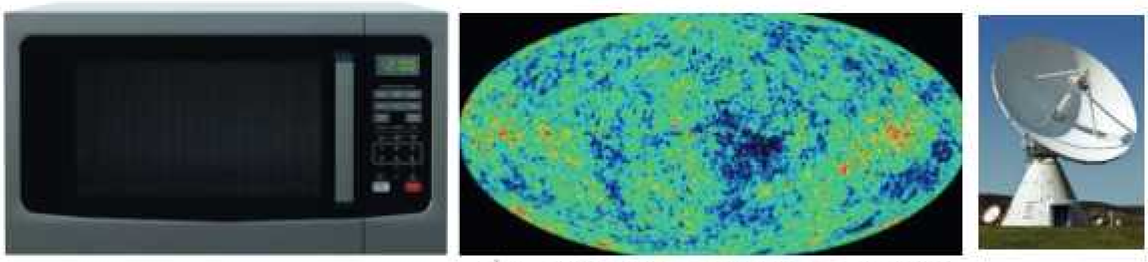


ภาพที่ 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีประโยชน์ต่อมนุษย์มากมายแต่ก็มีอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้คลื่นวิทยุและคลื่นไมโครเวฟในการสื่อสารในช่องทางต่าง ๆ ไม่ว่าการส่งสัญญาณวิทยุ โทรทัศน์ การรับส่งสัญญาณโทรศัพท์มือถือ ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากคลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ

การใช้คลื่นไมโครเวฟในการทำให้อาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบให้สุกในเตาไมโครเวฟ เราศึกษาอวกาศ จักรวาลจากรังสีไมโครเวฟที่อยู่ในอวกาศ การใช้ไมโครเวฟในเรดาร์เพื่อตรวจจับวัตถุ ดังภาพที่ 4



ที่มา: องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ

ภาพที่ 4 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากคลื่นไมโครเวฟ

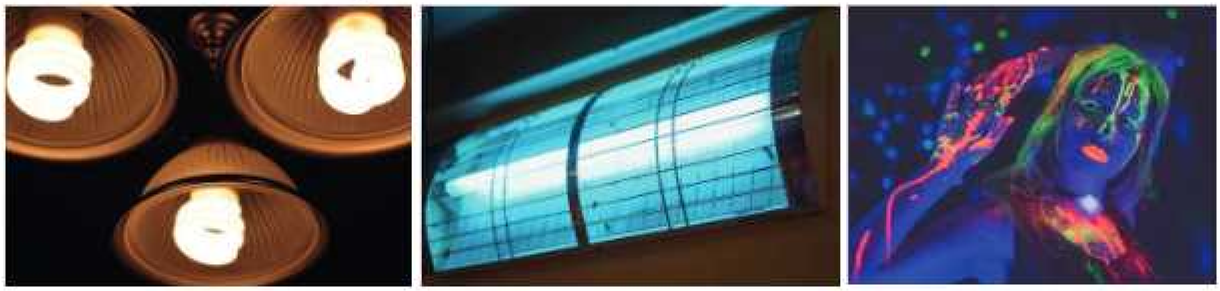
ใช้รังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อนในการทำให้ร่างกายอบอุ่นหรือประกอบอาหาร การวินิจฉัยโรคเนื่องจากร่างกายแผ่รังสีอินฟราเรดออกมามากกว่าปกติทำให้มีอุณหภูมิสูงและการตรวจจับความร้อน การศึกษาอวกาศและดวงดาวจากรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาวัตถุท้องฟ้าทั้งหลาย การควบคุมทางไกลของโทรทัศน์ของรีโมทคอนโทรล ดังภาพที่ 5

ที่มา: องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ

ภาพที่ 5 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากคลื่นหรือรังสีอินฟราเรด

การใช้สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงแสงที่ทองเห็นทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง การใช้แสงในการประยุกต์ใช้ทางวิศวกรรมต่าง ๆ

การใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในหลอดเรืองแสงให้เกิดแสงสว่าง การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ การดักแมลง การตกแต่งให้สวยงานด้วย Black light ดังภาพที่ 6

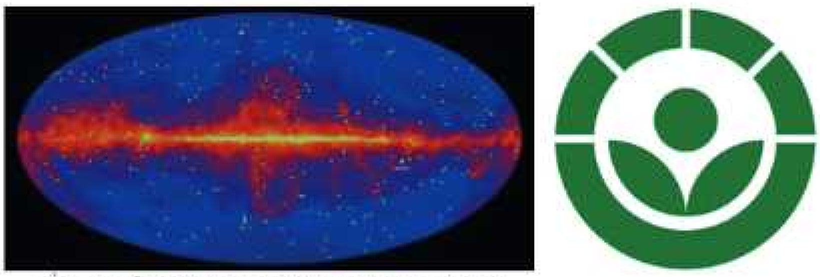


ภาพที่ 6 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากคลื่นหรือรังสีอัลตราไวโอเลต

การใช้รังสีเอกซ์ในการตรวจสอบความผิดปกติของร่างกายในทางการแพทย์ การตรวจวัตถุ การตรวจสอบหาความผิดปกติของยางรถยนต์หรือโครงสร้างของอาคารหรือวัตถุโบราณ การศึกษาโครงสร้างของผลึกต่าง ๆ ดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากรังสีเอกซ์

การใช้รังสีแกมมาในการทำลายเนื้อร้ายหรือมะเร็ง การศึกษาพฤติกรรมของวัตถุท้องฟ้าที่แผ่รังสีแกมมาออกมา การศึกษาโครงสร้างของสสารที่ละเอียดกว่าการใช้รังสีเอกซ์ การถนอมอาหารสดหรือผลผลิตทางการเกษตรโดยการฆ่าแบคทีเรียและทำให้สุกช้าลง ซึ่งสามารถสังเกตอาหารที่ผ่านการฉายรังสีแล้วได้จาก **“ฉลากอาหารฉายรังสี”** ที่แสดงไว้บนบรรจุภัณฑ์ ดังภาพที่ 8



ที่มา: องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ

ภาพที่ 8 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากรังสีแกมมา

เลเซอร์ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเดียว เป็นลำแสงขนานและมีความเข้มสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การตัดวัตถุ การตกแต่งสถานที่ การใช้ในทางการแพทย์ ดังภาพที่ 9

ภาพที่ 8 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเลเซอร์

ใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดเรื่องคลื่น

คำชี้แจง

อ่านคำถามและตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. คลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวเป็นคลื่นที่เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

2. นักเรียนคิดว่า ในกรณีของการเกิดคลื่นเสียงจากลำโพง การเคลื่อนที่ของอนุภาคอากาศกับการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง คล้ายกับการเคลื่อนที่ของคลื่นในสปริงการกระตุกเชือกแบบใด ให้อธิบาย

3. คาบ ความถี่และอัตราเร็วคลื่น คืออะไร

4. อนุภาคตัวกลางของคลื่นขบวนหนึ่ง สั่นอยู่กับที่โดยเคลื่อนที่ได้ 20 รอบ ภายในเวลา 4 วินาที คลื่นนี้มีคาบและความถี่เท่าไรบ้าง

5. ถ้ากระตุกหรือสะบัดปลายข้างหนึ่งของสปริงในแนวที่ตั้งฉากกับแนวของสปริงโดยในการสะบัดแต่ละรอบใช้เวลาเท่าๆ กันแต่ช่วงของการสะบัดแตกต่างกัน ความยาวคลื่นในสปริงที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับระยะหรือช่วงของการสะบัดหรือไม่ เพราะเหตุใด

6. คลื่นสึนามิ เป็นคลื่นที่เกิดจากแผ่นดินไหวเนื่องจากเปลือกโลกมีการเคลื่อนที่ใต้ทะเล พลังงานศักย์ที่สะสมอยู่ในแผ่นทวีปหรือรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกกลายเป็นพลังงานจลน์ในรูปของการเคลื่อนที่ของชั้นดินหรือหินใต้น้ำทะเลและถูกถ่ายโอนให้กับน้ำเป็นคลื่นน้ำแผ่ออกไป ปริมาณใดของคลื่นสึนามิ ที่สร้างความเสียหายต่อสิ่งกีดขวางของคลื่นเมื่อมาถึงชายฝั่ง ให้อธิบาย

7. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น แสงที่มองเห็น เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ นักเรียนมีหลักฐานอะไรบ้างที่จะมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้

8. ร่างกายของเราแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงใดออกมา

ตั๋วออก

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยใช้ความรู้เรื่องคลื่น

1. ระลอกคลื่นบนผิวน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อโยนก้อนหินลงสู่ผิวน้ำ เกิดขึ้นได้อย่างไร

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

2. พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ส่งมายังโลกของเราได้อย่างไร

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

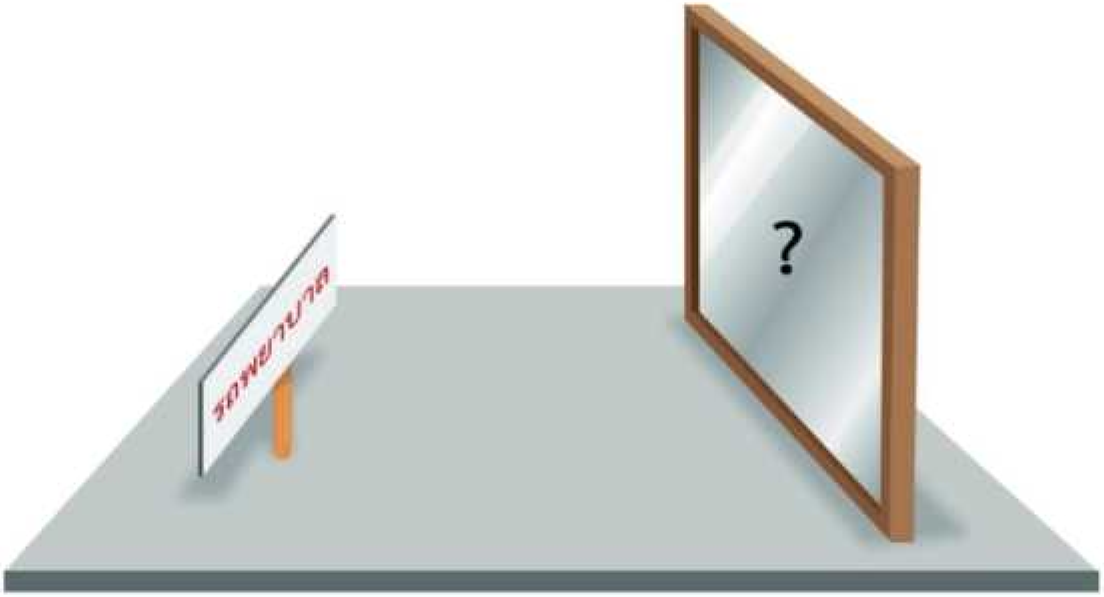
....

....

ใบงาน

เรื่อง การสะท้อนของแสง

บัตรภาพการวางวัตถุหน้ากระจกเงาราบ



ใบกิจกรรมที่ 1 การสะท้อนของแสงเป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ออกแบบและดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายกฎการสะท้อนของแสง

วัสดุและอุปกรณ์

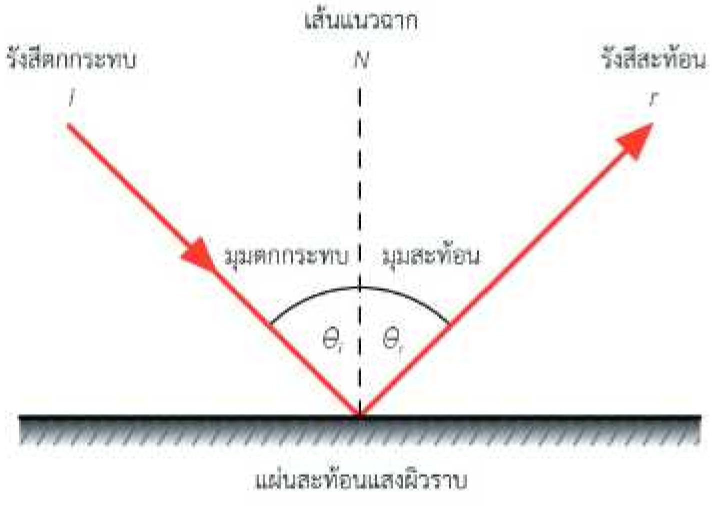
1.	กล่องแสงพร้อมหลอดไฟฟ้า	1 ชุด
2.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
3.	แผ่นช่องแสง 1 ช่อง	1 แผ่น
4.	สายไฟฟ้า	2 เส้น
5.	กระจกเงาราบเป็นผิวสะท้อนแสง	1 บาน
6.	กระดาษขาว	1 แผ่น
7.	ไม้บรรทัดวัดมุม	1 อัน
8.	ดินน้ำมัน	2 ก้อน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเขียนรังสีของแสง

1. ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้

ถ้ามีแสงตกกระทบผิวสะท้อนแสงแล้วสะท้อนออกจากผิวสะท้อนนั้น เราสามารถศึกษาการสะท้อนของแสงได้จากการเขียนลูกศรแสดงรังสีของแสงแทนแนวการเคลื่อนที่ของแสงที่ตกกระทบและแสงที่สะท้อนจากผิวสะท้อนแสง ดังภาพ โดยกำหนดปริมาณต่าง ๆ ดังนี้



เมื่อ N แทน เส้นแนวฉาก ซึ่งเป็นเส้นสมมติที่ใช้ลากตั้งฉากกับผิวสะท้อนแสง ณ จุดที่แสงตกกระทบ

i แทน รังสีตกกระทบ ซึ่งเป็นรังสีของแสงที่ตกกระทบผิวสะท้อนแสง

r แทน รังสีสะท้อน ซึ่งเป็นรังสีของแสงที่สะท้อนออกจากผิวสะท้อนแสง

θ_1 แทน มุมตกกระทบ ซึ่งเป็นมุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นแนวฉาก

θ_2 แทน มุมสะท้อน ซึ่งเป็นมุมที่รังสีสะท้อนทำกับเส้นแนวฉาก

2. ศึกษาการต่อกล่องแสง ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

   1) ใช้สายไฟฟ้า 2 เส้น ปลายด้านหนึ่งของสายไฟฟ้าต่อเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ โดยสายไฟฟ้าเส้นที่ 1 ต่อกับช่อง 0 โวลต์ และสายไฟฟ้าเส้นที่ 2 ต่อเข้ากับช่อง 12 โวลต์ ส่วนสายไฟฟ้าอีกด้านหนึ่งเข้ากับกล่องแสง ดังภาพ

   2) สอดแผ่นช่องแสงที่ให้ลำแสงผ่านได้ 1 ช่อง บริเวณด้านหน้ากล่องแสง ดังภาพ

   3) เสียบสายไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำเข้ากับไฟบ้าน 220 โวลต์ และกดสวิตช์ของหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้หลอดไฟฟ้าสว่าง

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสง

1. วางกระจกเงาราบให้ตั้งฉากกับพื้นโดยใช้ดินน้ำมันช่วยยึด ดังภาพ

2. ต่อกล่องแสง และจัดวางกล่องแสงและกระจกเงาราบ ดังภาพ แล้วเปิดสวิตช์ให้แสงตกกระทบกระจกเงาราบ ลากเส้นแนวของรังสีตกกระทบและแนวของรังสีสะท้อน ลากเส้นแนวฉาก สังเกตมุมตกกระทบและมุมสะท้อน

3. ตั้งคำถามและสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อน พร้อมทั้งกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่
4. ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และตารางบันทึกผลลงในใบงานที่ 1
5. ดำเนินการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1

ใบงานที่ 1 การสะท้อนของแสงเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองและบันทึกผลการสังเกต แล้วตอบคำถามท้ายการทดลอง

บันทึกผลการทำกิจกรรม

การออกแบบวิธีการเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของมุมตกกระทบและมุมสะท้อน

1) คำถาม

....

....

2) สมมุติฐาน

....

....

3) ตัวแปรต้น

....

ตัวแปรตาม

....

ตัวแปรควบคุม

....

....

....

....

4) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

5) ขั้นตอนการทดลอง

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

6) ผลการทดลอง

7) สรุปผลการทดลอง

....

....

....

....

....

....

8) อภิปรายผลการทดลอง

....

....

....

....

....

....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างจากสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร

....

....

....

2. เมื่อมุมตกกระทบมีขนาดเปลี่ยนไป ขนาดของมุมสะท้อนจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

....

....

3. นักเรียนสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

....

....

....

4. ผลการทดลองของนักเรียนมีความคลาดเคลื่อนอย่างไรบ้าง

....

....

....

....

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลและประจักษ์พยานหรือหลักฐานของการทดลองของเพื่อกลุ่มอื่นเปรียบเทียบกับกลุ่มตนเอง

ข้อมูลและประจักษ์พยานที่สอดคล้องหรือสนับสนุนกับการทดลองของกลุ่มตนเอง	ข้อมูลและประจักษ์พยานที่ไม่สอดสอดคล้องหรือขัดแย้งกับการทดลองของกลุ่มตนเอง

เขียนข้อสรุปที่ถูกต้อง

....

....

....

....

....

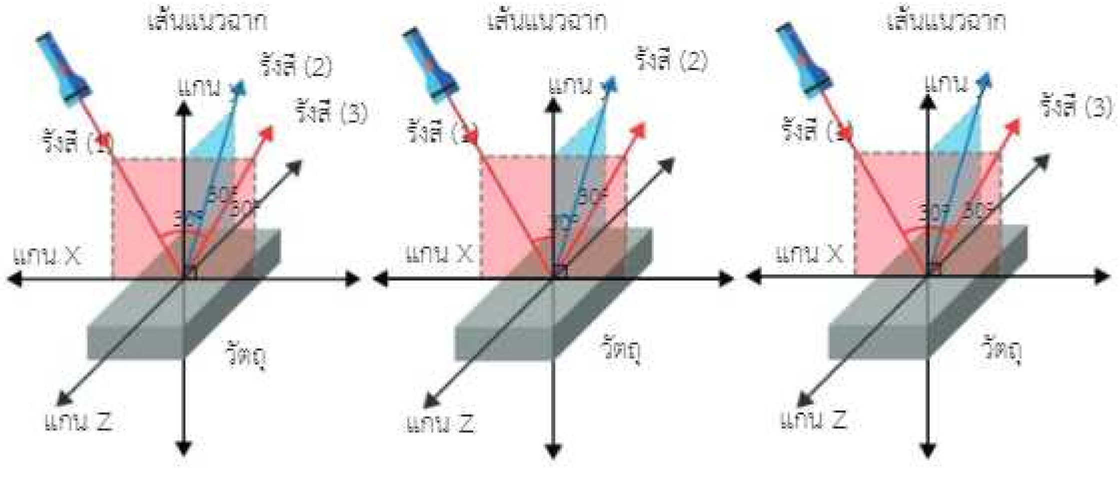
....

ใบความรู้ที่ 1 การสะท้อนของแสง

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในตัวกลางเดียวกัน เราจึงแทนแนวการเคลื่อนที่ของแสงด้วยการเขียนลูกศรแสดงรังสีของแสง จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสง พบว่า เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุนั้น ถ้าขนาดของมุมตกกระทบเปลี่ยนแปลงไป ขนาดของมุมสะท้อนจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือ เมื่อมุมตกกระทบมีขนาดเพิ่มขึ้นขนาดของมุมสะท้อนจะมีค่าเพิ่มขึ้น และขนาดของมุมตกกระทบจะมีค่าเท่ากับขนาดของมุมสะท้อนเสมอ โดยรังสีสะท้อนจะอยู่ในระนาบเดียวกับรังสีตกกระทบและเส้นแนวฉาก ทำให้เราได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสะท้อนของแสง 2 ข้อ เรียกว่า **กฎการสะท้อนของแสง** คือ

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก รังสีสะท้อน จะต้องอยู่ในระนาบเดียวกันเสมอ
2. มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ

เนื่องจากแนวของรังสีสะท้อนที่ทำให้มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบมีได้หลายแนว ดังภาพที่ 1 กฎข้อที่ 1 จำเป็นต้องมีเพื่อระบุว่ารังสีสะท้อนจะต้องสะท้อนออกไปในระนาบเดียวกันกับระนาบของรังสีตกกระทบกับเส้นแนวฉาก



ก. แกนสามมิติ xyz

ข. รังสี (1) ในระนาบ xy รังสี (2) ในระนาบ yz

ค. รังสี (1) และรังสี (3) ในระนาบ yz

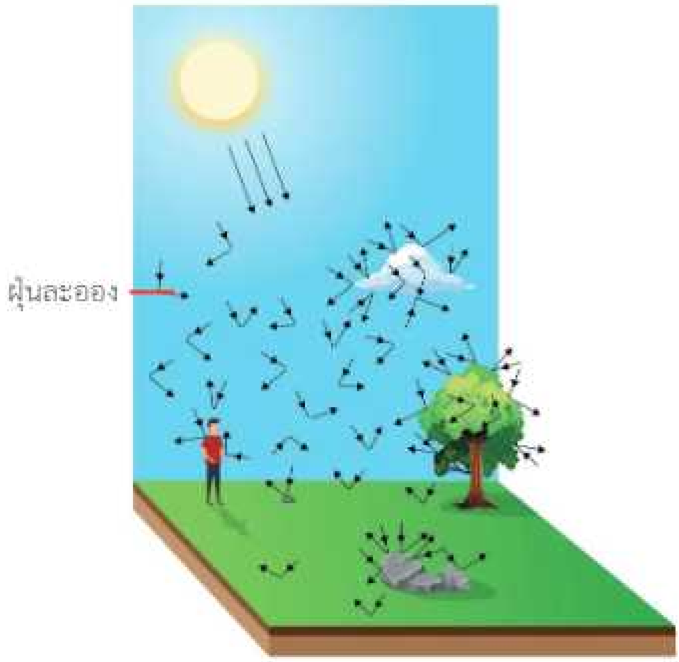
ภาพที่ 1 แนวของรังสีสะท้อนที่ทำมุมกับเส้นแนวฉากและเท่ากับมุมตกกระทบมีได้หลายแนว แต่จะมีแนวที่อยู่ในระนาบเดียวกับเส้นแนวฉากและรังสีตกกระทบเพียง 1 แนวเท่านั้น

จากภาพที่ 1 เป็นการเขียนรังสีโดยใช้แกนสามมิติ xyz เป็นแกนอ้างอิง ถ้ารังสี (1) เป็นรังสีตกกระทบที่ตกกระทบผิวสะท้อนด้วยมุมตกกระทบ 30 องศา เราสามารถเขียนรังสีสะท้อนที่ทำให้มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบได้หลายแนวที่อยู่ในระนาบที่แตกต่างกัน เช่น รังสี (2) และรังสี (3) ต่างก็ทำมุมกับเส้นแนวฉากเท่ากับ 30 องศาเหมือนกันและมีรังสีอีกมากมายที่ทำมุมกับเส้นแนวฉากเท่ากับ 30 องศาเหมือนกัน แต่ละรังสี

จะอยู่ในระนาบที่แตกต่างกันไปเมื่อเทียบกับระนาบของรังสีตกกระทบกับเส้นแนวฉาก เช่น รังสีตกกระทบ (1) เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อน (3) อยู่ในระนาบ xy ส่วนรังสีสะท้อน (2) กับเส้นแนวฉากอยู่ในระนาบ yz ดังนั้น กฎการสะท้อนข้อ 1 เป็นการระบุให้รัดกุมว่า รังสีสะท้อน (3) เท่านั้นที่จะต้องเป็นแนวสะท้อนของรังสีตกกระทบ (1) เนื่องจากอยู่ในระนาบเดียวกันคือ ระนาบ xy ดังนั้น กฎการสะท้อนจะสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อมีการระบุระนาบด้วย

การมองเห็นแหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟฟ้า เปลวเทียนไขได้เนื่องจากมีแสงออกจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่ตาเราโดยตรง และการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงจันทร์ ต้นไม้ โต๊ะ เก้าอี้ หนังสือได้เนื่องจากมีแสงจากแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบที่วัตถุนั้น แล้วสะท้อนออกจากผิววัตถุนั้นเข้าสู่ตาของเราผ่านเลนส์ตาและไปกระทบประสาทรับแสงที่เรียกว่า เรตินา ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉากรับภาพและส่งสัญญาณภาพไปยังสมองเพื่อให้รับรู้ว่ามีวัตถุเหล่านั้น

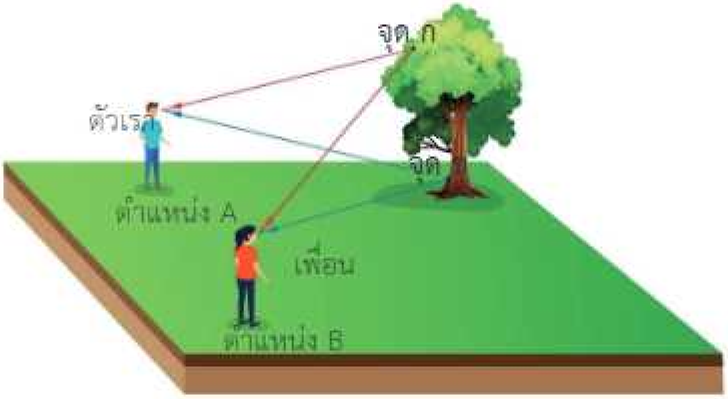
นอกจากวัตถุรอบตัวเราสามารถสะท้อนแสงได้ แสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุหนึ่งยังไปตกกระทบที่วัตถุ อื่น ๆ และสะท้อนออกไปได้อีกเช่นกัน ดังนั้น รอบตัวเราจึงมีแสงตกกระทบวัตถุทุกทิศทางและแสงก็สะท้อนออกไปทุกทิศทาง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเคลื่อนที่ของแสงจากดวงอาทิตย์ที่กระทบวัตถุต่าง ๆ ทุกทิศทางและสะท้อนไปทุกทิศทาง

หลักฐานที่แสดงให้เห็นว่า แสงสะท้อนออกจากวัตถุไปทุกทิศทางคือ ในเวลากลางคืนที่มืดสนิท เรามองไม่เห็นอะไรเลย แต่ถ้าเป็นเวลากลางวันหรือช่วงที่มีแสง เราจะมองเห็นวัตถุรอบตัวเรา เช่น ถ้าเราพิจารณาต้นไม้ต้นหนึ่ง โดยที่เราอยู่ที่ตำแหน่ง A มองเห็นจุด ก ที่บนต้นไม้ดังภาพที่ 3 แสดงว่า มีแสงจากจุด ก เดิน

ทางเข้าตาของเรา ในขณะที่เพื่อนของเราที่อยู่ที่จุด B ก็มองเห็นจุด ก บนต้นไม้เช่นกัน แสดงว่ามีแสงเดินทางจากจุด ก ไปที่เพื่อนของเราที่จุด B ด้วย



ภาพที่ 3 การเคลื่อนที่ของแสงเมื่อพิจารณาจุดใดจุดหนึ่งบนวัตถุและการมองเห็น

ในทำนองเดียวกัน เมื่อย้ายตำแหน่งการมองไปที่อื่น ๆ ก็มองเห็นจุด ข เช่นกัน แสดงว่า แสงจากจุด ข เดินทางไปทุกทิศทาง และเราเห็นต้นไม้ที่จุดอื่น ๆ ด้วย แสดงว่าแสงจากทุก ๆ จุดของต้นไม้ที่เรามองเห็นเดินทางมาหาเราเช่นเดียวกัน แสดงว่ามีแสงมากมายสะท้อนออกจากทุกจุดของวัตถุออกไปทุกทิศทาง และต้องเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงทุกกรณี

เรามองเห็นจุด ๆ หนึ่ง แสดงว่า มีแสงจากจุดนั้นเคลื่อนที่มาสู่ตาเรา ถ้าเราเปลี่ยนตำแหน่งการมอง ก็ยังเห็นจุดเดิม แสดงว่า แสงจากจุดนั้นก็ยังเคลื่อนที่มาสู่ตาเรา นั่นคือ แสงจากจุดนั้นเคลื่อนที่ไปทุกทิศทางบนวัตถุมีจุดมากมาย แสดงว่า แสงจากทุก ๆ จุดบนวัตถุจะเคลื่อนที่ออกไปทุกทิศทาง

ใบกิจกรรมที่ 2 ภาพในกระจกเงาราบเกิดขึ้นได้อย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เขียนแผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของแสงในกระจกเงาราบเพื่ออธิบายการเกิดภาพในกระจกเงาราบ
2. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพ

วัสดุและอุปกรณ์

1.	กระจกเงาราบ	1 บาน
2.	กล่องแสงพร้อมหลอดไฟฟ้าหรืออาจใช้เลเซอร์	1 ชุด
3.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
4.	แผ่นช่องแสง 1 ช่อง	1 แผ่น
5.	ดินน้ำมัน	2 ก้อน
6.	ตะปู	1 ดอก
7.	กระดาษขาว	1 แผ่น
8.	แท่งแก้วคนสาร	1 แท่ง

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. กำหนดปริมาณต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ในการทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

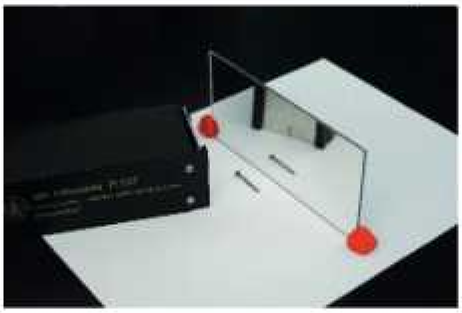
    ขนาดของวัตถุ แทน ความสูงของวัตถุ

    ขนาดของภาพ แทน ความสูงของภาพ

    ระยะวัตถุ เป็นระยะห่างจากกระจกเงาราบซึ่งเป็นผิวสะท้อนแสงถึงตำแหน่งของวัตถุ

    ระยะภาพ เป็นระยะห่างจากกระจกเงาราบซึ่งเป็นผิวสะท้อนแสงถึงตำแหน่งของภาพ

2. วางกระดาษ A4 บนพื้นโต๊ะ และวางกระจกเงาราบให้ตั้งฉากกับพื้นโต๊ะโดยใช้ดินน้ำมันช่วยยึด จากนั้นวางตะปูให้ห่างจากกระจกราบพอประมาณ โดยให้แนวของตะปูขนานกับแนวของกระจก ดังภาพ

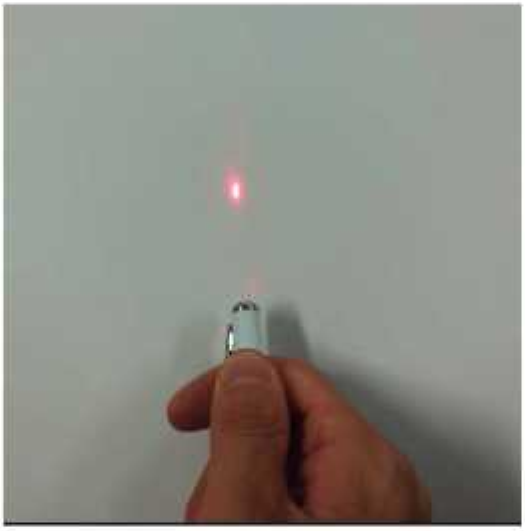


3. ใช้กล่องแสงฉายแสงจากหัวตะปูไปยังกระจกเงาราบโดยให้ลำแสงสะท้อนออกจากกระจกเงาราบ จากนั้นลากแนวของรังสีตกกระทบและแนวของรังสีสะท้อน และต่อแนวของรังสีสะท้อนไปด้านหลังกระจก ดังภาพ บันทึกผลลงในใบงานที่ 2

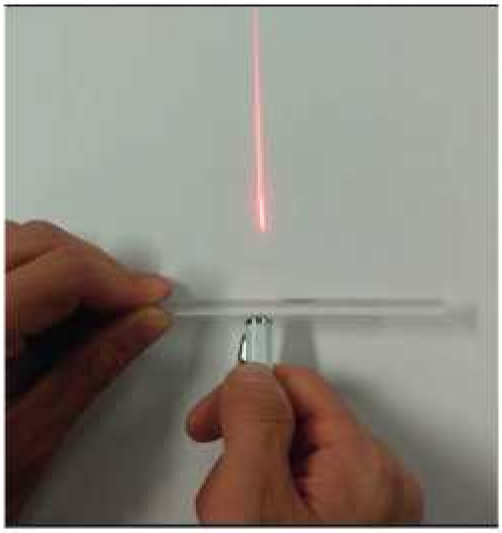
4. ทำซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนแนวของรังสีตกกระทบ 2 แนว บันทึกผลลงในใบงานที่ 2
5. ใช้กล่องแสงฉายแสงจากปลายตะปูไปยังกระจกเงาราบโดยให้ลำแสงสะท้อนออกจากกระจกเงาราบ จากนั้นลากแนวของรังสีตกกระทบและแนวของรังสีสะท้อน และต่อแนวของรังสีสะท้อนไปด้านหลังกระจก ดังภาพ บันทึกผลลงในใบงานที่ 2

6. ทำซ้ำข้อ 5 แต่เปลี่ยนแนวของรังสีตกกระทบ 2 แนว บันทึกผลลงในใบงานที่ 2
7. นำตะปูอีกตัวหนึ่งไปวางที่จุดตัดกันของรังสีสะท้อนเพื่อแทนภาพที่เกิดขึ้น แล้วมองเข้าไปในกระจกเงาราบและมองข้ามไปดูตะปูที่อยู่ด้านหลังกระจกเงาราบ สังเกตตำแหน่งและขนาดของภาพในกระจกเงาราบกับขนาดของตะปูด้านหลังกระจก บันทึกผลลงในใบงานที่ 2
8. วัดระยะวัตถุและวัดระยะภาพ บันทึกผลลงในใบงานที่ 2
9. เปรียบเทียบขนาดของตะปูด้านหลังกระจกเงาราบหรือขนาดภาพ กับขนาดของตะปูด้านหน้ากระจกเงาราบหรือขนาดวัตถุ บันทึกผลลงในใบงานที่ 2
10. ใช้กระจกเงาราบมาส่องดูชื่อของนักเรียนคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม สังเกตลักษณะของวัตถุ (ชื่อของนักเรียน) และลักษณะภาพที่เกิดขึ้นในกระจก บันทึกโดยวาดรูป ลงในตาราง 1 ในใบงานที่ 2

ข้อเสนอแนะ กรณีที่ใช้ฉายแสงเลเซอร์ในการทำกิจกรรม ให้ฉายแสงเลเซอร์ผ่านแท่งแก้ว ซึ่งจะได้แนวเส้นของแสงเลเซอร์ ดังภาพ



ภาพการฉายแสงเลเซอร์ปกติ



ภาพการฉายแสงเลเซอร์ผ่านแท่งแก้วคนสาร

ใบงานที่ 2 ภาพในกระจกเงาราบเกิดขึ้นได้อย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....
....
....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....
....
....
....
....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกการสังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

รูปวาดแสดงแนวการเคลื่อนที่ของแสง (เมื่อมองจากด้านบน)

ตาราง แสดงรายละเอียดของวัตถุและภาพในกระจกเงาราบ

การสังเกต	ผลการสังเกต
ระยะห่างจากกระจกเงาราบถึงตำแหน่งของตะปูด้านหน้ากระจก	
ระยะห่างจากกระจกเงาราบถึงตำแหน่งของตะปูด้านหลังกระจก	
ขนาดของตะปูด้านหน้ากระจกเงาราบเทียบกับขนาดของตะปูด้านหลังกระจกเงาราบ	
ชื่อของนักเรียน	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อฉายแสงจากหัวตะปูให้ตกกระทบกระจกเงาราบ รังสีสะท้อนแต่ละเส้นจะเป็นอย่างไร ถ้าต่อแนวของรังสีสะท้อนแต่ละเส้นไปด้านหลังจะได้ผลอย่างไร

2. เมื่อฉายแสงจากปลายตะปูให้ตกกระทบกระจกเงาราบ รังสีสะท้อนแต่ละเส้นจะเป็นอย่างไร ถ้าต่อแนวของรังสีสะท้อนแต่ละเส้นไปด้านหลังจะได้ผลอย่างไร

3. นักเรียนจะอธิบายการเกิดภาพในกระจกเงาราบนี้ได้ว่าอย่างไร

4. ระยะวัตถุกับระยะภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบสัมพันธ์กันอย่างไร

5. ขนาดวัตถุกับขนาดภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบสัมพันธ์กันอย่างไร

6. วิธีการในการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงในการหาตำแหน่งของภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบ สรุปได้ว่าอย่างไร

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

....

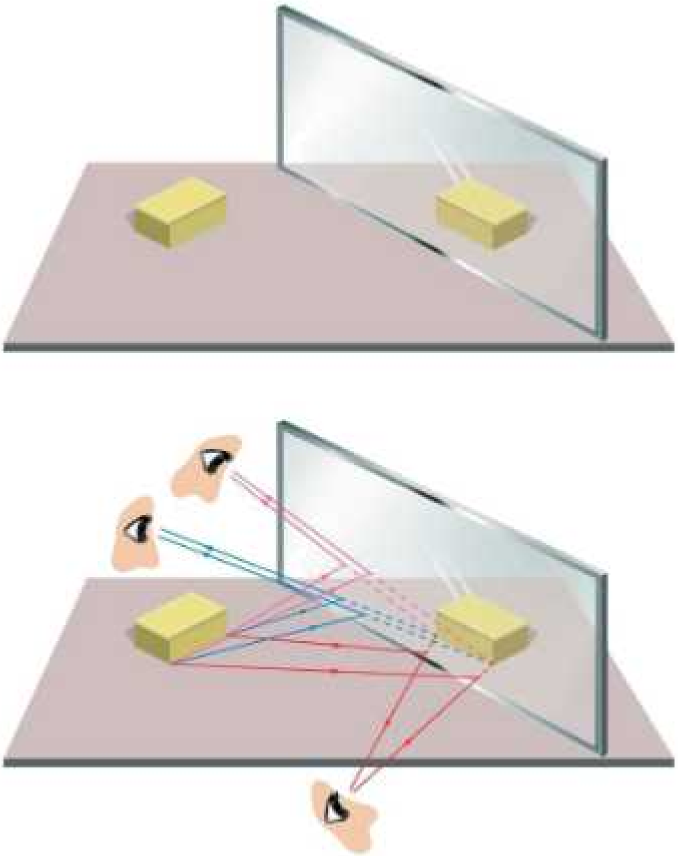
....

....

....

ใบความรู้ที่ 2 การเกิดภาพในกระจกเงาราบ

ถ้าวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบและผู้สังเกตไปอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ หน้ากระจก จะมองเห็นวัตถุตามแนวที่แสงสะท้อนพุ่งเข้าไปที่ตาของผู้สังเกต ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การสะท้อนของแสงและการมองเห็นภาพในกระจกเงาราบ

เราทราบมาแล้วว่า แสงออกจากจุดบนวัตถุทุกทิศทางและออกจากทุกจุดจากใบความรู้ที่ 1 การสะท้อนของแสง แสงจากทุกจุดของวัตถุไปกระทบกระจกเงาราบแล้วสะท้อนออกไปทุกทิศทาง เช่น ที่จุด A แสงจากจุดนี้ออกไปทุกทิศทางไปกระทบกระจกเงาราบและสะท้อนไปหาผู้สังเกตทุกคนที่อยู่หน้ากระจกซึ่งในความเป็นจริงแล้ว มีรังสีสะท้อนมีมากมายนับไม่ถ้วน เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายจึงนำเสนอเพียง 3 เส้น พบว่า แสงที่พุ่งเข้าตาผู้สังเกตทั้งสามคนในภาพเสมือนพุ่งออกมาจากจุดเดียวกันคือ จุด A' ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิดภาพของ A ในทำนองเดียวกันกับจุด B จะพบว่า ผู้สังเกตแต่ละคนเห็นภาพของจุด B อยู่ที่ B' เพราะแสงที่สะท้อนออกมาเสมือนพุ่งออกมาจากจุด B' เหมือนกัน

ภาพที่เกิดขึ้นในกรณีอย่างนี้ เรียกว่า **ภาพเสมือน** เพราะถ้าเอาฉากไปไว้ที่ตำแหน่งที่เกิดภาพซึ่งอยู่หลังกระจกเงาราบ จะไม่ปรากฏภาพบนฉาก เนื่องจากไม่มีรังสีจริงพุ่งทะลุไปด้านหลังกระจก ส่วนกรณีที่รังสี

จริงไปรวมกันหรือตัดกันทำให้เกิดภาพและเมื่อเอาฉากไปรับแล้วจะเกิดภาพขึ้นบนฉาก ภาพแบบนี้เรียกว่า **ภาพจริง** ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้การเกิดภาพจริงในผิวสะท้อนแสงแบบอื่น ๆ

ในชีวิตประจำวัน เราใช้กระจกเงาราบทุกวัน เช่น กระจกเงาในห้องน้ำ กระจกเงาในห้องแต่งตัว กระจกเงามองหลังหรือมองข้างของรถยนต์ กระจกเงาส่องหน้าที่พกติดตัว กระจกเงาในร้านตัดผม เป็นต้น ซึ่งมีข้อดีคือ เราจะเห็นตัวเราขนาดเท่าตัวจริง การกะระยะทางไม่คลาดเคลื่อนเมื่อใช้ส่องดูระยะห่าง แต่ภาพที่เห็นอาจจะเป็นภาพกลับด้าน ซึ่งอาจจะทำให้ดูยากในกรณีที่เป็นตัวหนังสือ

ใบกิจกรรมที่ 3 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงในกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เขียนแผนการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้ง

วัสดุและอุปกรณ์

1.	กระจกเงาเว้า	1 อัน
2.	กระจกเงานูน	1 อัน
3.	กล่องแสงพร้อมหลอดไฟฟ้า	1 ชุด
4.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
5.	แผ่นช่องแสง 3 ช่องหรือ 1 ช่อง	1 แผ่น
6.	สายไฟฟ้า	2 เส้น
7.	กระดาษขาว	1 แผ่น
8.	ฉากขาว	1 อัน
9.	เทียนไขและไม้ขีดไฟ	1 ชุด
10.	ดินน้ำมัน	2 ก้อน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเคลื่อนที่ของแสงในกระจกเงาโค้ง

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบและชื่อเรียกส่วนประกอบของกระจกเงาโค้ง จากนั้นระบุรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบพร้อมทั้งวาดรูปภาพประกอบ บันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 1 ของใบงานที่ 3
2. หาจุดโฟกัสของแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง ดังนี้
   1) ลากเส้นตรงสองเส้นให้ตัดกันเป็นมุมฉากบนกระดาษขาวแล้ววางแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งบนกระดาษโดยให้จุดตัดของเส้นตรงทั้งสองเป็นจุดสัมผัสที่จุดกึ่งกลางของผิวโค้ง
   2) วางกล่องแสงที่ต่อเรียบร้อยแล้วโดยใช้ช่องแสง 3 ช่องไว้ด้านหน้าของแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง ดังภาพ

แผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า

แผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน

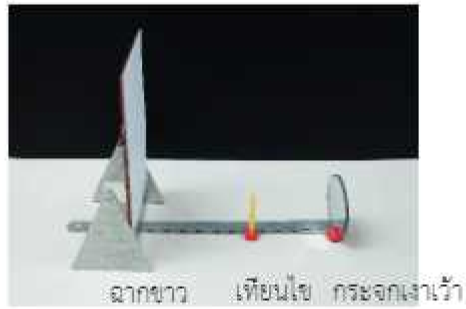
3) จัดลำแสงขนาน 3 ลำแสงจากกล่องแสงให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้าหรือกระจกเงาเว้า โดยจัดลำแสงให้ขนานกับเส้นตรงเส้นที่ 2 สังเกตและวาดแนวลำแสงสะท้อนที่ตัดกันซึ่งคือจุดโฟกัส และแกนมุขสำคัญลงในใบงานที่ 3

4) จัดลำแสงขนาน 3 ลำแสงจากกล่องแสงให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูนหรือกระจกเงานูน โดยจัดลำแสงให้ขนานกับเส้นตรงเส้นที่ 2 ต่อแนวของรังสีสะท้อนให้ตัดกันที่ด้านหลังของกระจกเงานูน สังเกตและวาดแนวลำแสงสะท้อนที่ตัดกันซึ่งคือจุดโฟกัสเสมือนและแกนมุขสำคัญลงในใบงานที่ 3

3. จัดลำแสงตกกระทบกระจกเงาเว้าโดยใช้ช่องแสง 1 ช่องในกรณีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ แล้ววาดภาพและเขียนแนวของรังสีตกกระทบและแนวของรังสีสะท้อน พร้อมทั้งอธิบายโดยใช้กฎการสะท้อนของแสงลงในตารางที่ 2 ของใบงานที่ 3
   1) แสงตกกระทบกระจกเงาเว้าโดยขนานกับแกนมุขสำคัญ
   2) แสงตกกระทบกระจกเงาเว้าโดยผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง
   3) แสงตกกระทบกระจกเงาเว้าโดยผ่านจุดโฟกัส
4. ทำซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็นกระจกเงานูนในกรณีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
   1) แสงตกกระทบกระจกเงานูนโดยขนานกับแกนมุขสำคัญ
   2) แสงตกกระทบกระจกเงานูนโดยให้แนวของแสงตกกระทบผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง
   3) แสงตกกระทบกระจกเงานูนโดยให้แนวของแสงตกกระทบผ่านจุดโฟกัส

ตอนที่ 2 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง

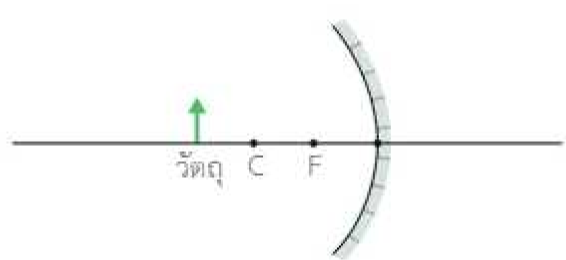
1. ปั้นดินน้ำมันให้เป็นก้อนกลม 2 ก้อน จากนั้นปักเทียนไขที่ดินน้ำมันก้อนที่ 1 และปักกระจกเงาเว้าที่ทราบความยาวโฟกัส (*f*) ที่ดินน้ำมันก้อนที่ 2 แล้วจัดอุปกรณ์ ดังภาพ



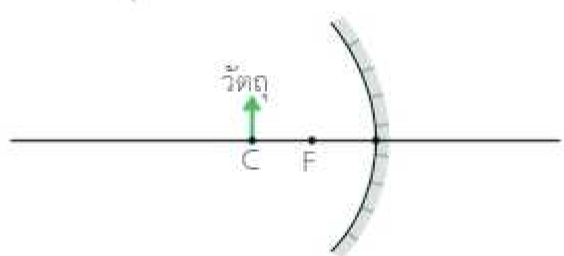
2. วางเทียนไขหน้ากระจกเงาเว้าโดยให้เทียนไขอยู่ห่างจากกระจกเงาเว้าเป็นระยะทางมากกว่า f แต่ไม่เกิน $2f$ จากนั้นเลื่อนฉากขาวเข้าหรือออกจากกระจกจนปรากฏภาพชัดเจนบนฉาก สังเกตลักษณะภาพที่ปรากฏบนฉากและภาพในกระจก บันทึกผลลงในตารางที่ 3 ของใบงานที่ 3
3. ทำซ้ำข้อ 2 แต่เปลี่ยนให้เทียนไขอยู่ห่างจากกระจกเงาเว้าเป็นระยะทางน้อยกว่า f
4. ทำซ้ำข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนจากกระจกเงาเว้าเป็นกระจกเงานูน สังเกตสิ่งที่ปรากฏบนฉาก ลักษณะ และขนาดของภาพในกระจกเงานูน บันทึกผลลงในตารางที่ 4 ของใบงานที่ 3

ตอนที่ 3 การเขียนแผนการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้ง

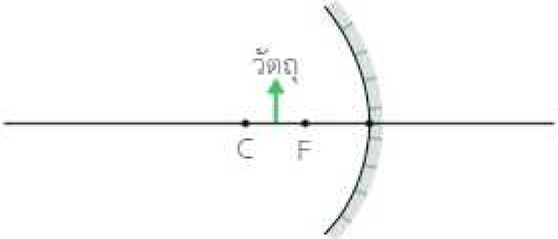
1. ศึกษาการเขียนแผนการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้งในใบความรู้ที่ 3
2. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งภาพและลักษณะภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงเมื่อวางวัตถุไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ หน้ากระจกเงาเว้า ลงในตารางที่ 5 ของใบงานที่ 3
   1) วางวัตถุไว้หน้ากระจกเว้าที่ระยะมากกว่ารัศมีความโค้ง



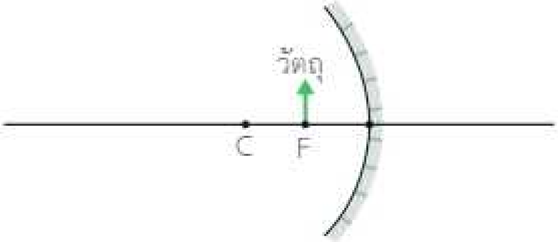
   2) วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่จุด C



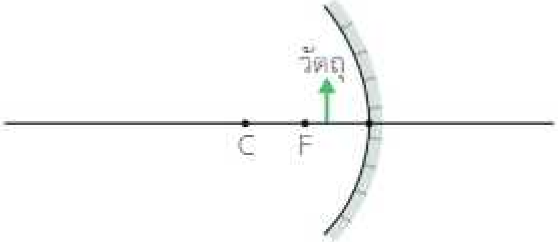
3) วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่ระยะระหว่างจุด C กับจุด F



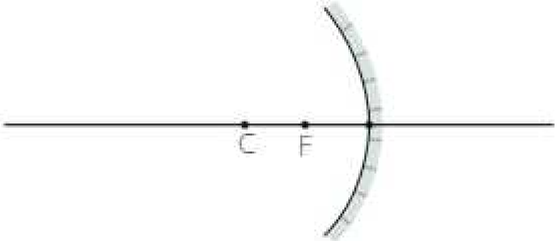
4) วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่จุด F



5) วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่ระหว่างจุด F กับ กระจก

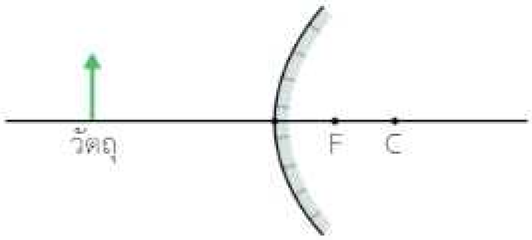


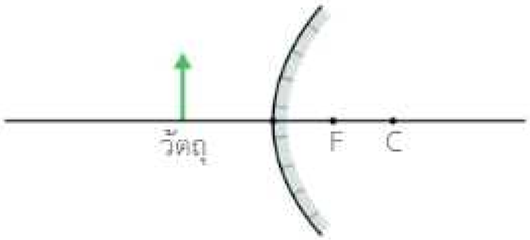
6) วัตถุอยู่ที่ระยะไกลมาก ๆ (เรียกว่า ระยะอนันต์)

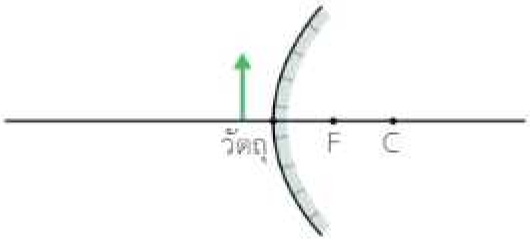


3. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งภาพและลักษณะภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงเมื่อวางวัตถุไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ หน้ากระจกเงานูน ลงในตารางที่ 6 ของใบงานที่ 3

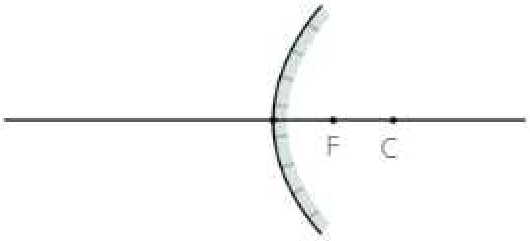
1) วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงานูนที่ระยะต่าง ๆ







2) วัตถุอยู่ไกลมาก ๆ เช่น ดวงอาทิตย์



ใบงานที่ 3 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงในกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกการสืบค้น การเขียนแผนภาพ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเคลื่อนที่ของแสงในกระจกเงาโค้ง

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน

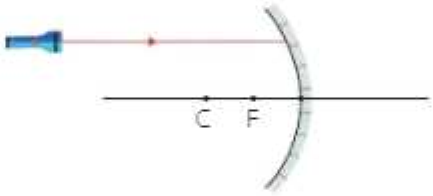
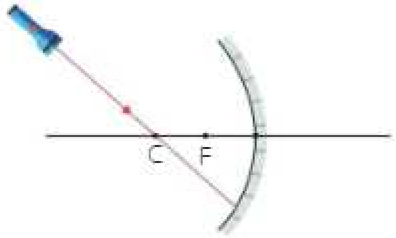
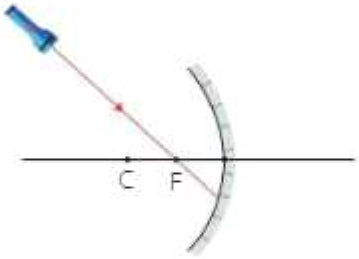
กระจกเงาเว้า	
ส่วนประกอบ	**รายละเอียด**
จุดศูนย์กลางความโค้ง	
จุดยอด	
แกนมุขสำคัญ	
จุดโฟกัส	
รัศมีความโค้ง	
ความยาวโฟกัส	
รูปภาพ	
กระจกเงานูน	
ส่วนประกอบ	**รายละเอียด**
จุดศูนย์กลางความโค้ง	
จุดยอด	
แกนมุขสำคัญ	
จุดโฟกัส	
รัศมีความโค้ง	
ความยาวโฟกัส	

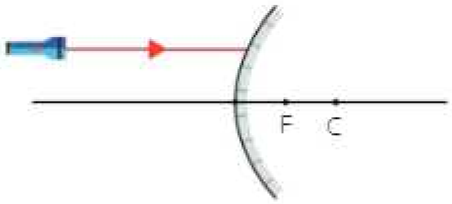
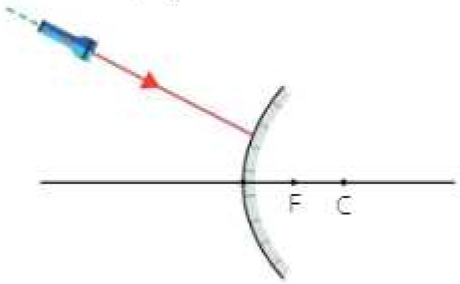
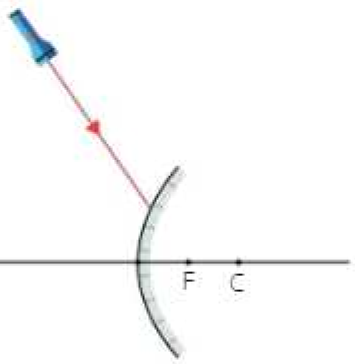
กระจกเงาเว้า	
รูปภาพ	

การสะท้อนแสงบนแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า

การสะท้อนแสงบนแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน

ตารางที่ 2 แสดงภาพวาดแสดงแนวของรังสีตกกระทบและแนวของรังสีสะท้อน และคำอธิบายเมื่อจัดลำแสงตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งกรณีต่าง ๆ

การจัดลำแสงตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง	ภาพวาดและการอธิบายโดยใช้กฎการสะท้อนของแสง
แสงตกกระทบกระจกเงาเว้าโดยขนานกับแกนมุขสำคัญ 	
แสงตกกระทบกระจกเงาเว้าโดยผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง 	
แสงตกกระทบกระจกเงาเว้าโดยผ่านจุดโฟกัส 	

การจัดลำแสงตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง	ภาพวาดและการอธิบายโดยใช้กฎการสะท้อนของแสง
แสงตกกระทบกระจกเงานูนโดยขนานกับแกนมุขสำคัญ 	
ถ้าแสงตกกระทบกระจกเงานูนโดยให้แนวของแสงตกกระทบผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง 	
ถ้าแสงตกกระทบกระจกเงานูนโดยให้แนวของแสงตกกระทบผ่านจุดโฟกัส 	

ตอนที่ 2 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง

ตารางที่ 3 ผลการสังเกตภาพในกระจกและบนฉากเมื่อนำเทียนไขวางไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่ระยะต่าง ๆ

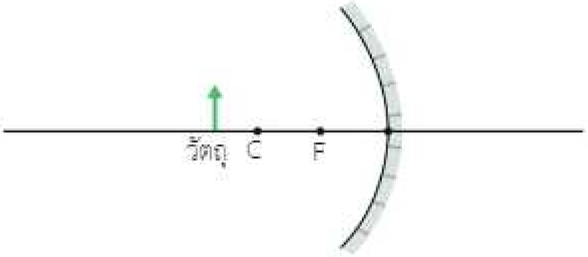
ตำแหน่งของเทียนไข	**ลักษณะภาพ**	
	เมื่อมองในกระจกเงาเว้า	**บนฉาก**
มากกว่า f แต่ไม่เกิน 2f		
น้อยกว่า f		

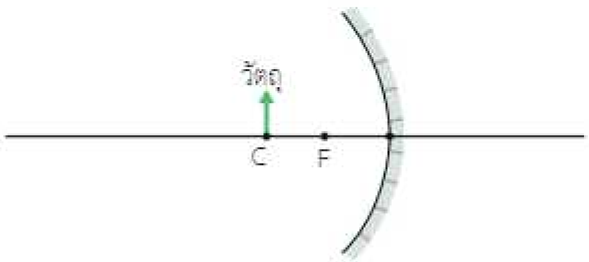
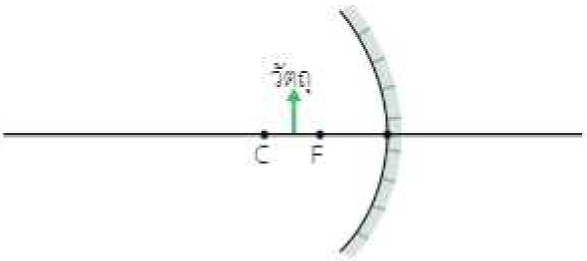
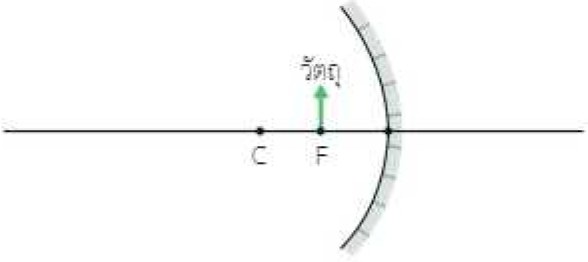
ตารางที่ 4 ผลการสังเกตภาพในกระจกและบนฉากเมื่อนำเทียนไขวางไว้หน้ากระจกเงานูนที่ระยะต่าง ๆ

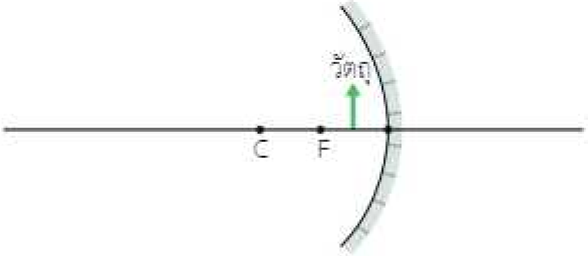
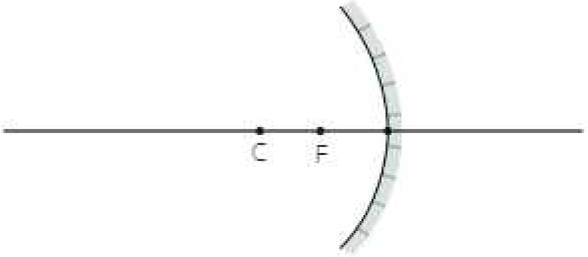
ตำแหน่งของเทียนไข	**ลักษณะภาพ**	
	เมื่อมองในกระจกเงานูน	**บนฉาก**
มากกว่า f แต่ไม่เกิน 2f		
น้อยกว่า f		

ตอนที่ 3 การเขียนแผนการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้ง

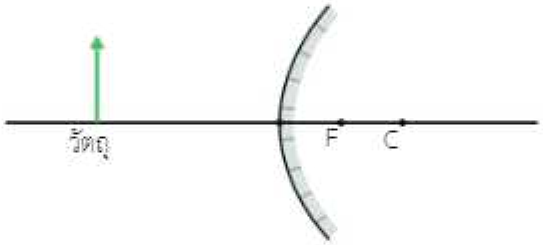
ตารางที่ 5 แสดงการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะภาพเมื่อวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไว้หน้ากระจกเงาเว้า

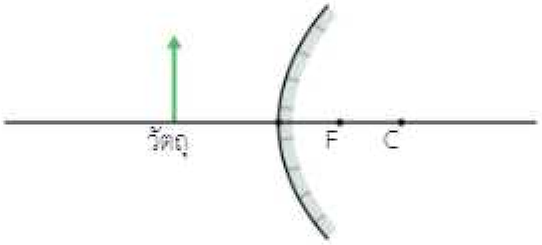
การวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไว้หน้ากระจกเงาเว้า	**การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของภาพ**
วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่ระยะมากกว่ารัศมีความโค้ง 	

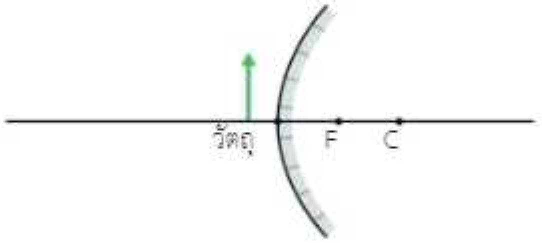
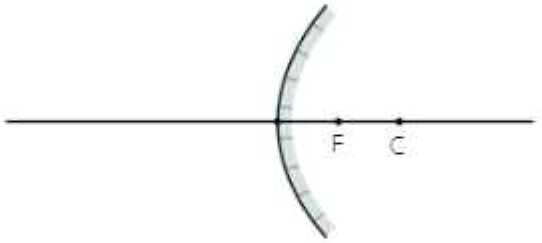
การวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไว้หน้ากระจกเงาเว้า	การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของภาพ
วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่จุด C 	
วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่ระยะระหว่างจุด C และจุด F 	
วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่จุด F 	

การวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไว้หน้ากระจกเงาเว้า	**การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของภาพ**
วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่ระหว่างจุด F กับกระจกหรือน้อยกว่าความยาวโฟกัส 	
วัตถุอยู่ที่ระยะไกลมาก ๆ (เรียกว่า ระยะอนันต์) 	

ตารางที่ 6 แสดงการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะภาพเมื่อวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไว้หน้ากระจกเงานูน

<table>
<tr><th>การวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไว้หน้ากระจกเงานูน</th><th>การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของภาพ</th></tr>
<tr><td>วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงานูนที่ระยะต่าง ๆ





</td><td></td></tr>
<tr><td>วัตถุอยู่ไกลมาก ๆ เช่น ดวงอาทิตย์

</td><td></td></tr>
</table>

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากตาราง 1 กระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนมีส่วนประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง ส่วนประกอบใดบ้างที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

....

....

....

....

2. จากการเขียนแนวของรังสีที่สะท้อนจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนได้โดยการใช้กฎการสะท้อนของแสงในตารางที่ 2 นักเรียนสามารถหาแนวของรังสีสะท้อนได้โดยไม่ต้องวัดมุมตกกระทบและมุมสะท้อน เมื่อรังสีตกกระทบไปตกกระทบกระจกอย่างไร และรังสีสะท้อนไปในแนวใดบ้าง

....

....

....

....

....

....

3. จากการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง นักเรียนจะสรุปแนวทางการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของภาพได้อย่างไร

....

....

....

....

4. ถ้าเราเลื่อนวัตถุเข้าใกล้กระจกเงาเว้ามากขึ้นเรื่อย ๆ ขนาดของภาพจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

....

....

....

5. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาเว้า เป็นภาพชนิดใดได้บ้าง และมีขนาดอย่างไรเมื่อเทียบกับขนาดของวัตถุ

....

....

....

6. ถ้าเราเลื่อนวัตถุเข้าใกล้กระจกเงานูนมากขึ้นเรื่อย ๆ ขนาดของภาพจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

....

....

....

7. ภาพที่เกิดจากกระจกเงานูน เป็นภาพชนิดใดได้บ้าง และมีขนาดอย่างไรเมื่อเทียบกับขนาดของวัตถุ

....

8. วัตถุที่อยู่ที่ระยะอนันต์ กระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนทำให้เกิดภาพที่เหมือนและแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

....

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

....

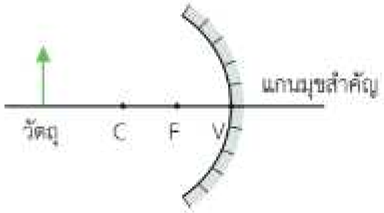
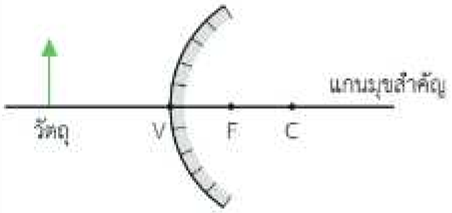
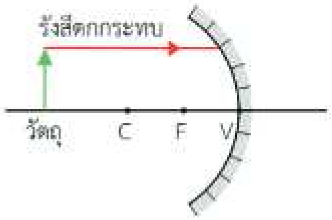
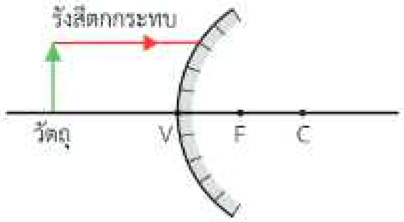
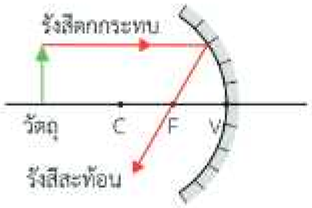
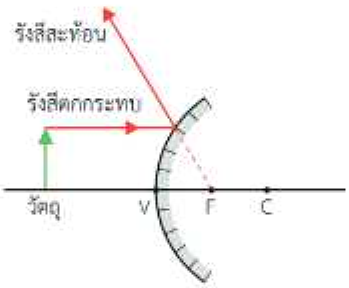
....

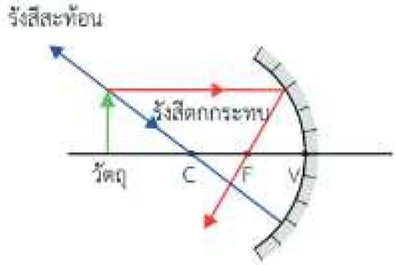
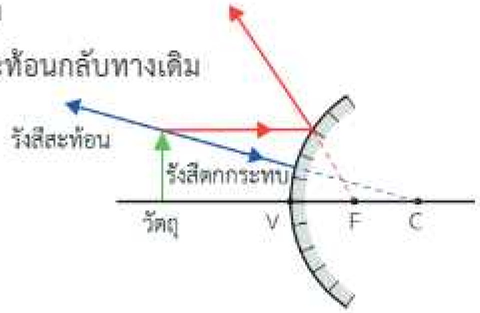
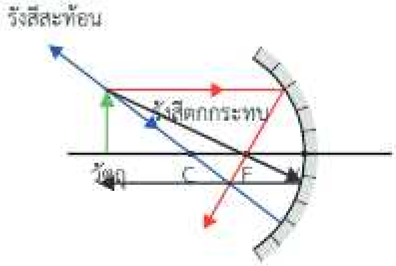
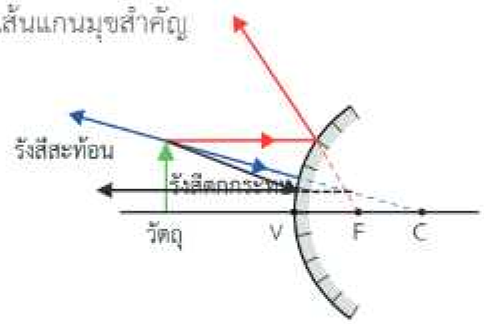
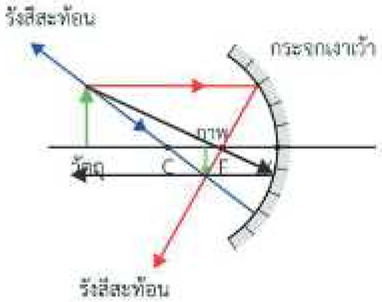
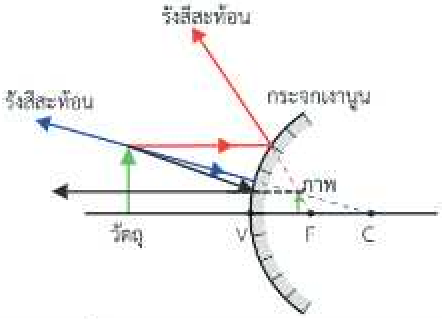
....

....

ใบความรู้ที่ 3 การเขียนแผนการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้ง

เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนได้จากการใช้แผนภาพรังสีของแสง โดยอาศัยแนวคิดที่ว่าแสงเคลื่อนที่ออกจากวัตถุทุกทิศทาง เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาโค้งจะเกิดการสะท้อนและเมื่อรังสีสะท้อนตัดกันจะเกิดภาพ เพื่อความสะดวกในการระบุตำแหน่งภาพ เราจึงเขียนแผนภาพรังสีของแสงที่ออกจากวัตถุเพียง 3 เส้น ซึ่งอาจจะเป็น 1) รังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนมุขสำคัญจะสะท้อนผ่านจุดโฟกัส 2) รังสีตกกระทบที่ผ่านศูนย์กลางความโค้งจะสะท้อนกลับทางเดิม หรือ 3) รังสีตกกระทบที่ผ่านจุดโฟกัสจะสะท้อนเป็นรังสีขนานกับเส้นแกนมุขสำคัญ ตัวอย่างการเขียนแผนภาพรังสีของแสงทำได้ดังภาพ

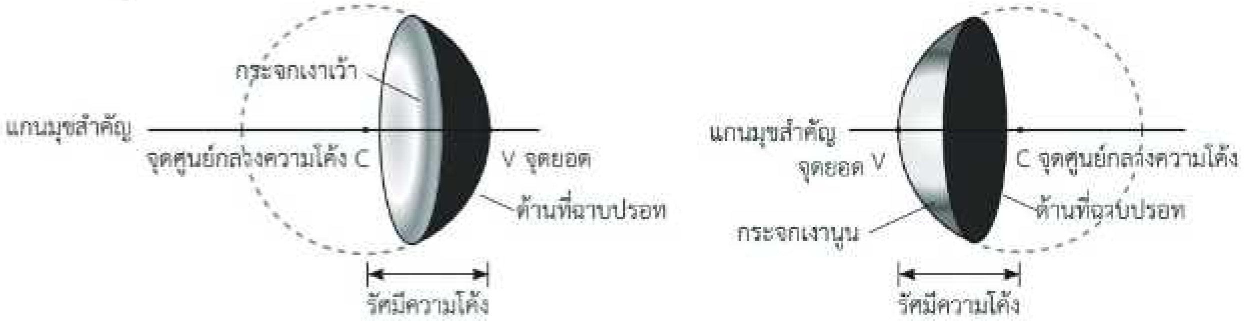
<table>
<tr><th>กระจกเงาเว้า</th><th>กระจกเงานูน</th></tr>
<tr><td>วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนมุขสำคัญ

</td><td>วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนมุขสำคัญ

</td></tr>
<tr><td>ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุถึงผิวกระจกในแนวขนานกับแกนมุขสำคัญ

</td><td>ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุถึงผิวกระจกในแนวขนานกับแกนมุขสำคัญ

</td></tr>
<tr><td>ลากรังสีสะท้อนผ่านจุดโฟกัส F

</td><td>ลากรังสีสะท้อนโดยให้แนวของรังสีสะท้อนผ่านจุดโฟกัส F

</td></tr>
</table>

กระจกเงาเว้า	กระจกเงานูน
ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุผ่านจุด C แสงจะไปตกกระทบตั้งฉากกับผิวกระจกและสะท้อนกลับทางเดิม  	ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุให้อยู่ในแนวเส้นตรงที่ผ่านจุด C แสงจะไปตกกระทบตั้งฉากกับผิวกระจก และสะท้อนกลับทางเดิม 
ลากรังสีตกกระทบที่ผ่านจุด F แสงจะสะท้อนขนานกับเส้นแกนมุขสำคัญ  	ลากรังสีตกกระทบที่ผ่านจุด F แสงจะสะท้อนขนานกับเส้นแกนมุขสำคัญ 
จุดที่รังสีสะท้อนตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพ  	ต่อแนวรังสีสะท้อนโดยใช้เส้นประให้ตัดกัน จุดที่แนวของรังสีสะท้อนเสมือนตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพ 
ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีของแสงสะท้อนตัดกันจริง จึงเป็นภาพจริง หัวกลับ ซึ่งปรากฏบนฉากได้ เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ ภาพจะมีขนาดเล็กกว่าวัตถุ	ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีของแสงสะท้อนไม่ได้ตัดกันจริง แต่เกิดจากการต่อแนวรังสีสะท้อนออกไปด้านหลัง แล้วตัดกัน ภาพที่เกิดขึ้นจึงเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ ซึ่งไม่สามารถปรากฏบนฉากได้

ใบความรู้ที่ 4 การเกิดภาพในกระจกเงาโค้ง

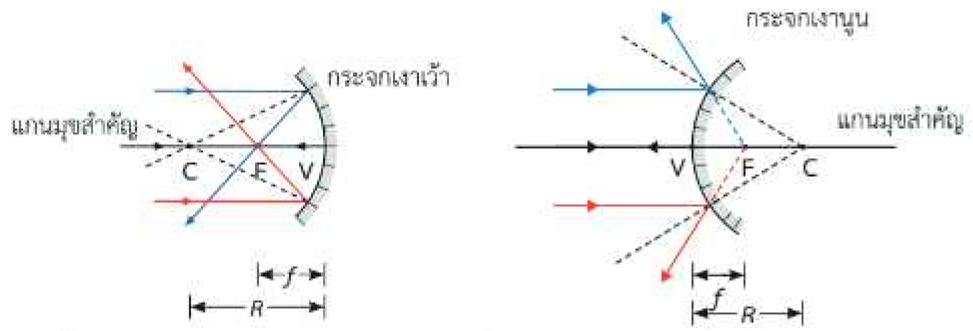
กระจกเงาโค้งจะทำจากวัตถุโปร่งใส เช่น กระจกใสโดยด้านหนึ่งฉาบด้วยสารสะท้อนแสง เช่น ปรอท ซึ่งกระจกเงามีผิวสะท้อนที่มีลักษณะโค้งเป็นส่วนหนึ่งของผิวโค้งทรงกลม กระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งเว้าเป็นผิวสะท้อนแสง เรียกว่า **กระจกเงาเว้า (concave mirror)** ส่วนกระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งนูนเป็นผิวสะท้อนแสง เรียกว่า

กระจกเงานูน (convex mirror) ดังภาพที่ 1



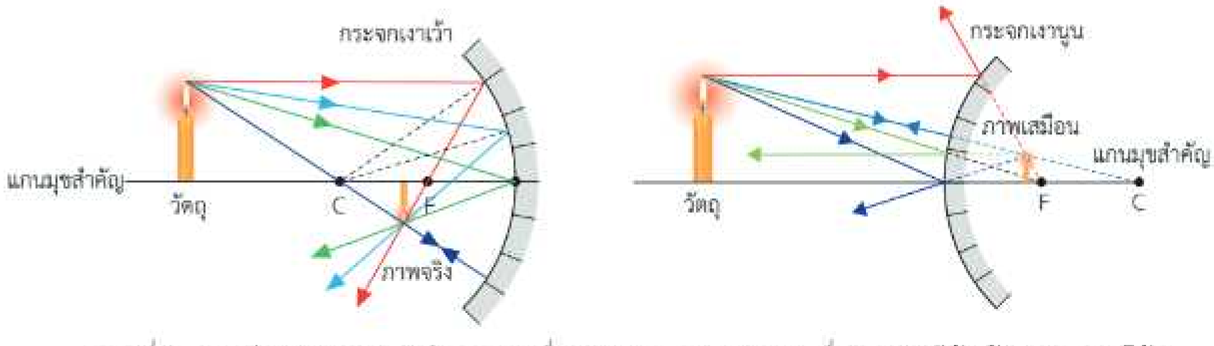
ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรูปทรงกลม

จากภาพที่ 1 ผิวโค้งของทรงกลมมีจุดศูนย์กลางของทรงกลมที่ตำแหน่ง C ซึ่งเป็น**จุดศูนย์กลางความโค้ง(center of curvature)** ของกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน และมีจุดที่อยู่บริเวณกึ่งกลางบนผิวโค้งที่ตำแหน่ง V เรียกว่าขั้วกระจกหรือ**จุดยอด (vertex)** เส้นตรงที่ลากผ่านจุด C และจุด V เป็นแกนมุขสำคัญ โดยมีระยะจากจุด V ถึงจุด C เป็น**รัศมีความโค้งของกระจก (radius)** แทนด้วยสัญลักษณ์ *R* เมื่อแสงตกกระทบที่จุดใด ๆ บนกระจกเงาโค้งจะเกิดการสะท้อนตามกฎการสะท้อนของแสง โดยเส้นแนวฉากจะต้องผ่านจุด C เสมอ ถ้าลำแสงขนานกับแกนมุขสำคัญตกกระทบกระจกเงาเว้า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ทำให้แสงสะท้อนไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า **จุดโฟกัส (focal point)** แทนด้วยสัญลักษณ์ F จากการสังเกตพบว่าจุด F จะอยู่กึ่งกลางระหว่างจุด C กับจุด V เสมอ และถ้าลำแสงขนานตกกระทบกระจกเงานูน แสงสะท้อนจะกระจายออก แต่ถ้าลากเส้นประต่อไปยังด้านหลังของกระจกจะพบว่าไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า **จุดโฟกัสเสมือน (virtual focal point)** ระยะจากจุด V ถึงจุด F เป็นความยาวโฟกัสของกระจก แทนด้วยสัญลักษณ์ *f* ดังภาพที่ 2



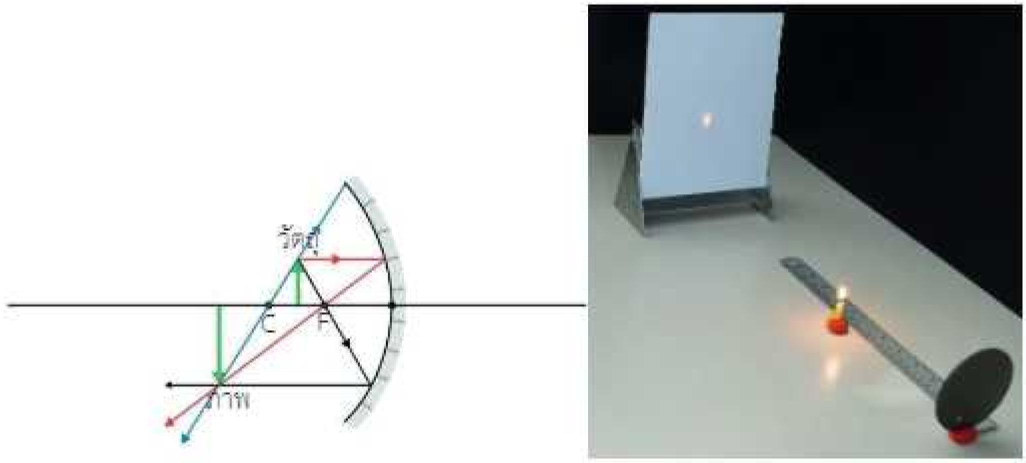
ภาพที่ 2 การสะท้อนของรังสีของแสงขนานที่ตกกระทบกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน

เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน ภาพของวัตถุจะเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ โดยภาพของวัตถุที่ปรากฏจากกระจกเงาเว้ามีทั้งภาพหัวตั้งและหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเท่ากับวัตถุ หรือขนาดเล็กกว่าวัตถุ และมีทั้งที่ปรากฏบนฉากและไม่ปรากฏบนฉาก ส่วนภาพจากกระจกเงานูนเป็นภาพหัวตั้งในกระจกซึ่งมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอและไม่ปรากฏบนฉาก ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเขียนแผนภาพรังสีของแสงเพื่อระบุตำแหน่งของภาพเมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาโค้ง

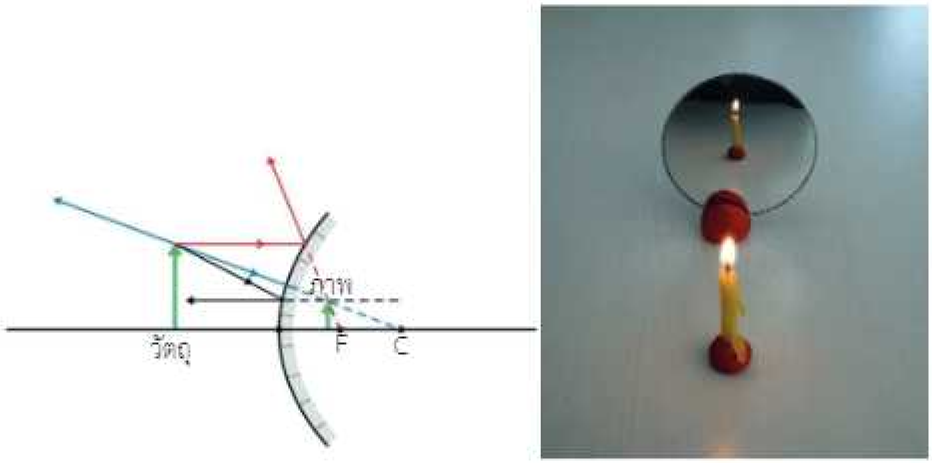
จากการทำกิจกรรมการเขียนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของภาพ เราจะพบว่า กระจกเงาเว้าทำให้เกิดภาพจริงขนาดใหญ่กว่าวัตถุได้ และถ้านำกระจกเงาเว้ามาทำการทดลองโดยการวางเทียนไขไว้หน้ากระจกเงาเว้าแล้วเอาฉากไปรับที่ตำแหน่งที่เกิดภาพซึ่งอยู่หน้ากระจกเงาเว้าและด้านหลังวัตถุที่สอดคล้องกับการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงผ่านกระจกเงาเว้าเทียบกับการทดลองจริง

เมื่อสังเกตภาพที่ 4 จากการทดลองจริงจะพบว่า วัตถุไม่ได้อยู่บนแนวแกนมุขสำคัญ แต่จะอยู่ใต้แกนมุขสำคัญและเยื้องเข้าด้านในเล็กน้อย เมื่อไม่ให้วัตถุบังแสงสะท้อน และเกิดภาพที่เยื้องออกมาด้านนอกและอยู่เหนือแกนมุขสำคัญ

ตัวอย่างกรณีภาพเสมือน เช่น ถ้านำวัตถุไว้หน้ากระจกนูนที่ระยะหนึ่ง จะทำให้เกิดภาพเสมือนขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ ดังภาพที่ 5 และถ้าเอาฉากไปรับภาพที่ตำแหน่งที่เกิดภาพด้านหลังกระจก จะไม่เกิดภาพแน่นอน เพราะไม่มีแสงทะลุกระจกไปรวมกันหรือมีการตัดกันจริง



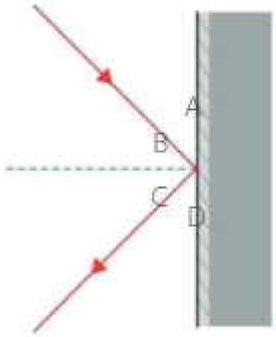
ภาพที่ 5 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงผ่านกระจกเงานูนเทียบกับการทดลองจริง

เฉลยใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดเรื่อง การสะท้อนของแสง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. พิจารณาแผนภาพต่อไปนี้ มุมใดเป็นมุมตกกระทบและมุมสะท้อน



....

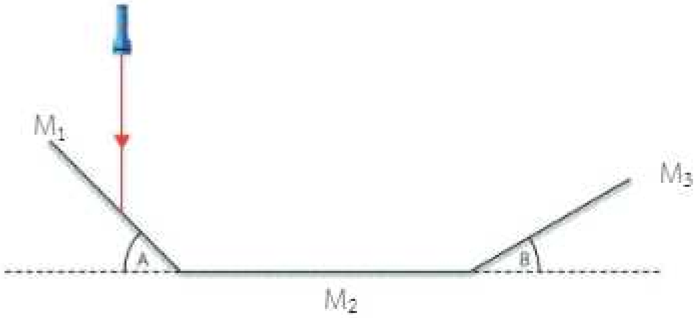
....

....

2. ลำแสงเล็ก ๆ ตกกระทบกับผิวกระจกราบโดยทำมุมกับผิวกระจกเท่ากับ 25 องศา มุมสะท้อนเป็นเท่าไร

....

3. กระจกเงาราบ 3 บาน (M_1 M_2 และ M_3) ที่วางทำมุมกับพื้นราบโดย M_1 ทำมุมกับพื้น A องศา M_2 วางแนบพื้นและ M_3 ทำมุมกับพื้น B องศา โดยมีลำแสงเล็ก ๆ ตกกระทบผิวกระจก M_1 ลงในแนวดิ่ง ดังภาพ มุมตกกระทบและมุมสะท้อนที่กระจกแต่ละบานเป็นเท่าไรบ้าง อธิบายให้เหตุผลประกอบ (เมื่อ A เท่ากับ 45 องศา และ B เท่ากับ 30 องศา)



4. เรายืนอยู่หน้ากำแพงผนังห้อง ทำไมเราไม่เห็นภาพของเราในกำแพง ทั้งๆ ที่มีแสงจากตัวเรากระทบกำแพงและสะท้อนเช่นกัน

....

....

....

....

....

....

5. ถ้าเรายืนอยู่หน้ากระจกเงาราบที่ร้านตัดผม เราจะเห็นตัวเองทั้งตัวในกระจกได้ แสงจะต้องเดินทางอย่างไร ให้เขียนแผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของแสง และวิเคราะห์ดูว่า กระจกต้องมีความสูงอย่างน้อยเท่าไร

....

....

....

....

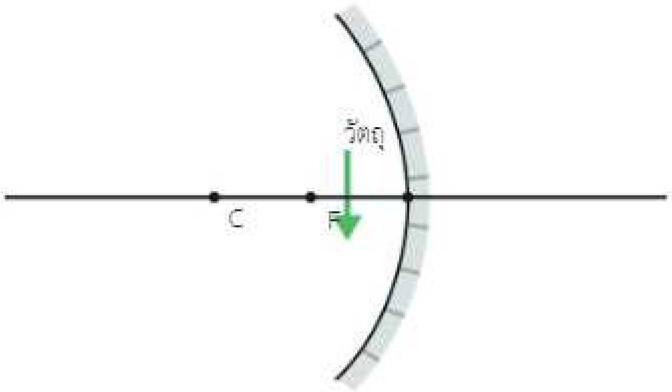
....

....

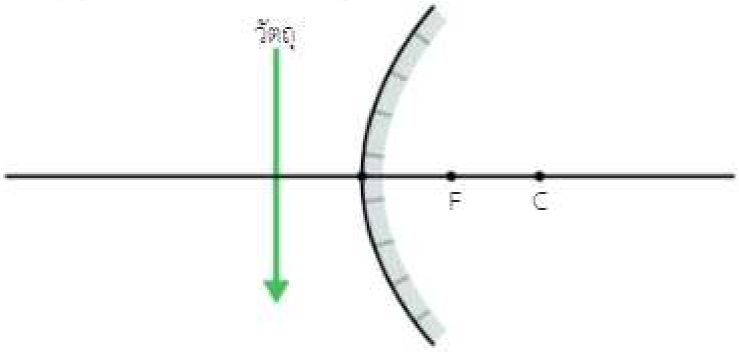
....

6. ถ้าวางวัตถุในลักษณะดังภาพ ให้วาดรูปหรืออธิบายภาพที่จะเกิดขึ้นจากการนำวัตถุไปวางไว้หน้ากระจกต่าง ๆ ต่อไปนี้

ก. วางวัตถุรูปลูกศร ไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่ตำแหน่งดังภาพ



ข. วางวัตถุรูปลูกศร ไว้หน้ากระจกเงานูนที่ตำแหน่งดังภาพ



7. หมอฟันต้องการเห็นภาพของฟันของคนไข้ที่มีขนาดขยาย และเป็นภาพหัวตั้งด้วย ควรจะใช้กระจกชนิดใด ให้เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพที่ต้องการ

8. ถ้าวางหลอดไฟฟ้าแบบไส้และครอบแก้วใส วางหน้ากระจกเงาเว้าโดยให้ไส้หลอดอยู่ที่จุดโฟกัสพอดี แสงที่สะท้อนออกจากกระจกนี้จะเป็นอย่างไร ให้เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น

9. ถ้าเราใช้กระจกเงาเว้าเพื่อถ่ายภาพดวงดาวที่อยู่ไกลมากๆ จะต้องนำเซนเซอร์รับภาพไปไว้ที่ตำแหน่งใดของกระจกเงาเว้านี้ อธิบายให้เหตุผลประกอบ

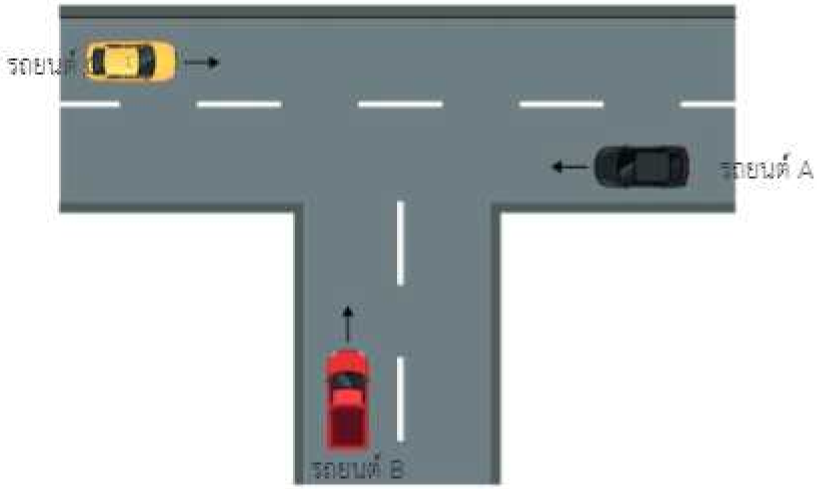
....

....

....

....

10. การใช้กระจกเงาโค้งติดตามทางแยกดังภาพ เพื่อให้ได้เห็นมุมมองที่กว้างมากขึ้น เราควรจะเลือกกระจกชนิดใดไปติดทางแยกและให้อธิบายโดยเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงที่ทำให้คนขับรถยนต์ทั้งสามคันมองเห็นกันและกัน



ตั๋วออก

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยใช้ความรู้เรื่องการสะท้อนของแสง

1. ภาพสะท้อนของภูเขาที่เกิดบนผิวน้ำเรียบและนิ่งเกิดได้อย่างไร

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

2. กระจกเงาราบช่วยให้เรามองเห็นตนเองได้อย่างไร

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

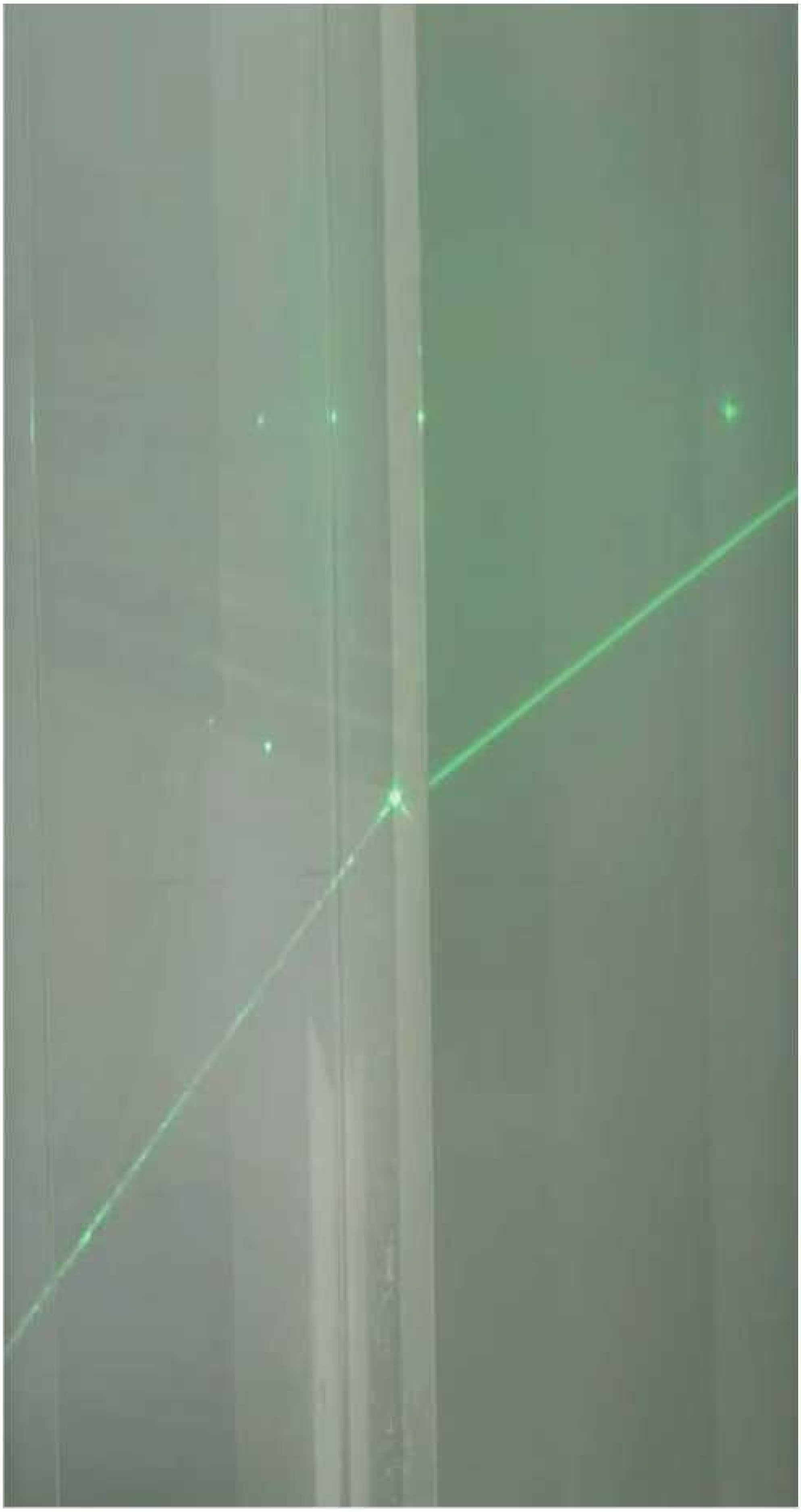
....

....

ใบงาน

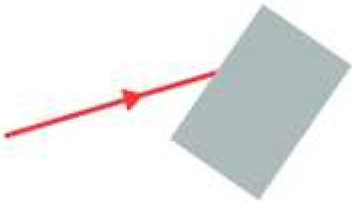
เรื่อง การหักเหของแสง

บัตรภาพหลอดพลาสติกที่อยู่ในน้ำ

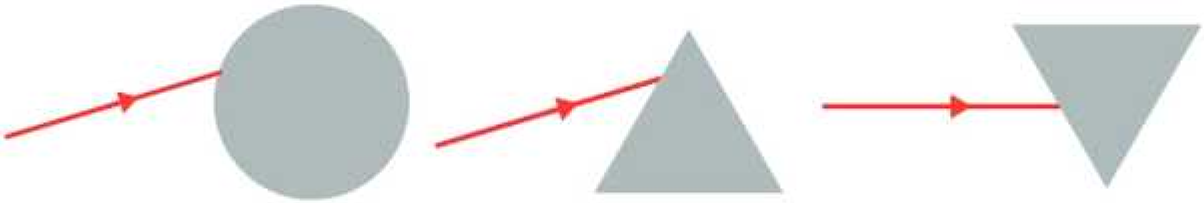


บัตรภาพแสงเดินทางจากอากาศไปยังน้ำ

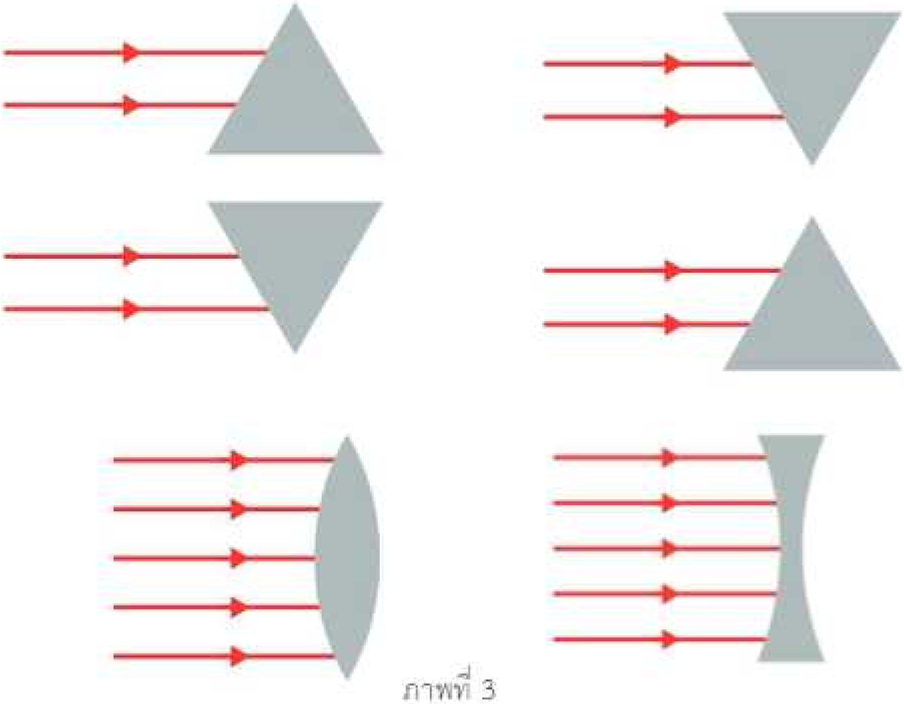
บัตรภาพแสดงตกกระทบวัตถุรูปทรงต่าง ๆ



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ภาพที่ 4

ใบกิจกรรมที่ 1 แสงเคลื่อนที่อย่างไรเมื่อผ่านตัวกลางต่างกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สังเกตและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปอีกตัวกลางหนึ่ง

วัสดุและอุปกรณ์

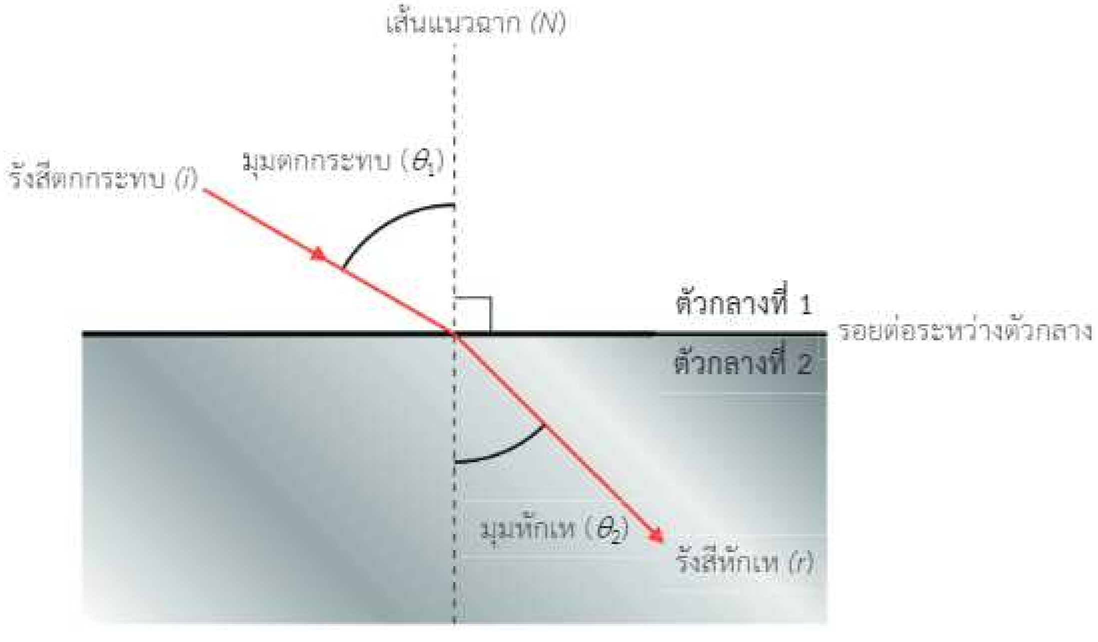
1.	กล่องแสงพร้อมหลอดไฟฟ้า	1 ชุด
2.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
3.	แผ่นช่องแสง 1 ช่อง	1 แผ่น
4.	สายไฟฟ้า	2 เส้น
5.	แท่งพลาสติกใสทรงสี่เหลี่ยม	1 อัน
6.	กระดาษขาว	1 แผ่น
7.	ไม้บรรทัดวัดมุม	1 อัน
8.	ไม้บรรทัด	1 อัน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเขียนรังสีของแสง

1. ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้

   เมื่อแสงเคลื่อนที่ในตัวกลางที่มีอัตราเร็วต่างกัน เราสามารถศึกษาการหักเหของแสงได้จากการเขียนลูกศรแสดงรังสีของแสงแทนแนวการเคลื่อนที่ของแสงที่ตกกระทบและแสงที่หักเหจากรอยต่อตัวกลางดังภาพ โดยกำหนดปริมาณต่าง ๆ ดังนี้



เมื่อ

i แทน รังสีตกกระทบ ซึ่งเป็นรังสีที่ตกกระทบรอยต่อตัวกลางในตัวกลางที่ 1

r แทน รังสีหักเห ซึ่งเป็นรังสีที่หักเหออกไปในตัวกลางที่ 2 หรือรังสีที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางที่ 2

N แทน เส้นแนวฉาก ซึ่งเป็นเส้นสมมติที่ลากตั้งฉากกับรอยต่อ ณ จุดที่แสงตกกระทบ ที่ใช้เป็นเส้นอ้างอิง

θ_1 แทน มุมตกกระทบ ซึ่งเป็นมุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นแนวฉาก

θ_2 แทน มุมหักเห ซึ่งเป็นมุมที่รังสีหักเหทำกับเส้นแนวฉาก

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน

1. วางกระดาษขาวบนโต๊ะ ใช้ดินสอลากเส้นให้ตั้งฉากกันสองเส้น ให้เส้นหนึ่งเป็นเส้นแนวฉากและอีกเส้นหนึ่งเป็นรอยต่อระหว่างตัวกลางซึ่งจะนำด้านหนึ่งของแท่งพลาสติกรูปทรงสี่เหลี่ยมมาวาง ดังภาพ

2. จัดอุปกรณ์ให้แสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าไปในแท่งพลาสติก (ที่ผิวแรกด้านที่แสงเข้า) ด้วยมุมตกกระทบเท่ากับ 0 องศา ดังภาพ สังเกตและใช้ดินสอจุดบนกระดาษขาวตรงจุดที่แสงตกกระทบ จุดที่แสงออกจากแท่งพลาสติก และจุดตามแนวแสงที่ตกกระทบ

3. ยกแท่งพลาสติกออก ลากเส้นตามแนวแสงที่ตกกระทบไปยังจุดที่แสงตกกระทบ และลากเส้นแนวแสงในแท่งพลาสติกโดยเชื่อมระหว่างจุดที่แสงตกกระทบไปยังจุดที่แสงออกจากแท่งพลาสติก วัดมุมตกกระทบและมุมหักเห บันทึกผลลงในตารางที่ 1 ของใบงานที่ 1
4. ทำซ้ำข้อ 2-3 แต่เปลี่ยนมุมตกกระทบเป็น 20 30 และ 40 องศา ตามลำดับ ดังภาพ

5. จัดอุปกรณ์ให้แสงเคลื่อนที่จากพลาสติกออกสู่อากาศ (ในผิวพลาสติกด้านที่แสงออก) ด้วยมุมตกกระทบเท่ากับ 0 องศา ดังภาพ สังเกตและใช้ดินสอจุดบนกระดาษขาวตรงจุดที่แสงตกกระทบ จุดที่แสงออกจากแท่งพลาสติก และจุดตามแนวแสงที่ออกจากแท่งพลาสติก

6. ยกแท่งพลาสติกออก ลากเส้นตามแนวแสงในแท่งพลาสติกโดยเชื่อมระหว่างจุดที่แสงตกกระทบไปยังจุดที่แสงออกจากแท่งพลาสติก และลากเส้นจากจุดที่แสงออกจากแท่งพลาสติกไปยังตามแนวแสงที่ออกจากแท่งพลาสติก วัดมุมตกกระทบและมุมหักเห บันทึกผลลงในตารางที่ 2 ของใบงานที่ 1
7. ลากเส้นตรงทำมุม 20 องศากับเส้นแนวฉากบนกระดาษขาว

8. ทำซ้ำข้อ 5-6 แต่จัดอุปกรณ์ให้แสงเคลื่อนที่จากพลาสติกออกสู่อากาศที่มุมตกกระทบ 20 องศา ดังภาพ

9. ทำซ้ำข้อ 7-8 แต่เปลี่ยนมุมตกกระทบเป็น 30 และ 40 องศา ตามลำดับ
10. ศึกษาอัตราเร็วของแสงในตัวกลางต่าง ๆ ในตาราง บันทึกอัตราเร็วแสงในอากาศและในพลาสติกลงในใบงานที่ 1

ตัวกลาง	อัตราเร็วของแสง (m/s)
สุญญากาศ	3×10^8
อากาศ	3×10^8
น้ำ	2.25×10^8
เอทิลแอลกอฮอล์	2.20×10^8
สารละลายน้ำตาล ความเข้มข้น 50%	2.11×10^8
น้ำมันมะกอก	2.04×10^8
แท่งพลาสติกใส	2.00×10^8
แก้ว (light crown)	1.98×10^8
แก้ว (light flint)	1.90×10^8
แก้ว (heavy crown)	1.89×10^8
เพชร	1.25×10^8

ใบงานที่ 1 แสงเคลื่อนที่อย่างไรเมื่อผ่านตัวกลางต่างกัน

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกผลการสังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าไปในพลาสติก

มุมตกกระทบ (องศา)	มุมหักเห (องศา)
0	
20	
30	
40	

ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อเคลื่อนที่ทางจากพลาสติกออกสู่อากาศ

มุมตกกระทบ (องศา)	มุมหักเห (องศา)
0	
20	
30	
40	

อัตราเร็วแสงในอากาศ คือ

....

อัตราเร็วแสงในพลาสติก คือ

....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้าให้แสงเคลื่อนที่จากอากาศไปยังพลาสติก อัตราเร็วแสงในตัวกลางเป็นอย่างไร มุมหักเหในพลาสติกเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับมุมตกกระทบในอากาศ

....

....

....

2. เมื่อเพิ่มมุมตกกระทบในอากาศให้มากขึ้น มุมหักเหจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร และรังสีหักเหจะเบนจากแนวเดิมอย่างไรเมื่อเทียบกับเส้นแนวฉาก

....

....

3. ถ้าให้แสงเคลื่อนที่จากพลาสติกไปยังอากาศ อัตราเร็วแสงในตัวกลางเป็นอย่างไร มุมหักเหในอากาศเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับมุมตกกระทบในพลาสติก

....

....

....

4. เมื่อเพิ่มมุมตกกระทบในพลาสติกให้มากขึ้น มุมหักเหจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร และรังสีหักเหเบนจากแนวเดิมอย่างไรเมื่อเทียบกับเส้นแนวฉาก

....

....

....

5. ในกรณีที่มุมตกกระทบเป็น 0 องศา มุมหักเหจะเป็นเท่าไร

....

6. นักเรียนจะสรุปผลจากกิจกรรมนี้ได้ว่าอย่างไร

....

....

....

....

....

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

....

....

....

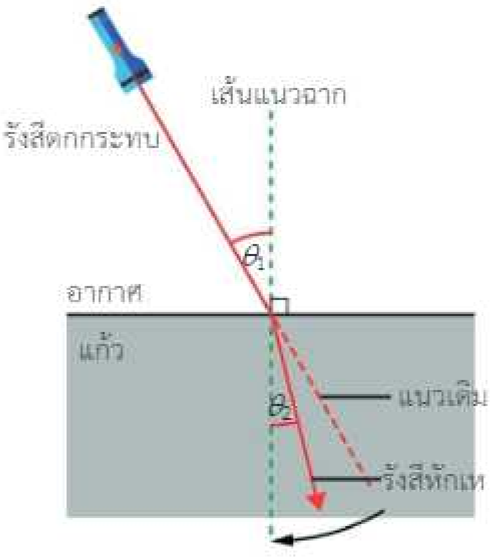
....

....

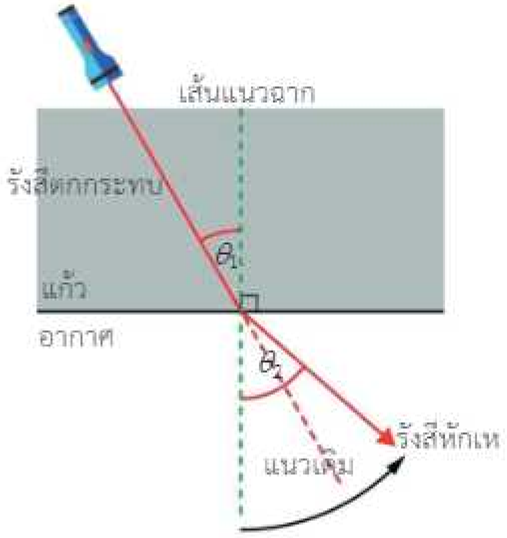
....

ใบความรู้ที่ 1 การหักเหของแสง

การหักเหของแสงเกิดเมื่อแสงเคลื่อนที่เข้าไปในตัวกลางที่มีอัตราเร็วต่างกัน ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่อัตราเร็วแสงมากกว่าไปยังตัวกลางที่อัตราเร็วแสงน้อยกว่า รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉากดังภาพที่ 1 แต่ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่อัตราเร็วแสงน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่อัตราเร็วมากกว่า รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉากดังภาพที่ 2

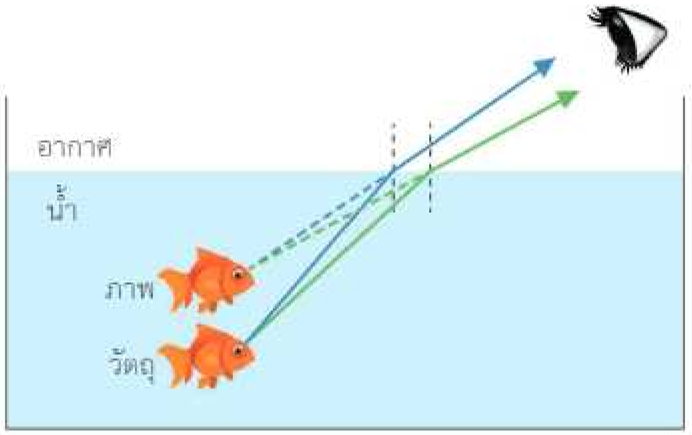


ภาพที่ 1 การหักเหของแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่อัตราเร็วแสงมากไปยังตัวกลางที่อัตราเร็วแสงน้อยกว่า



ภาพที่ 2 การหักเหของแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่อัตราเร็วแสงน้อยไปยังตัวกลางที่อัตราเร็วแสงมากกว่า

การหักเหของแสงส่งผลต่อการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ถ้าเรามองวัตถุที่อยู่ในน้ำ เช่น ปลาที่อยู่ในน้ำ เราจะเห็นปลาไม่ตรงกับตำแหน่งที่แท้จริง เนื่องจากแสงจากปลาเคลื่อนที่ไปทุกทิศทาง ส่วนหนึ่งจะทะลุออกไปในอากาศด้วยมุมตกกระทบที่แตกต่างกันและมุมหักเหที่มากกว่ามุมตกกระทบทำให้แนวแสงเปลี่ยนไปจากแนวเดิม ผู้สังเกตจึงมองเห็นปลาอยู่ในแนวที่รังสีหักเหพุ่งออกมาจากผิวน้ำ นั่นคือ ตำแหน่งปรากฏของปลาจะอยู่สูงกว่าตำแหน่งจริงเล็กน้อย ซึ่งตำแหน่งปรากฏของปลาสามารถหาได้จากการเขียนเส้นทางการเคลื่อนที่ของแสงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพที่มองเห็นปลาที่อยู่ในน้ำ

จากภาพที่ 3 จะพบว่า ตำแหน่งที่รังสีหักเหต่อไปตัดกันคือตำแหน่งของภาพซึ่งภาพเป็นภาพเสมือน และในทางกลับกัน ปลาก็จะสังเกตเห็นคนอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ตรงกับตำแหน่งจริงเช่นเดียวกัน

ใบกิจกรรมที่ 2 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สังเกตและอธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสง

วัสดุและอุปกรณ์

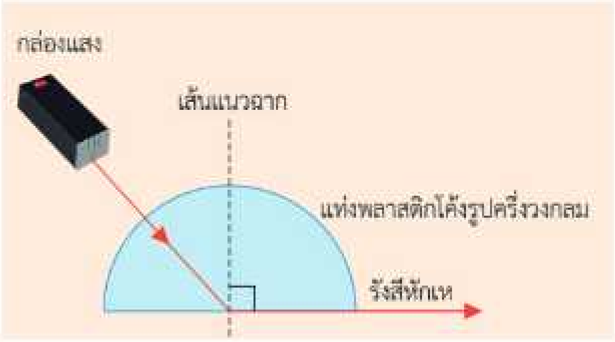
1.	กล่องแสงพร้อมหลอดไฟฟ้า	1 ชุด
2.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
3.	แผ่นช่องแสง 1 ช่อง	1 แผ่น
4.	สายไฟฟ้า	2 เส้น
5.	แท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลม	1 อัน
6.	กระดาษขาว	1 แผ่น
7.	ไม้บรรทัดวัดมุม	1 อัน
8.	ไม้บรรทัด	1 อัน

วิธีทำ

1. วางกระดาษขาวบนโต๊ะ ลากเส้นตรงสองเส้นให้ตั้งฉากกัน นำพลาสติกใสรูปครึ่งวงกลมให้ด้านที่เป็นหน้าตรงวางตามแนวเส้นตรงเส้นหนึ่งและให้จุดศูนย์กลางความโค้งอยู่ตรงรอยต่อพอดี ดังภาพ

2. ให้แสงตกกระทบพลาสติกใสครึ่งวงกลมและออกจากพลาสติกใสครึ่งวงกลมโดยให้แนวแสงตกกระทบในพลาสติกกระทบจุดศูนย์กลางของพลาสติกใสครึ่งวงกลมพอดี โดยกำหนดให้มุมตกกระทบเป็น 0 องศา ดังภาพ ใช้ดินสอจุดตามแนวแสงที่เข้าและออกจากแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลม
3. ยกแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลมออก ลากเส้นตามแนวแสงตกกระทบ ลากเส้นแนวแสงที่ออกจากแท่งพลาสติก และลากเส้นแนวแสงในแท่งพลาสติกทำได้โดยลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่แสงตกกระทบและจุดที่แสงออกจากแท่งพลาสติก วัดมุมหักเห บันทึกผลลงในใบงานที่ 2

4. วางแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลมที่ตำแหน่งเดิม ฉายรังสีตกกระทบโดยค่อย ๆ เพิ่มมุมตกกระทบในพลาสติกใสครึ่งวงกลมให้มากขึ้นเรื่อย ๆ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของมุมหักเหจนกระทั่งแสงหักเหขนานไปกับผิวของแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลมหรือมุมหักเหมีขนาด 90 องศา ซึ่งจะไม่เห็นรังสีหักเหพอดี ดังภาพ ใช้ดินสอจุดตามแนวแสงที่เข้าและออกจากแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลม



5. ยกแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลมออก ลากเส้นตามแนวแสงตกกระทบและลากเส้นตรงแนวของแสงในแท่งพลาสติก วัดมุมตกกระทบในแท่งพลาสติกที่ทำให้มุมหักเหเป็น 90 องศา บันทึกผลเมื่อเพิ่มมุมตกกระทบและเมื่อมุมตกกระทบที่ทำให้ไม่เห็นรังสีหักเหพอดีลงในใบงานที่ 2
6. วางแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลมที่ตำแหน่งเดิมอีกครั้ง ฉายรังสีตกกระทบโดยเพิ่มมุมตกกระทบให้มากกว่ามุมในข้อ 4 อีกหนึ่งค่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของแนวแสง ใช้ดินสอจุดตามแนวแสงที่เข้าและออกจากแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลม
7. ยกแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลมออก ลากเส้นตามแนวแสงตกกระทบและลากเส้นตรงแนวของแสงในแท่งพลาสติก วัดมุมตกกระทบในแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลม บันทึกผลลงในใบงานที่ 2

ใบงานที่ 2 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

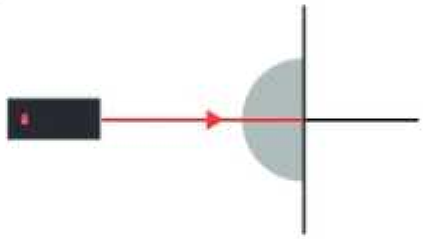
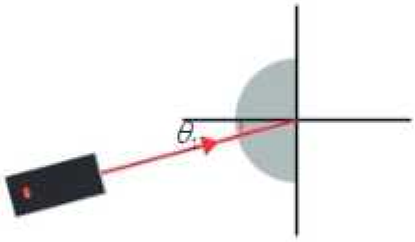
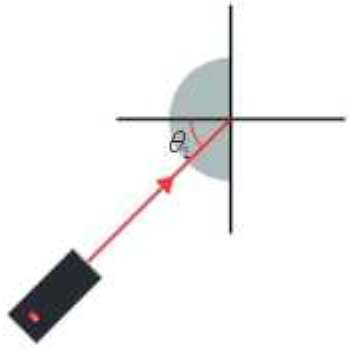
....

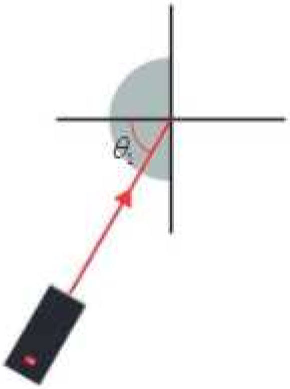
4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกผลการสังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง แสดงมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อฉายแสงผ่านแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลมด้วยมุมตกกระทบต่าง ๆ

การทำกิจกรรม	ผลการสังเกต
มุมตกกระทบเป็น 0 องศา 	
เมื่อเพิ่มมุมตกกระทบ 	
มุมตกกระทบที่ทำให้ไม่เห็นรังสีหักเหพอดี 	

การทำกิจกรรม	ผลการสังเกต
มุมตกกระทบที่มากกว่ามุมที่ไม่เห็นรังสีหักเหพอดี 	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลมออกสู่อากาศ เป็นการเคลื่อนที่จากตัวกลางที่อัตราเร็วแสงมากกว่าไปยังตัวกลางที่อัตราเร็วแสงน้อยกว่า หรือเคลื่อนที่จากตัวกลางที่อัตราเร็วแสงน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่อัตราเร็วแสงมากกว่า ทราบได้อย่างไร

....

....

....

2. มุมหักเหในอากาศมากกว่าหรือน้อยกว่ามุมตกกระทบในแท่งพลาสติกใสครึ่งวงกลม

....

3. ถ้าเพิ่มมุมตกกระทบมากขึ้นเรื่อยๆ มุมหักเหจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร มุมใดจะมีโอกาสถึง 90 องศาก่อน

....

4. มุมตกกระทบเท่าใดที่ทำให้มุมหักเหเป็น 90 องศา

....

5. ถ้าเพิ่มมุมตกกระทบให้มากกว่ามุมในข้อ 4 เกิดอะไรขึ้นบ้าง

....

....

....

6. นักเรียนจะสรุปผลการทำกิจกรรมนี้ได้ว่าอย่างไร

....

....

....

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

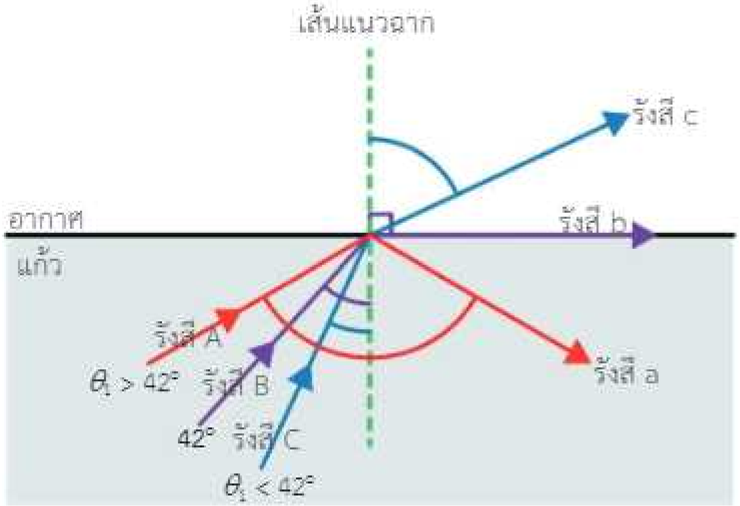
....

....

....

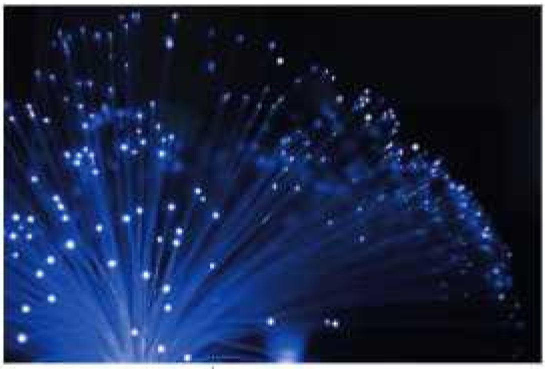
ใบความรู้ที่ 2 การสะท้อนกลับหมดของแสง

ถ้าให้แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่อัตราเร็วแสงน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่อัตราเร็วแสงมากกว่า จะทำให้มุมหักเหมากกว่ามุมตกกระทบ ถ้าเพิ่มมุมตกกระทบให้มากขึ้น มุมหักเหจะถึง 90 องศาก่อน ซึ่งถือว่าแสงไม่มีการหักเหอีกต่อไป เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การสะท้อนกลับหมดของแสง** นั่นคือ แสงไม่สามารถทะลุผ่านตัวกลางโปร่งใสได้เมื่อมุมตกกระทบมากกว่าหรือเท่ากับมุมนี้ เราเรียกมุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหเป็น 90 องศา หรือเริ่มมีการสะท้อนกลับหมดว่า **มุมวิกฤติ** เช่น ถ้าให้แสงเดินทางจากพลาสติกออกไปอากาศ ถ้ามุมตกกระทบน้อยกว่า 42 องศา แสงจะหักเหได้ตามปกติ (เช่น รังสี A และรังสี a) แต่ถ้ามุมตกกระทบเท่ากับ 42 องศา มุมหักเหจะเท่ากับ 90 องศา (เช่น รังสี B และรังสี b) และถ้ามุมตกกระทบมากกว่า 42 องศา แสงจะสะท้อนกลับหมด (เช่น รังสี C และรังสี c) และการสะท้อนนี้ก็จะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง จะเห็นว่าแสงทะลุออกจากพลาสติกไปอากาศได้เมื่อมุมตกกระทบมีค่าน้อยกว่ามุมวิกฤตเท่านั้น



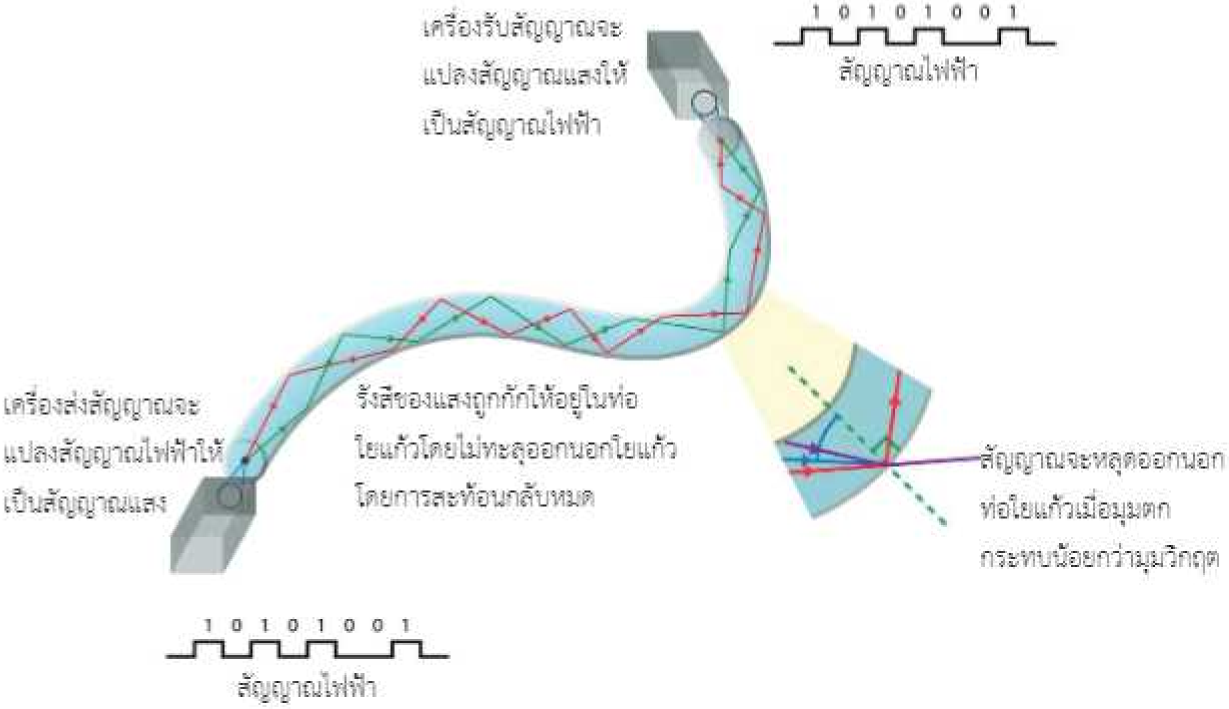
ภาพที่ 1 การหักเหของแสงจากพลาสติกไปอากาศ

ปรากฏการณ์นี้สามารถประยุกต์ไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น กล้องส่องอวัยวะภายใน การส่งสัญญาณในใยแก้วนำแสง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ใยแก้วนำแสง

จากภาพที่ 2 การส่งสัญญาณแสงผ่านใยแก้วนำแสงจะมีอุปกรณ์รับและส่งสัญญาณเป็นเครื่องแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณแสงและส่งสัญญาณแสงเข้าไปในใยแก้วนำแสงนับพันหรือหมื่นสัญญาณต่อใยแก้วนำแสง 1 เส้นด้วยมุมตกกระทบที่แตกต่างกันไป โดยแกนของเส้นใยแก้วนำแสงทำมาจากวัสดุโปร่งแสงประเภทแก้วหรือพลาสติก แกนนี้จะถูกหุ้มด้วยวัสดุอีกชนิดหนึ่ง เมื่อฉายแสงเข้าไปด้านหนึ่งด้วยมุมตกกระทบที่มากกว่ามุมวิกฤติ แสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดภายในเส้นใยนำแสงหลาย ๆ ครั้ง จนเคลื่อนที่ออกจากปลายอีกด้านหนึ่ง โดยไม่มีการหักเหออกนอกเส้นใยระหว่างทางเลย ดังภาพที่ 3 ใยแก้วนำแสงจึงส่งสัญญาณจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้อย่างรวดเร็วและเสถียรกว่าสายไฟฟ้าที่ใช้ส่งสัญญาณไฟฟ้าโดยตรง

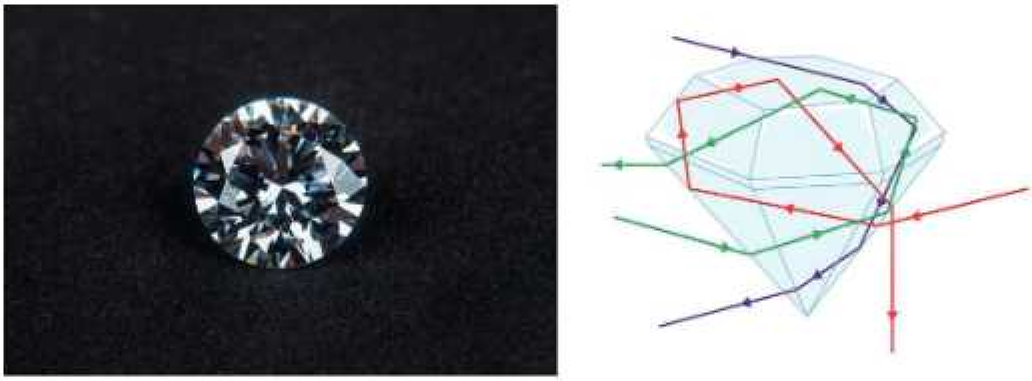


ภาพที่ 3 การส่งสัญญาณแสงผ่านใยแก้วนำแสง

นอกจากนี้ยังมีปรากฏการณ์ธรรมชาติหลายอย่างที่อธิบายได้ด้วยการสะท้อนกลับหมดของแสง เช่น ปรากฏการณ์มิราจ การมองเห็นเพชรหรืออัญมณีดูแวววาว

ภาพที่ 4 ปรากฏการณ์มิราจที่เห็นเหมือนมีแอ่งน้ำที่พื้นถนน

จากภาพที่ 4 ปรากฏการณ์มิราจเป็นปรากฏการณ์ทางแสงที่แสงเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่เนื่องจากการสะท้อนกลับหมดผ่านชั้นอากาศบาง ๆ ที่มีอุณหภูมิต่างกันในฤดูร้อน ทำให้อัตราเร็วแสงในชั้นอากาศเล็ก ๆ เหล่านี้มีความแตกต่างกัน โดยในชั้นอากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่า แสงจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วที่มากกว่า อากาศเหนือผิวถนนที่ถูกแสงแดดร้อนแผดเผาจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าชั้นอากาศชั้นถัด ๆ ขึ้นไป ทำให้แสงจากเมฆหรือต้นไม้ที่ตกกระทบลงผิวถนนมีการหักเหโดยมุมหักเหมีขนาดใหญ่กว่ามุมตกกระทบ และมุมตกกระทบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ระหว่างชั้นอากาศเล็ก ๆ จนกระทั่งถึงชั้นหนึ่งที่มุมตกกระทบมีขนาดใหญ่กว่ามุมวิกฤติ แสงจึงสะท้อนกลับหมดขึ้นด้านบน ถ้าต่อแนวของแสงสะท้อนออกไปจะเป็นตำแหน่งภาพ ทำให้ผู้สังเกตที่อยู่ด้านที่แสงสะท้อนไป มองเห็นภาพซึ่งเป็นภาพเสมือนอยู่ในถนน พื้นถนนจึงมีลักษณะดูคล้ายกับแอ่งน้ำ



ภาพที่ 5 การมองเห็นเพชรมีลักษณะแวววาว

เพชรที่มีประกายสวยงามจะผ่านการเจียระไนให้มีมุมและเหลี่ยมตามต้องการ เพื่อทำให้แสงที่ตกกระทบเพชรส่วนใหญ่เกิดจากการสะท้อนกลับหมด เนื่องจากเพชรเป็นตัวกลางที่แสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วที่น้อยกว่าอากาศมาก ดังนั้นมุมวิกฤติจะมีค่าน้อย แสงที่ผ่านเข้าไปจะมีโอกาสที่แสงสามารถออกจากเพชรได้น้อย ทำให้แสงสะท้อนกลับไปกลับมาอยู่ภายในได้หลายครั้ง ดังภาพที่ 5 แสงที่สะท้อนกลับไปกลับมาภายในเพชรทำให้เพชรดูสว่าง แวววาว นั่นเอง

ใบกิจกรรมที่ 3 การเกิดภาพจากหักเหของแสงผ่านเลนส์เป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สังเกตและเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพเนื่องจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์

วัสดุและอุปกรณ์

1.	เลนส์นูน	1 อัน
2.	แว่นขยาย	1 อัน
3.	เลนส์เว้า	1 อัน
4.	กล่องแสงพร้อมหลอดไฟฟ้า	1 ชุด
5.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
6.	แผ่นช่องแสง 1 ช่องและ 2 ช่อง อย่างละ	1 แผ่น
7.	สายไฟฟ้า	2 เส้น
8.	กระดาษขาว	2 แผ่น
9.	ฉากสีขาว	1 แผ่น
10.	ไม้บรรทัด	1 อัน
11.	เทียนไขและไม้ขีดไฟ	1 ชุด
12.	ดินน้ำมัน	2 ก้อน

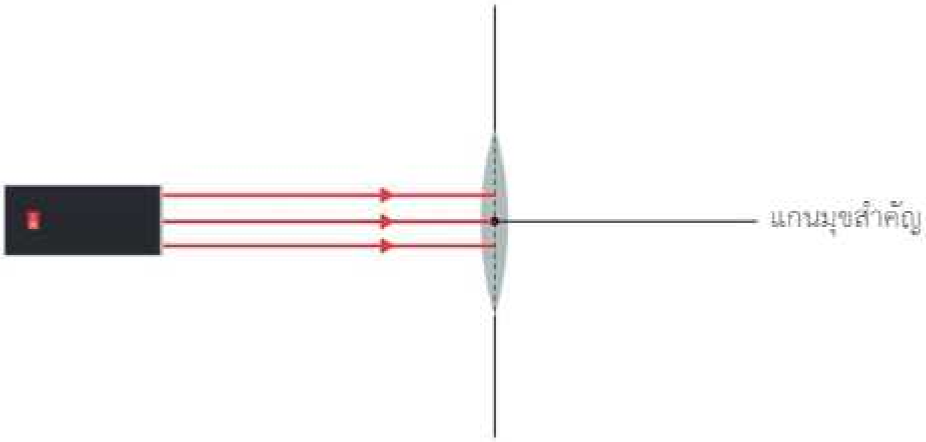
วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเคลื่อนที่ของแสงผ่านเลนส์

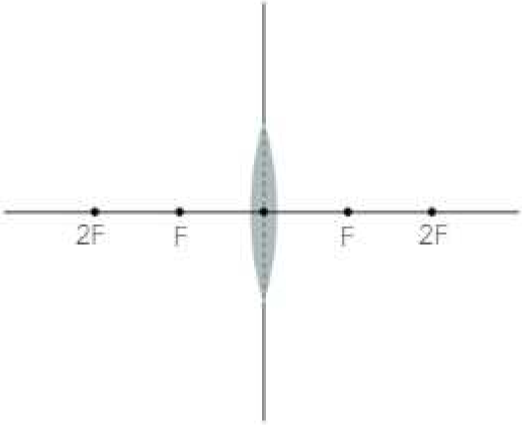
1. สืบค้นเกี่ยวกับส่วนประกอบของเลนส์นูนและเลนส์เว้า ระบุรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบพร้อมทั้งวาดรูปภาพประกอบ บันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 1 ของใบงานที่ 3
2. วางกระดาษขาวบนโต๊ะ ลากเส้นตรงสองเส้นให้ตั้งฉากกัน วางเลนส์นูนลงตามแนวเส้นตรงเส้นหนึ่งดังภาพ โดยให้จุดกึ่งกลางเลนส์อยู่ที่จุดตัดของเส้นตรงทั้งสอง กำหนดให้เส้นตรงอีกเส้นเป็นแกนมุขสำคัญ

แกนมุขสำคัญ

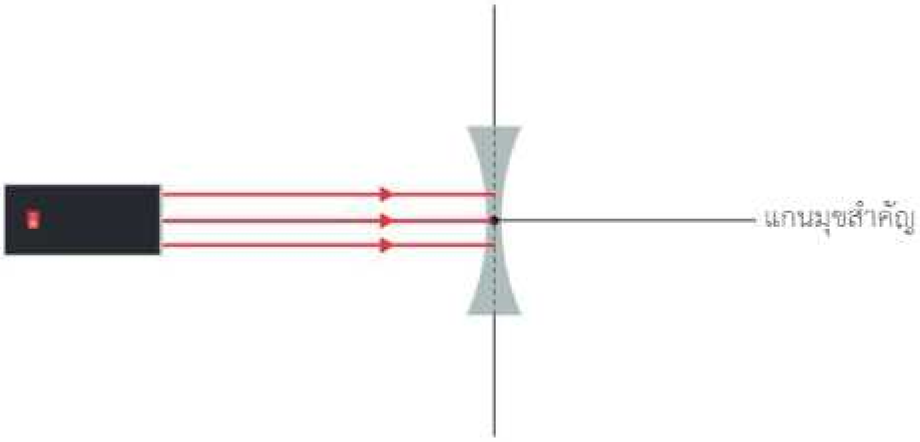
3. ฉายแสงจากกล่องแสงให้เป็นลำแสงขนานกับแกนมุขสำคัญ 3 เส้น ดังภาพ สังเกตแนวรังสีของแสงที่เข้าและออกจากเลนส์นูน ใช้ดินสอจุดตำแหน่งที่รังสีหักเหตัดกันบนแกนมุขสำคัญ ซึ่งเป็นจุดโฟกัสหรือจุด F วาดภาพลงในใบงานที่ 3



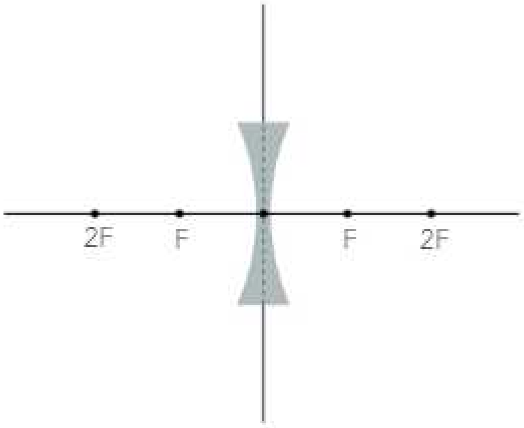
4. วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของเลนส์ถึงจุดโฟกัสซึ่งเป็นความยาวโฟกัส กำหนดจุด F หน้าเลนส์นูน และจุดที่อยู่ห่างจากเลนส์นูนเป็น 2 เท่าของความยาวโฟกัสให้เป็นจุด 2F ทั้งด้านหน้าและหลังเลนส์



5. ทำซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็นเลนส์เว้า สังเกตจุดที่แนวรังสีของแสงที่เข้าและออกจากเลนส์เว้า ใช้ดินสอต่อแนวของรังสีที่ออกจากเลนส์เว้าไปด้านหน้าเลนส์ให้ตัดกันบนแกนมุขสำคัญ และจุดตำแหน่งที่รังสีหักเหตัดกันบนแกนมุขสำคัญ ซึ่งเป็นจุดโฟกัสเสมือนหรือจุด F วาดภาพลงในใบงานที่ 3



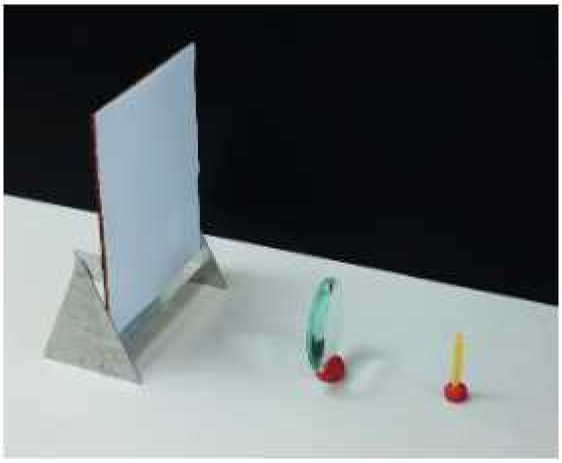
6. วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของเลนส์ถึงจุดโฟกัสเสมือนซึ่งเป็นความยาวโฟกัส กำหนดจุด F หลังเลนส์เว้าและจุดที่อยู่ห่างจากเลนส์เว้าเป็น 2 เท่าของความยาวโฟกัสให้เป็นจุด 2F ทั้งด้านหน้าและหลังเลนส์



7. จัดให้ลำแสงตกกระทบเลนส์นูนดังนี้ แล้ววาดภาพแสดงแนวแสงหักเห บันทึกผลลงในตารางที่ 2 ของใบงานที่ 3
    1) แสงตกกระทบขนานกับแกนมุขสำคัญของเลนส์นูน
    2) แสงตกกระทบผ่านจุด F หน้าเลนส์นูน
    3) แสงตกกระทบผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์นูน
8. จัดให้ลำแสงตกกระทบเลนส์เว้าดังนี้ แล้ววาดภาพแสดงแนวแสงหักเห บันทึกผลลงในตารางที่ 3 ของใบงานที่ 3
    1) แสงตกกระทบขนานกับแกนมุขสำคัญของเลนส์เว้า
    2) แนวของแสงตกกระทบผ่านจุด F หลังเลนส์เว้า
    3) แนวของแสงตกกระทบผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์เว้า

ตอนที่ 2 การเกิดภาพจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน

1. หาความยาวโฟกัสของเลนส์นูนซึ่งตอนที่ 2 ใช้เลนส์ของแว่นขยาย โดยนำเลนส์นูนไปรับแสงขนาน เช่น แสงอาทิตย์ โดยใช้กระดาษขาวเป็นฉากรับแสงจากนั้นเลื่อนเลนส์นูนเข้าหรือออกจากฉาก ให้เกิดภาพเป็นจุดสว่างที่เล็กและชัดเจนที่สุด ระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลางเลนส์นูนกับฉากคือความยาวโฟกัสของเลนส์นูน (*f*) บันทึกผลลงในใบงานที่ 3
2. วางเทียนไขและเลนส์นูนให้อยู่ในแนวเดียวกัน โดยวางเทียนไขที่ระยะห่างจากเลนส์นูนเป็นระยะทางมากกว่า *2f* ดังภาพ จากนั้นจุดเทียนไข สังเกตลักษณะของภาพเมื่อมองผ่านเลนส์จากด้านหลังเลนส์ บันทึกผลลงในตารางที่ 4 ของใบงานที่ 3



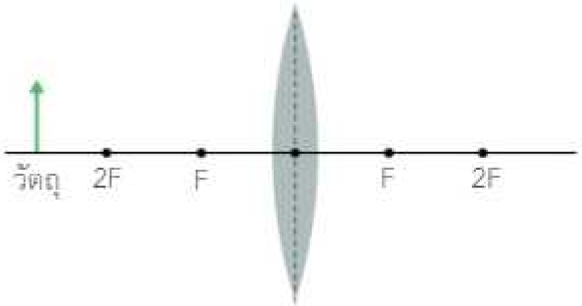
3. นำฉากสีขาวมาวางด้านหลังเลนส์ และเลื่อนฉากจนเห็นภาพของเปลวเทียนไขปรากฏชัดบนฉาก สังเกตลักษณะของภาพบนฉาก และวัดระยะจากเลนส์ถึงเทียนไขซึ่งเป็น**ระยะวัตถุ** และวัดระยะระหว่างเลนส์ถึงฉากซึ่งเป็น**ระยะภาพ** บันทึกผลลงในตารางที่ 4 ของใบงานที่ 3

4. ทำซ้ำข้อ 2-3 แต่เปลี่ยนระยะวัตถุให้อยู่ในช่วง *f* ถึง *2f* และน้อยกว่า *f* ตามลำดับ บันทึกผลลงในตารางที่ 4 ของใบงานที่ 3

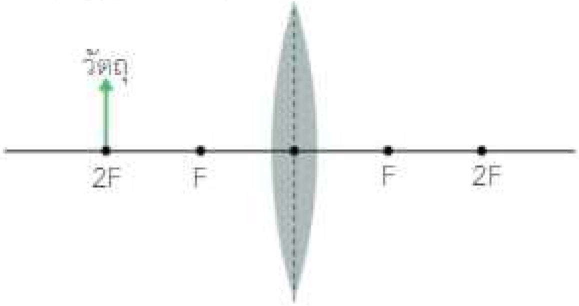
ตอนที่ 3 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพเนื่องจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์

1. ศึกษาการเขียนแผนการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพจากเลนส์ในใบความรู้ที่ 3
2. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งภาพและลักษณะภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงเมื่อวางวัตถุไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูน ลงในตารางที่ 5 ของใบงานที่ 3

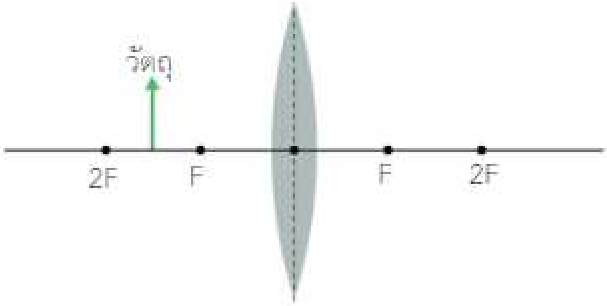
1) วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะมากกว่า *2f*



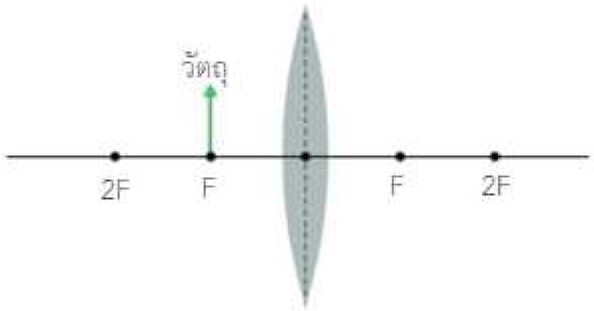
2) วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะ *2f*



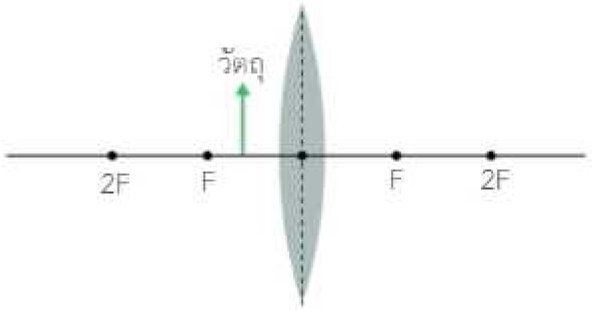
3) วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะระหว่าง *f* กับ *2f*



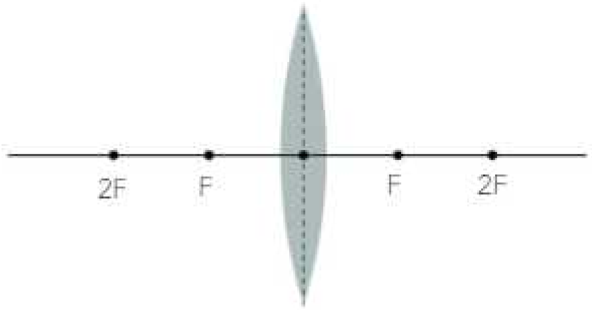
4) วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะ *f*



5) วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะน้อยกว่า *f*

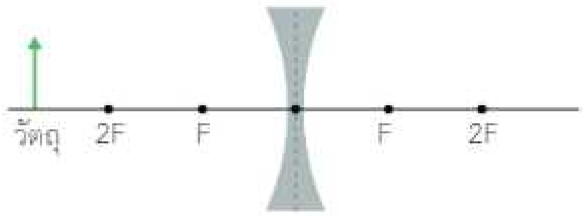


6) วัตถุอยู่ที่ระยะไกลมาก ๆ (ระยะอนันต์) เช่น ดวงอาทิตย์

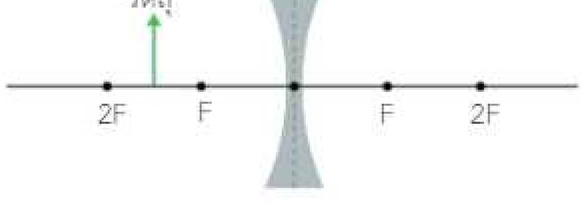


3. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งภาพและลักษณะภาพที่เกิดจากการหักเหของแสง เมื่อวางวัตถุไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์เว้า ลงในตารางที่ 6 ของใบงานที่ 3

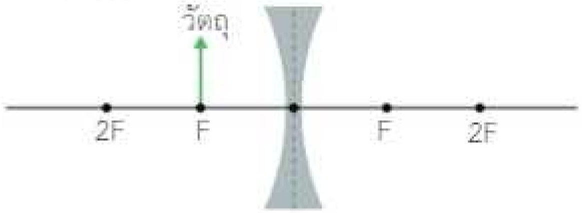
1) วัตถุอยู่หน้าเลนส์เว้าที่ระยะมากกว่า 2*f*



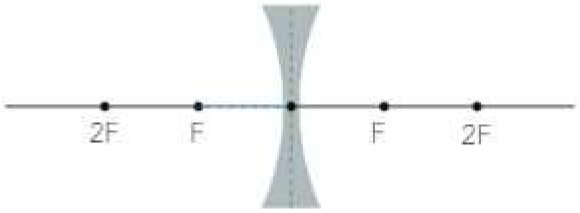
2) วัตถุอยู่หน้าเลนส์เว้าที่ระยะระหว่าง *f* กับ 2*f*



3) วัตถุอยู่หน้าเลนส์เว้าที่ระยะ f



4) วัตถุอยู่ที่ระยะไกลมาก ๆ (ระยะอนันต์) เช่น ดวงอาทิตย์



ใบงานที่ 3 การเกิดภาพจากหักเหของแสงผ่านเลนส์เป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกการสืบค้น การเขียนแผนภาพ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเคลื่อนที่ของแสงผ่านเลนส์

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของเลนส์นูนและเลนส์เว้า

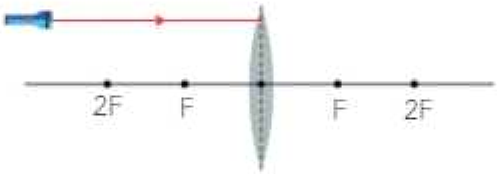
เลนส์นูน	
ส่วนประกอบ	**รายละเอียด**
จุดกึ่งกลางเลนส์	
จุดโฟกัส	
แกนมุขสำคัญ	
ความยาวโฟกัส	
รูปภาพ	
เลนส์เว้า	
ส่วนประกอบ	**รายละเอียด**
จุดกึ่งกลางเลนส์	
จุดโฟกัส	
แกนมุขสำคัญ	
ความยาวโฟกัส	

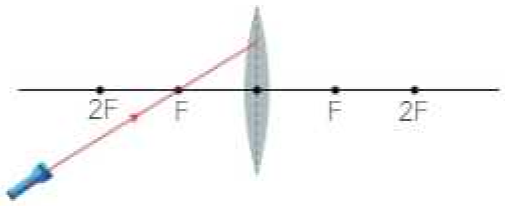
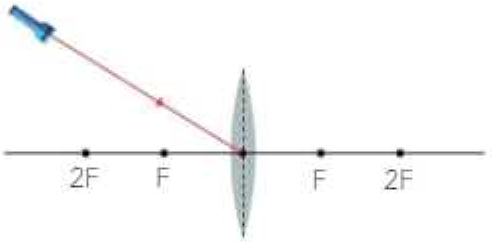
เลนส์เว้า	
รูปภาพ	

แนวการเคลื่อนที่ของแสงขนานผ่านเลนส์นูน

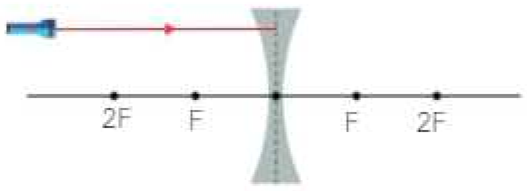
แนวการเคลื่อนที่ของแสงขนานผ่านเลนส์เว้า

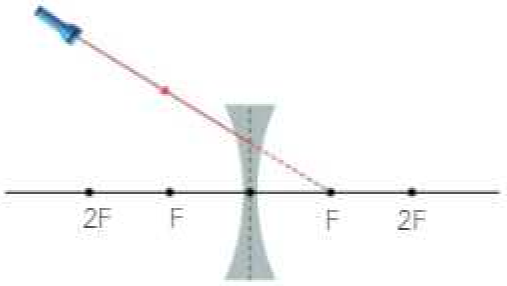
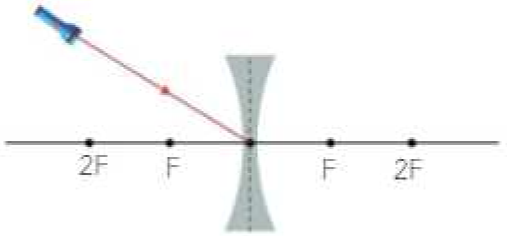
ตารางที่ 2 แสดงการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูนเมื่อจัดลำแสงตกกระทบกรณีต่าง ๆ

แสงตกกระทบและแสงหักเห	การอธิบาย
แสงตกกระทบขนานกับแกนมุขสำคัญของเลนส์นูน 	

แสงตกกระทบและแสงหักเห	การอธิบาย
แสงตกกระทบผ่านจุด F หน้าเลนส์นูน 	
แสงตกกระทบผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์นูน 	

ตารางที่ 3 แสดงการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้าเมื่อจัดลำแสงตกกระทบกรณีต่าง ๆ

แสงตกกระทบและแสงหักเห	การอธิบาย
แสงตกกระทบขนานกับแกนมุขสำคัญของเลนส์เว้า 	

แสงตกกระทบและแสงหักเห	การอธิบาย
แนวของแสงตกกระทบผ่านจุด F หลังเลนส์เว้า  	
แนวของแสงตกกระทบผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์เว้า  	

ตอนที่ 2 การเกิดภาพจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน

เลนส์นูนมีความยาวโฟกัสคือ

....

ระยะที่อยู่ห่างจากเลนส์เป็น 2 เท่าของความยาวโฟกัสคือ

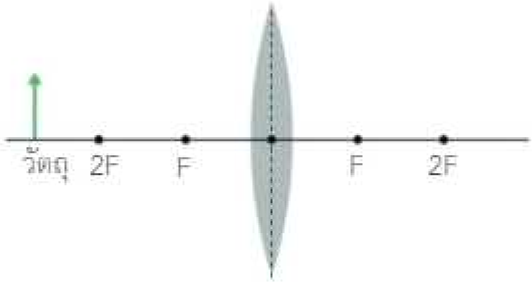
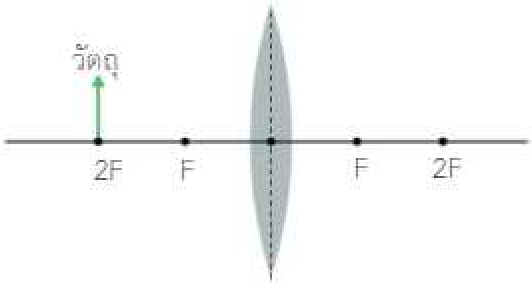
....

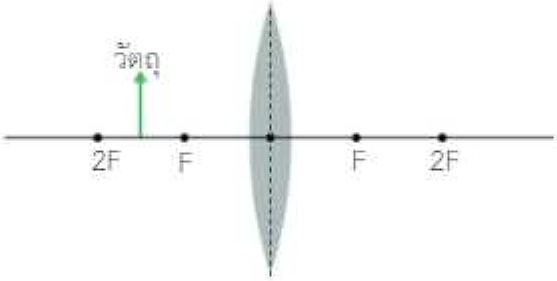
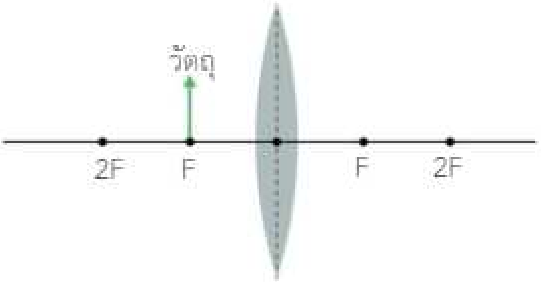
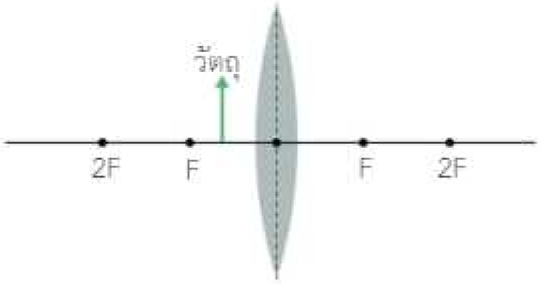
ตารางที่ 4 ระยะภาพและลักษณะภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเมื่อวางเทียนไขที่ตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูน

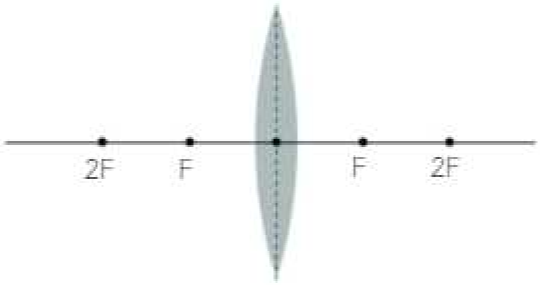
ระยะวัตถุ (cm)	ลักษณะของภาพเมื่อมองผ่านเลนส์จากด้านหลังเลนส์	ลักษณะของภาพบนฉาก	ระยะภาพ (cm)
60 (มากกว่า 2f)			
35 (ระหว่าง f กับ 2f)			
10 (น้อยกว่า f)			

ตอนที่ 3 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพเนื่องจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์

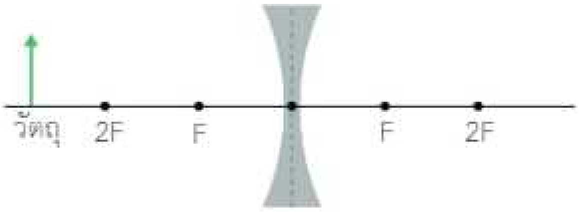
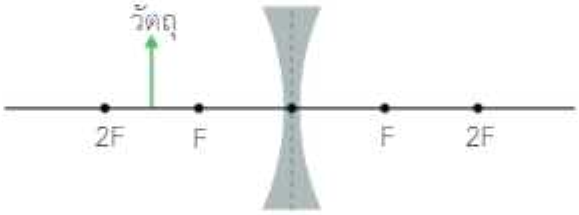
ตารางที่ 5 แสดงการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะภาพเมื่อวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไว้หน้าเลนส์นูน

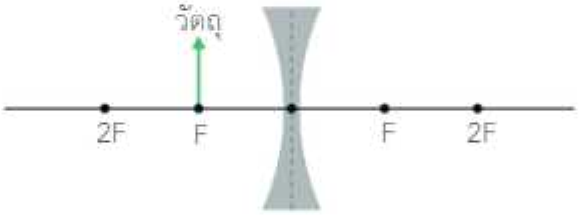
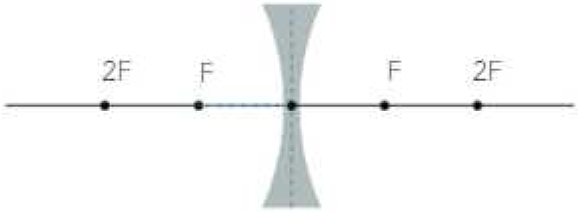
การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง	ตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น
วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะมากกว่า *2f*  	
วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะ *2f*  	

การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง	ตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น
วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะระหว่าง f กับ $2f$  	
วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะ f  	
วัตถุอยู่หน้าเลนส์นูนที่ระยะน้อยกว่า f  	

การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง	ตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น
วัตถุอยู่ที่ระยะไกลมาก ๆ (ระยะอนันต์) เช่น ดวงอาทิตย์ 	

ตารางที่ 6 แสดงการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะภาพเมื่อวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไว้หน้าเลนส์เว้า

การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง	ตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น
วัตถุอยู่หน้าเลนส์เว้าที่ระยะมากกว่า $2f$ 	
วัตถุอยู่หน้าเลนส์เว้าที่ระยะระหว่าง f กับ $2f$ 	

การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง	ตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น
วัตถุอยู่หน้าเลนส์เว้าที่ระยะ f  	
วัตถุอยู่ที่ระยะไกลมาก ๆ (ระยะอนันต์) เช่น ดวงอาทิตย์  	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เลนส์นูนและเลนส์เว้ามีลักษณะใดบ้างที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

....

....

....

2. นักเรียนสรุปการหาทิศทางของรังสีที่หักเหออกจากเลนส์นูนและเลนส์เว้า เมื่อรังสีตกกระทบเลนส์ในลักษณะต่าง ๆ ด้านหน้าเลนส์ รังสีหักเหออกไปด้านหลังเลนส์อย่างไร

....

....

....

....

....

....

3. การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์นูนทำได้อย่างไร

....

....

....

....

4. ถ้าเลื่อนวัตถุเข้าใกล้เลนส์นูนมากขึ้นเรื่อย ๆ ขนาดของภาพจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

....

....

....

5. ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน เป็นภาพชนิดใดได้บ้าง และมีขนาดอย่างไรเมื่อเทียบกับขนาดของวัตถุ

....

....

6. การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าทำได้อย่างไร

....

....

....

....

7. ถ้าเราเลื่อนวัตถุเข้าใกล้เลนส์เว้ามากขึ้นเรื่อย ๆ ขนาดของภาพจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

....

8. ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้า เป็นภาพชนิดใดได้บ้าง และมีขนาดอย่างไรเมื่อเทียบกับขนาดของวัตถุ

....

9. ภาพของวัตถุจากเลนส์นูนและเลนส์เว้า เมื่อวัตถุอยู่ที่ระยะอนันต์เหมือนและแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

....

....

....

....

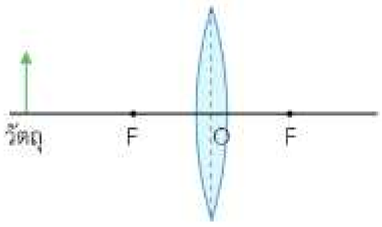
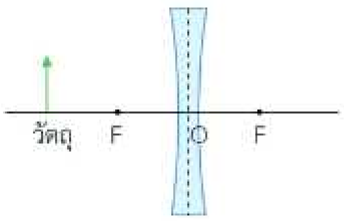
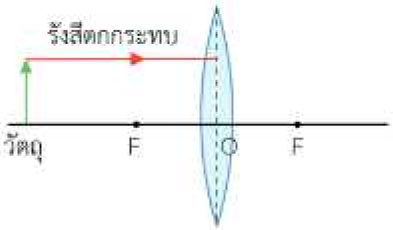
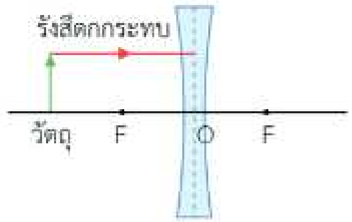
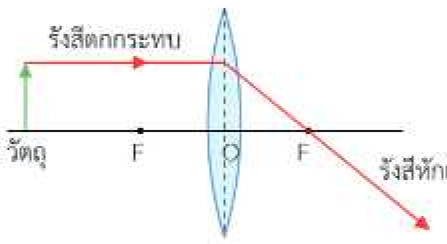
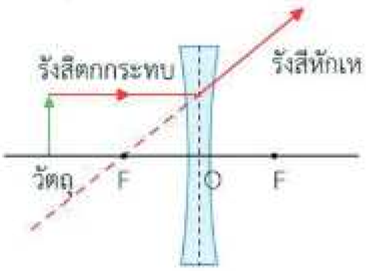
ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

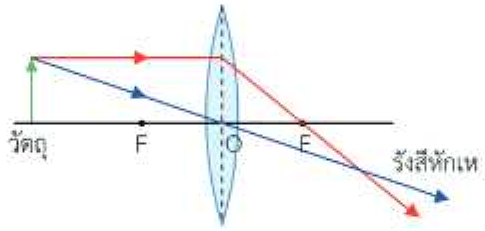
2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

ใบความรู้ที่ 3 การเขียนแผนการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพจากเลนส์

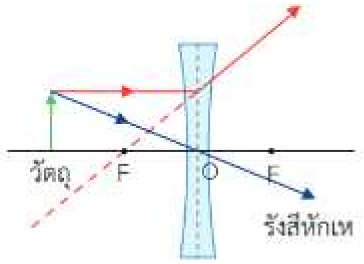
เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้จากการใช้แผนภาพรังสีของแสง โดยอาศัยแนวคิดที่ว่าแสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทางและเมื่อแสงตกกระทบเลนส์ที่มุมต่าง ๆ จะเกิดการหักเห โดยรังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหจะไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ตำแหน่งที่รังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพ เพื่อความสะดวกในการระบุตำแหน่งภาพ เราจึงเขียนแผนภาพรังสีของแสงที่ออกจากวัตถุเพียง 3 เส้น ซึ่งอาจจะเป็น 1) รังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนมุขสำคัญจะหักเหผ่านจุดโฟกัส 2) รังสีตกกระทบที่ผ่านจุดกึ่งกลางของเลนส์ หรือ 3) รังสีตกกระทบที่ผ่านจุดโฟกัสจะหักเหขนานกับแกนมุขสำคัญ ตัวอย่างการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงทำได้ดังภาพ

เลนส์นูน	เลนส์เว้า
วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนมุขสำคัญ 	วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนมุขสำคัญ 
ลากรังสีเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบเส้นแนวกึ่งกลางเลนส์โดยขนานกับแกนมุขสำคัญ 	ลากรังสีเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบเส้นแนวกึ่งกลางเลนส์โดยขนานกับแกนมุขสำคัญ 
รังสีหักเหจะผ่านจุด F 	รังสีหักเหจะกระจายออก โดยแนวของรังสีหักเหจะผ่านจุด F 

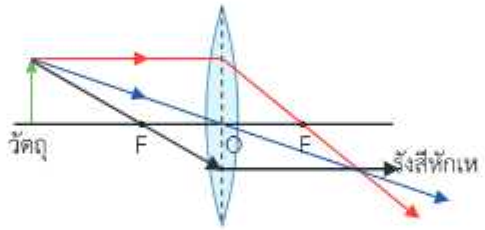
<table>
<tr><th>เลนส์นูน</th><th>เลนส์เว้า</th></tr>
<tr><td>ลากรังสีอีกเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบเลนส์ โดยผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ แนวรังสีหักเหจะไม่เปลี่ยนทิศทาง



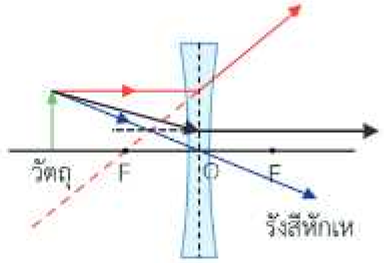
</td><td>ลากรังสีอีกเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบเลนส์ โดยผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ แนวรังสีหักเหจะไม่เปลี่ยนทิศทาง



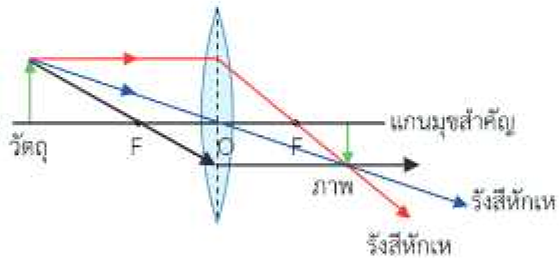
</td></tr>
<tr><td>ลากรังสีตกกระทบที่ผ่านจุด F แสงจะสะท้อนขนานกับเส้นแกนมุขสำคัญ



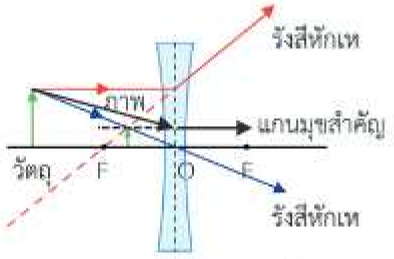
</td><td>ลากรังสีตกกระทบที่ผ่านจุด F แสงจะสะท้อนขนานกับเส้นแกนมุขสำคัญ



</td></tr>
<tr><td>จุดที่รังสีหักเหตัดกันคือตำแหน่งของภาพ



</td><td>ลากต่อแนวรังสีหักเหด้วยเส้นประให้ตัดกัน จุดที่รังสีหักเหเสมือนว่าตัดกันคือตำแหน่งของภาพเสมือน



</td></tr>
<tr><td>เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีหักเหของแสงตัดกันจริงจะเป็นภาพจริง หัวกลับ สามารถเกิดบนฉากได้</td><td>เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ ภาพที่เกิดขึ้นจากการต่อแนวรังสีหักเหไปด้านหน้าเลนส์แล้วตัดกันจึงเป็นภาพเสมือน มีลักษณะเป็นภาพหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ</td></tr>
</table>

การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งภาพและลักษณะของภาพ บางกรณีอาจเขียนรังสีของแสงออกจากวัตถุเพียง 2 เส้น เพื่อความสะดวกในการหาตำแหน่ง อาจเป็นรังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนมุขสำคัญซึ่งทำให้รังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหไปตัดกันที่จุดโฟกัส และรังสีที่ผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ซึ่งทำให้รังสีหักเหไม่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่หรือตรงไปในแนวเดิม

ใบความรู้ที่ 4 การเกิดภาพจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์

เรานำความรู้เรื่องการหักเหของแสงมาใช้ประโยชน์ในการสร้าง**เลนส์ (lens)** ซึ่งเป็นตัวกลางโปร่งใสประเภทหนึ่งที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงได้ตามความต้องการ เลนส์ส่วนใหญ่ทำมาจากวัสดุประเภทแก้วหรือพลาสติก เลนส์แบ่งตามรูปร่างได้ 2 ประเภท คือ **เลนส์นูน (convex lens)** และ**เลนส์เว้า** (concave lens) ซึ่งแต่ละประเภทมีรูปร่างดังภาพที่ 1

นูน 2 หน้า นูนแกมระนาบ นูนแกมเว้า

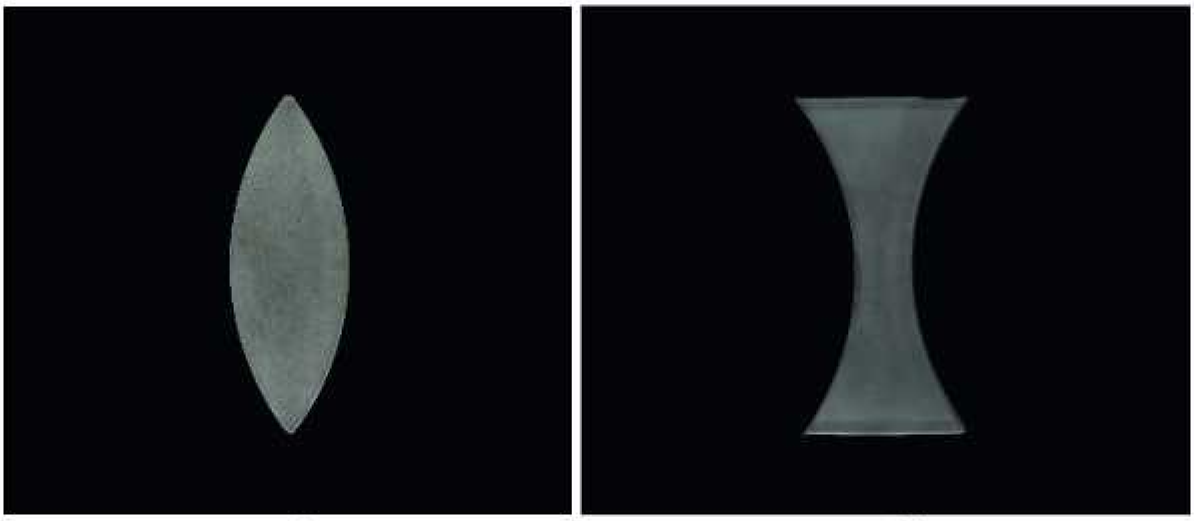
ก. เลนส์นูน

เว้า 2 หน้า เว้าแกมระนาบ เว้าแกมนูน

ข. เลนส์เว้า

ภาพที่ 1 เลนส์แบ่งตามรูปร่าง

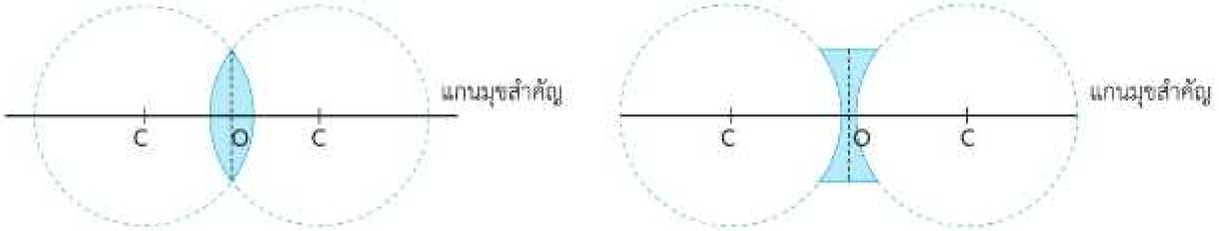
เลนส์นูน มีลักษณะหนาบริเวณส่วนกลางของเลนส์และบางบริเวณขอบ ส่วน**เลนส์เว้า** มีลักษณะบางบริเวณส่วนกลางของเลนส์และหนาบริเวณขอบ ดังภาพที่ 2



เลนส์นูน **เลนส์เว้า**

ภาพที่ 2 เลนส์นูนและเลนส์เว้า

ในการศึกษานี้จะใช้เลนส์เป็นเลนส์บางซึ่งมีกึ่งกลางเลนส์ (O) อยู่ที่จุดกึ่งกลางระหว่างผิวโค้งทั้งสองและมีจุด C เป็นศูนย์กลางความโค้งของผิวทั้งสองของเลนส์ เรียกเส้นตรงที่ผ่านจุด C และ O ว่า**แกนมุขสำคัญ** ดังภาพที่ 3



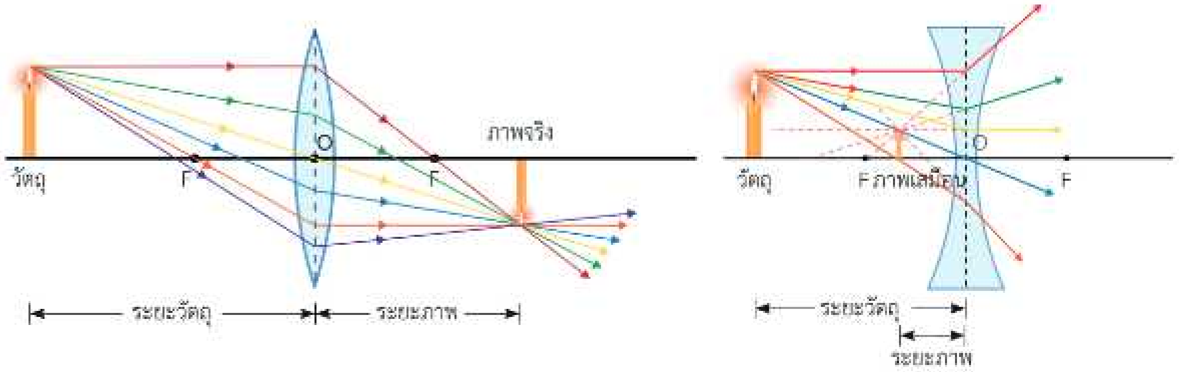
ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของเลนส์นูนและเลนส์เว้า

เมื่อแสงตกกระทบเลนส์นูนโดยแนวรังสีที่ตกกระทบผ่านกึ่งกลางเลนส์ แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าแสงขนานกับแกนมุขสำคัญตกกระทบเลนส์นูนที่ตำแหน่งอื่น ๆ รังสีของแสงจะหักเหไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่งบนแกนมุขสำคัญอีกด้านหนึ่งของเลนส์ จุดที่รังสีหักเหตัดกันนี้ เรียกว่า **จุดโฟกัสของเลนส์นูน (F)** ระยะทางจากกึ่งกลางของเลนส์ถึงจุดโฟกัส เรียกว่า **ความยาวโฟกัส (*f*)** ส่วนเลนส์เว้า เมื่อแสงตกกระทบเลนส์เว้าโดยแนวรังสีที่ตกกระทบผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ (O) แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าแสงขนานกับแกนมุขสำคัญตกกระทบเลนส์เว้าที่ตำแหน่งอื่น ๆ รังสีของแสงจะกระจายออกไปอีกด้านหนึ่งของเลนส์ ทำให้รังสีหักเหไม่ตัดกัน แต่ถ้าต่อแนวของรังสีหักเหของแสงจะพบว่าแนวรังสีที่ต่อออกมานี้จะไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่งบนแกนมุขสำคัญทางด้านหน้าของเลนส์ เรียกว่า **จุดโฟกัสเสมือนของเลนส์เว้า (F)** ระยะทางจากจุดกึ่งกลางของเลนส์ถึงจุดโฟกัส เรียกว่า **ความยาวโฟกัส (*f*)** ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 4 การหักเหของแสงผ่านเลนส์

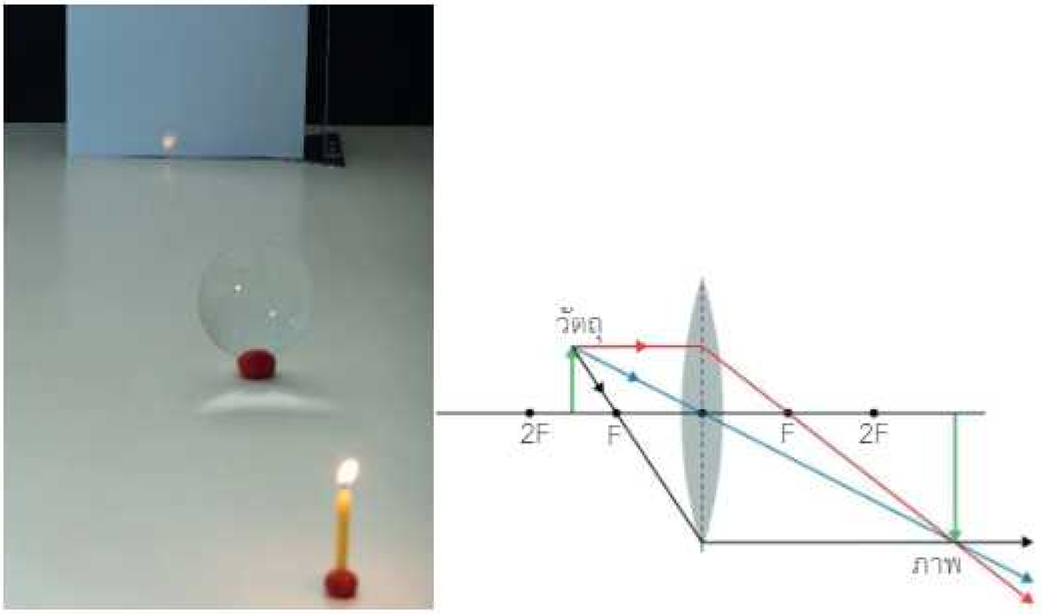
เมื่อวางวัตถุในตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูน ภาพของวัตถุที่มองเห็นอาจเป็นภาพหัวกลับหรือหัวตั้งก็ได้ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ โดยภาพหัวกลับสามารถใช้ฉากรับภาพได้ซึ่งมีทั้งภาพขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเท่ากับวัตถุ หรือขนาดเล็กกว่าวัตถุ นอกจากนี้ภาพจากเลนส์นูนอาจเป็นภาพหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ซึ่งไม่สามารถเกิดบนฉากได้ สำหรับเลนส์เว้า เมื่อวางวัตถุในตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์เว้า ภาพของวัตถุที่มองเห็นจะเป็นภาพหัวตั้งที่มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ ซึ่งไม่สามารถเกิดบนฉากได้

เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้จากการใช้แผนภาพรังสีของแสงโดยอาศัยหลักการที่ว่า แสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทางและเมื่อแสงตกกระทบเลนส์ที่มุมต่าง ๆ จะเกิดการหักเห โดยรังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหจะไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ตำแหน่งที่รังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพ ถ้ารังสีหักเหตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีหักเหให้ตัดกันจะเกิดภาพเสมือน ดังภาพที่ 5

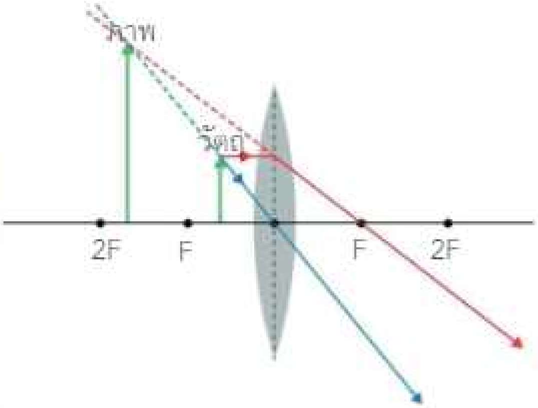


ภาพที่ 5 การเขียนแผนภาพรังสีของแสงเพื่อระบุตำแหน่งของภาพเมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์

จากการทำกิจกรรมจะเขียนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของภาพ ภาพที่ 6 – 8



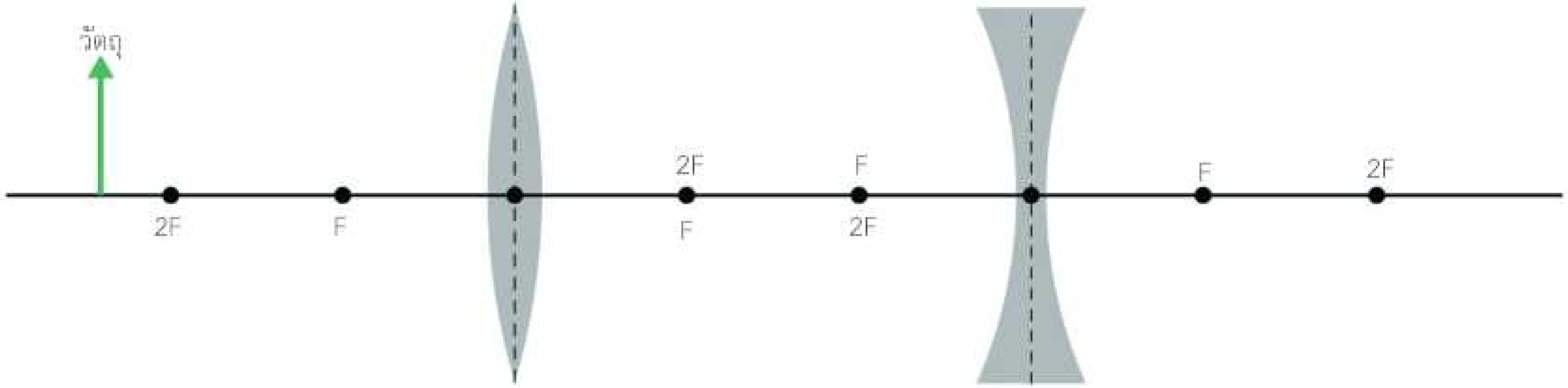
ภาพที่ 6 ตัวอย่างภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูน



ภาพที่ 7 ตัวอย่างภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์นูน

บัตรภาพการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง

ถ้าวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนและเลนส์เว้าดังภาพ ภาพสุดท้ายที่เกิดขึ้นจะอยู่ที่ตำแหน่งใด และเป็นภาพชนิดใด ให้เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงประกอบการอธิบาย



ใบกิจกรรมที่ 4 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร

จุดประสงค์

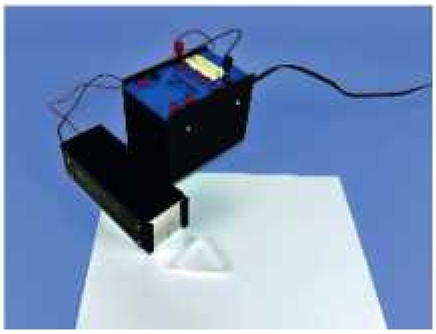
1. สังเกตและอธิบายการกระจายของแสงเมื่อผ่านปริซึม

วัสดุและอุปกรณ์

1.	กล่องแสงพร้อมหลอดไฟฟ้า	1 ชุด
2.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
3.	แผ่นช่องแสง 1 ช่อง	1 แผ่น
4.	สายไฟฟ้า	2 เส้น
5.	ปริซึมสามเหลี่ยม	1 อัน
6.	กระดาษขาว	2 แผ่น

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. จัดกล่องแสง กระดาษขาว และปริซึมสามเหลี่ยม ดังภาพ



2. ให้แสงตกกระทบปริซึมสามเหลี่ยมด้านหนึ่ง ดังภาพ

3. ใช้กระดาษขาวอีกแผ่นหนึ่งทำเป็นฉากรับแสงที่ออกมาจากอีกด้านหนึ่งของปริซึมสามเหลี่ยม ปรับแนวลำแสงที่ตกกระทบปริซึมสามเหลี่ยมจนเห็นแสงที่ปรากฏบนฉากได้ชัดเจน สังเกตและบันทึกแนวของรังสีตกกระทบ แนวรังสีหักเห และสิ่งที่ปรากฏบนฉากลงในใบงานที่ 4

ใบงานที่ 4 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกผลการสังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

สิ่งที่ปรากฏบนฉาก คือ

....

....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อฉายแสงให้ตกกระทบปริซึมสามเหลี่ยม แสงมีการหักเหหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

....

....

....

2. แสงจากกล่องแสงที่ตกกระทบปริซึมสามเหลี่ยมกับแสงที่ปรากฏบนฉากขาวเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

....

....

....

3. เมื่อฉายแสงให้ตกกระทบปริซึมสามเหลี่ยม แสงมีการกระจายหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

....

....

....

4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

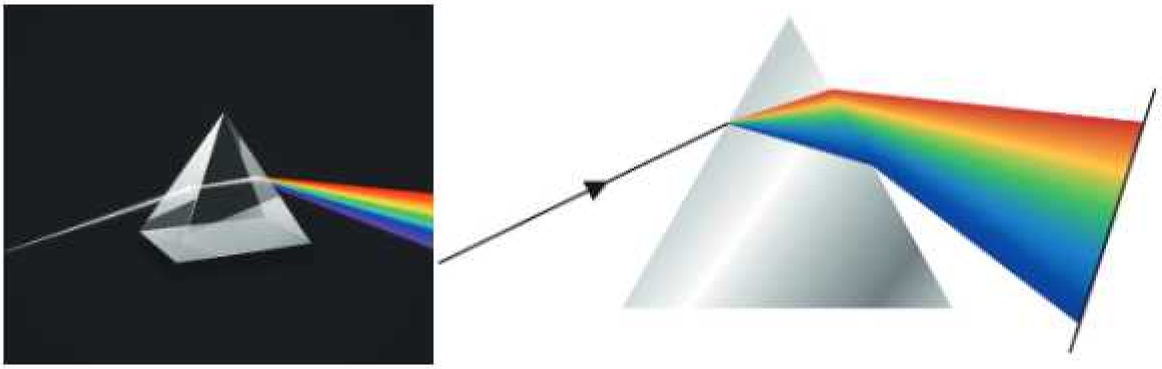
....

....

....

ใบความรู้ที่ 5 การกระจายของแสง

เมื่อฉายแสงให้ตกกระทบปริซึม แสงจะเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศกับปริซึม แต่เนื่องจากแสงแต่ละสีเคลื่อนที่ในปริซึมด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ทำให้เมื่อแสงเกิดการหักเหจึงมีมุมหักเหที่ต่างกันทั้งเมื่อเข้าและออกจากปริซึม จึงเห็นแสงแต่ละสีกระจายออกและปรากฏบนฉากที่ตำแหน่งแตกต่างกัน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การกระจายของแสง (dispersion)** และเรียกแสงสีต่าง ๆ ที่เห็นว่า **สเปกตรัมของแสง (visible light spectrum)** ดังภาพที่ 1



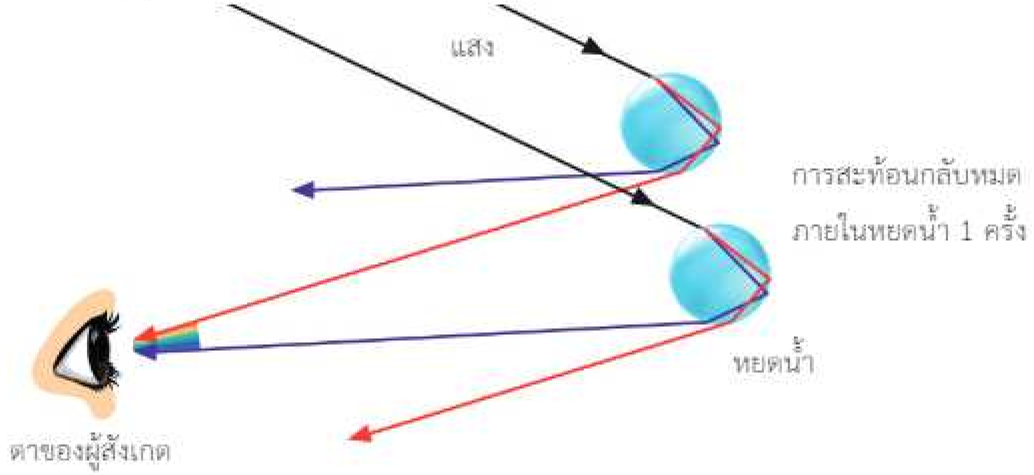
ภาพที่ 1 สเปกตรัมของแสงจากปริซึม

เมื่อพิจารณาแสงที่ตกกระทบที่ผิวแรกของปริซึมจะพบว่า แสงสีทุกสีที่อยู่ในแสงตกกระทบปริซึมด้วยมุมตกกระทบเดียวกัน แต่มุมหักเหของแสงแต่ละสีไม่เท่ากัน แสดงว่า แสงแต่ละสีเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกันในปริซึม ทำให้หักเหได้ไม่เท่ากัน โดยแสงสีม่วงมีมุมหักเหน้อยที่สุดหรือแสงสีม่วงเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ไปจากแนวเดิมมากที่สุด นั่นคืออัตราเร็วของแสงสีม่วงลดลงมากที่สุด เมื่อถึงผิวที่สอง แสงแต่ละสีตกกระทบด้วยมุมตกกระทบที่แตกต่างกัน ยิ่งทำให้แสงแต่ละสีแยกออกจากกันชัดเจนมากขึ้น

ปรากฏการณ์ลักษณะนี้เราจะพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเกิดรุ้ง พระอาทิตย์ทรงกลด การมองเห็นคราบน้ำมันบนผิวถนนหรือการมองเห็นฟองสบู่มีสีเป็นริ้วๆ การเกิดพระจันทร์สีเลือด เป็นต้น ตัวอย่างดังภาพที่ 2

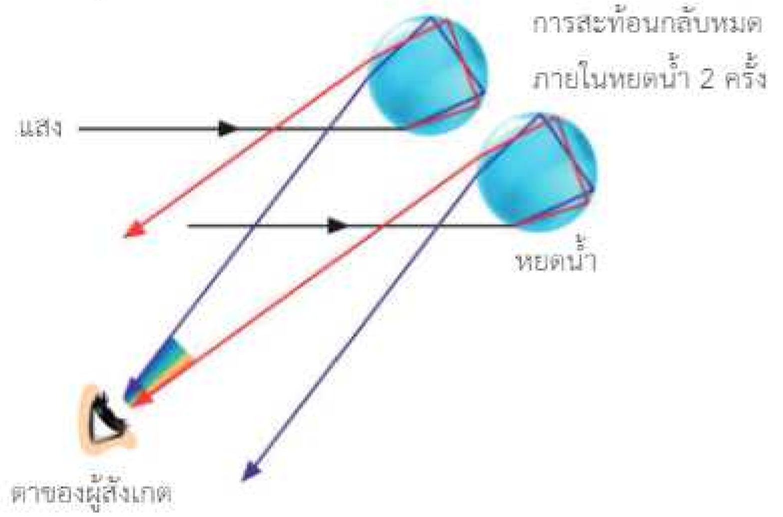
ภาพที่ 2 ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการเกิดรุ้ง

รุ้งเกิดขึ้นเมื่อแสงจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่เข้ามาในบรรยากาศ ซึ่งมีหยดน้ำขนาดเล็กและมีปริมาณมากในวันที่อากาศชื้น เมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าไปในหยดน้ำจะเกิดการหักเหของแสงซึ่งแสงแต่ละสีมีมุมหักเหที่แตกต่างกัน จากนั้นแสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ และเมื่อแสงเคลื่อนที่จากหยดน้ำออกสู่อากาศ แสงแต่ละสีจะหักเหอีกครั้งหนึ่งก่อนจะเคลื่อนที่เข้าสู่ตาคน ทำให้เรามองเห็นแสงสีต่าง ๆ เกิดเป็นแถบสีของรุ้ง รุ้งที่เกิดจากการสะท้อนกลับหมดในหยดน้ำ 1 ครั้ง เรียกว่า รุ้งปฐมภูมิ ซึ่งแสงอาทิตย์ตกกระทบหยดน้ำจากด้านบน เกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ 1 ครั้ง โดยแสงสีม่วงจะหักเหออกมาอยู่เหนือแสง สีแดง ผู้สังเกตจะมองเห็นรุ้งมีแถบด้านบนเป็นสีแดงจากหยดน้ำที่อยู่สูงกว่าและมองเห็นรุ้งมีแถบด้านล่างเป็นสีม่วงจากหยดน้ำที่อยู่ต่ำกว่า ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเกิดรุ้งปฐมภูมิ

ส่วนรุ้งที่เกิดจากการสะท้อนกลับหมดในหยดน้ำ 2 ครั้ง เรียกว่า รุ้งทุติยภูมิ ซึ่งแสงอาทิตย์ตกกระทบหยดน้ำจากด้านล่าง เกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ 2 ครั้ง โดยแสงสีม่วงจะหักเหออกมาอยู่ด้านล่างของแสงสีแดง ผู้สังเกตจะมองเห็นรุ้งมีแถบด้านบนเป็นสีม่วงจากหยดน้ำที่อยู่สูงกว่าและมองเห็นรุ้งมีแถบด้านล่างเป็นสีแดงจากหยดน้ำที่อยู่ต่ำกว่า ดังภาพที่ 4

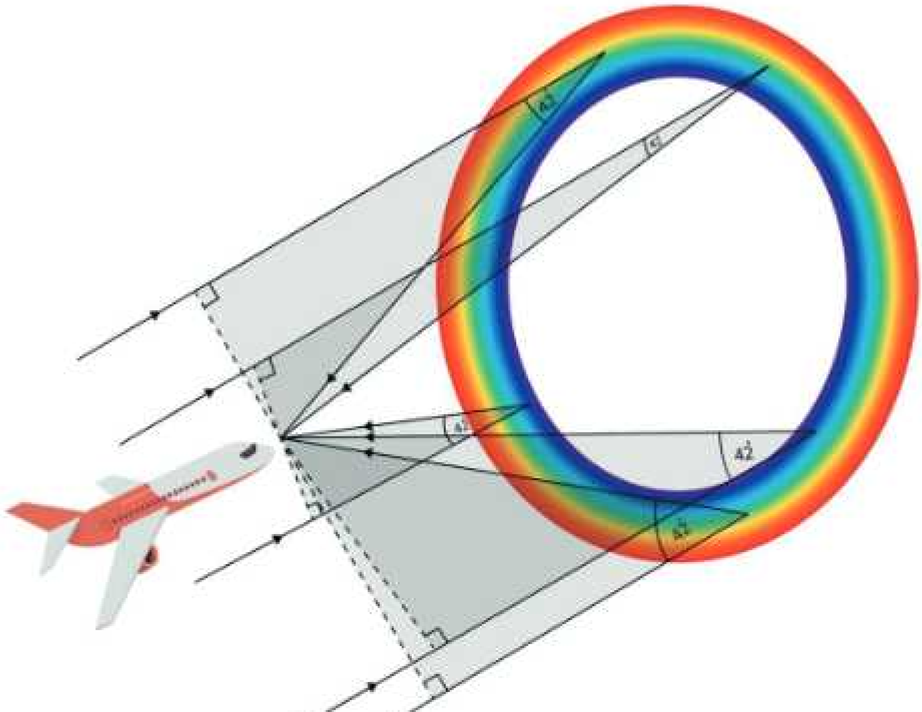


ภาพที่ 4 การเกิดรุ้งทุติยภูมิ

เนื่องจากหยดน้ำขนาดเล็กมาก ๆ เหล่านี้อยู่ไกลจากผู้สังเกตมาก การกระจายของแสงแต่ละสีทำให้ผู้สังเกตที่อยู่บนพื้นดินที่ตำแหน่งหนึ่งจะเห็นเพียงสีเดียวที่ออกจากหยดน้ำแต่ละหยด เนื่องจากมุมระหว่างแสงที่ตกกระทบกับแสงสีที่เคลื่อนที่เข้าสู่ตาผู้สังเกตมีขนาดเท่ากัน ผู้สังเกตจึงมองเห็นรุ้งเป็นวงกลมหรือครึ่งวงกลม ไม่ว่าผู้สังเกตจะย้ายตำแหน่งการมองไปจุดอื่น ๆ ซึ่งจะเกิดปรากฏการณ์นี้หากผู้สังเกตยังหันหลังให้กับแหล่งกำเนิดแสง ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 การมองเห็นรุ้งเป็นครึ่งวงกลม

หากพิจารณาการมองเห็นรุ้งของนักบินที่กำลังบินอยู่ที่ระดับความสูงค่าหนึ่ง จะมีโอกาสเห็นรุ้งที่มีลักษณะเป็นวงกลมได้ เนื่องจากแสงจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ลอดผ่านด้านล่างของผู้สังเกตและหักเหเข้าสู่ตาของผู้สังเกตจากด้านล่าง ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การมองเห็นรุ้งของนักบินหรือผู้ที่อยู่บนเครื่องบิน (เปลี่ยนภาพ) (ภาพ No.48)

ใบงานที่ 5 แบบฝึกหัดเรื่อง การหักเหของแสง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าให้แสงเคลื่อนที่จากเพชรไปน้ำด้วยมุมตกกระทบค่าหนึ่ง นักเรียนคิดว่ามุมตกกระทบและมุมหักเหจะสัมพันธ์กันอย่างไร เพราะเหตุใด (เมื่ออัตราเร็วแสงในเพชรคือ 1.25×10^8 m/s และอัตราเร็วแสงในน้ำคือ 2.25×10^8 m/s)

2. แมลงที่อยู่ในอากาศจะเห็นปลาที่อยู่ในน้ำอยู่ตื้นกว่าหรือลึกกว่าความเป็นจริงอย่างไรบ้าง จะอธิบายด้วยการหักเหของแสงได้อย่างไร ให้เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงประกอบ (เมื่ออัตราเร็วแสงในอากาศคือ 3×10^8 m/s และอัตราเร็วแสงในน้ำคือ 2.25×10^8 m/s)

3. ปลาที่อยู่ในน้ำจะเห็นแมลงที่อยู่ในอากาศอยู่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าความเป็นจริงอย่างไรบ้าง ให้เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงประกอบ

....

....

....

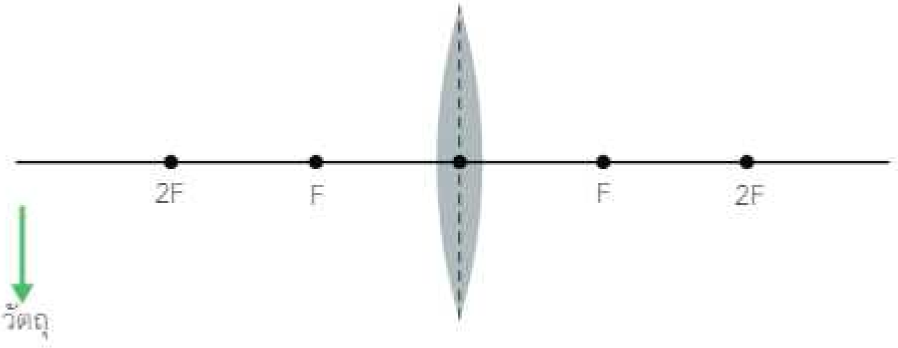
....

....

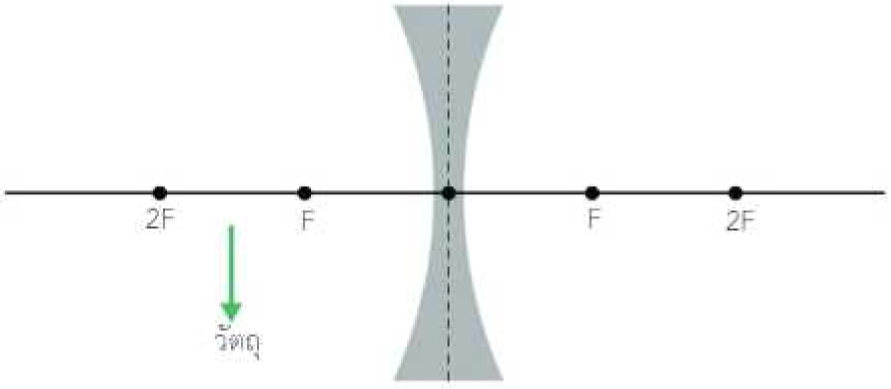
4. ในวันที่อากาศร้อนจัด ทำให้อุณหภูมิของอากาศใกล้ผิวถนนหรือเหนือผิวถนนสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศในชั้นที่สูงขึ้นไป จะอธิบายการมองเห็นคล้ายกับมีแอ่งน้ำบนถนนได้อย่างไร

5. วาดหรืออธิบายภาพที่เกิดขึ้นจากการนำวัตถุที่มีลักษณะดังภาพ ไปวางไว้หน้าเลนส์ต่าง ๆ ตามตำแหน่งที่กำหนด

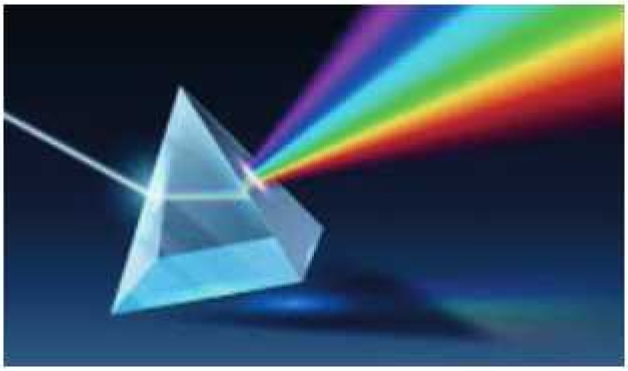
ก. วางวัตถุรูปลูกศร ไว้หน้าเลนส์นูน



ข. วางวัตถุรูปลูกศร ไว้หน้าเลนส์เว้า



6. จากภาพแสดงการหักเหของแสงผ่านปริซึม นักเรียนคิดว่าการหักเหของแสงตามภาพนี้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร



....

....

....

....

....

....

....

....

....

ตั๋วออก

คำชี้แจ้ง

ให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยใช้ความรู้เรื่องการหักเหของแสง

ถ้านักเรียนวางเหรียญลงไปในแก้วกระเบื้องแล้วขยับมุมมองของตนเองจนขอบแก้วบังเหรียญได้มิดพอดี ทำให้ไม่สามารถมองเห็นเหรียญที่อยู่ก้นแก้วได้อีก จากนั้นค่อย ๆ รินน้ำลงในแก้วภาพของเหรียญจะค่อย ๆ ปรากฏขึ้นมา ดังภาพ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับการหักเหของแสงอย่างไร

วางเหรียญลงในแก้วกระเบื้อง

ขยับมุมมองจนไม่สามารถมองเห็นเหรียญ

รินน้ำลงในแก้วกระเบื้องภาพเหรียญปรากฏ

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

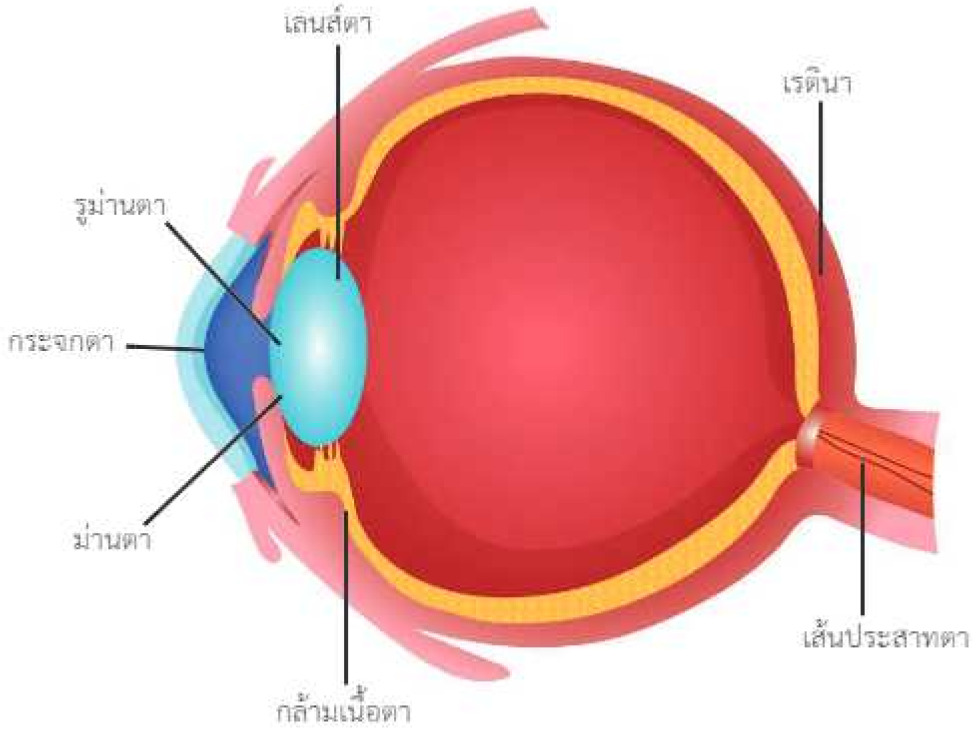
....

ใบงาน

เรื่อง ดวงตาและทัศนอุปกรณ์

ใบความรู้ที่ 1 การหักเหแสงและการมองเห็นภาพของเลนส์ตา

ดวงตา เป็นอวัยวะที่ซับซ้อน มีส่วนประกอบสำคัญที่ทำงานสัมพันธ์กัน เช่น เลนส์ตา กระจกตา กล้ามเนื้อตา จอประสาทตา ม่านตา รูม่านตา โดยเลนส์ตาซึ่งเป็นเลนส์นูนที่สามารถปรับความยาวโฟกัสได้ ทำหน้าที่รวมแสงให้เกิดภาพจริงหัวกลับบนฉาก กล้ามเนื้อตาทำหน้าที่ยึดเลนส์ตาและเปลี่ยนความยาวโฟกัสของเลนส์ตาโดยกล้ามเนื้อตาเป็นตัวบีบเพื่อปรับรูปร่างของเลนส์ตาให้อ้วนขึ้นหรือบางลงได้ จอประสาทตาหรือเรตินาซึ่งมีเซลล์รับแสงที่ไวต่อแสงมาก ทำหน้าที่เป็นฉากรับภาพและส่งสัญญาณภาพไปยังสมองผ่านเซลล์ประสาทตา ม่านตาทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงให้เข้าตาอย่างพอดี หากแสงเข้ามากเกินไปอาจจะทำให้ประสาทตาชำรุดได้ และรูม่านตาเป็นช่องวงกลมที่ปรับขนาดได้เพื่อให้แสงผ่านเข้าไปในตา และภายในดวงตาจะมีของเหลวใสที่ควบคุมความดันภายในตาและช่วยหักเหแสงด้วยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของตา

เราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ เนื่องจากแสงจากวัตถุเคลื่อนที่เข้าสู่ดวงตาแล้วหักเหผ่านกระจก ตาหรือตาดำที่มีลักษณะโค้ง ใส ไม่มีสี จากนั้นจะมีการหักเหเพิ่มเติมอีกครั้งที่เลนส์ตาโดยกล้ามเนื้อตาจะปรับความยาวโฟกัสของเลนส์ตาเพื่อให้แสงรวมกันที่เรตินาที่ผนังด้านในซึ่งมีเซลล์ประสาททำหน้าที่รับแสงสีต่าง ๆ จากนั้นเรตินาจะส่งสัญญาณผ่านเซลล์ประสาทตาให้สมองตีความเป็นภาพที่มองเห็น

ใบกิจกรรมที่ 1 การมองเห็นวัตถุของคนสายปกติเป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

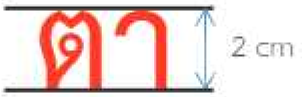
1. อธิบายการมองเห็นวัตถุของคนสายตาปกติ

วัสดุและอุปกรณ์

1.	กระดาษแข็ง	1 แผ่น
2.	ปากกาเคมีสีแดง	1 ด้าม
3.	ไม้บรรทัด	1 อัน
4.	ไม้เมตรหรือตลับเมตร	1 อัน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. เขียนข้อความว่า "ตา"บนกระดาษแข็งด้วยปากกาเคมีสีแดง โดยให้ตัวหนังสือมีความสูงประมาณ 2 cm ดังภาพ



2. ให้นักเรียนคนที่มีสายตาปกติเป็นผู้สังเกตข้อความ "ตา" บนกระดาษ
3. ให้นักเรียนอีกคนยืนถือกระดาษแข็งที่มีข้อความ "ตา" ให้อยู่ห่างจากผู้สังเกต 5 cm และให้ผู้สังเกตบันทึกผลลงในใบงานที่ 1
4. ทำซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนระยะห่างเป็น 15 cm 25 cm 35 cm 55 cm 100 cm และ 20,000 cm (20 m) ตามลำดับ

ใบงานที่ 1 การมองเห็นวัตถุของคนสายปกติเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการสังเกต แล้วตอบคำถามท้ายการทดลอง

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง แสดงระยะวัตถุและลักษณะการมองเห็นคนสายตาปกติ

ระยะวัตถุ (เซนติเมตร)	ลักษณะของภาพที่มองเห็น	ภาพวาดของภาพที่มองเห็น
5		
15		
25		
35		
100		
20,000		

คำถามท้ายกิจกรรม

1. คนสายตาปกติมองเห็นวัตถุได้ไม่ชัดเจนเมื่อระยะวัตถุอยู่ในช่วงใด

....

....

2. คนสายตาปกติมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนเมื่อระยะวัตถุอยู่ในช่วงใด

....

....

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร คนสายตาปกติมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนเมื่อระยะวัตถุอยู่ในช่วงใด

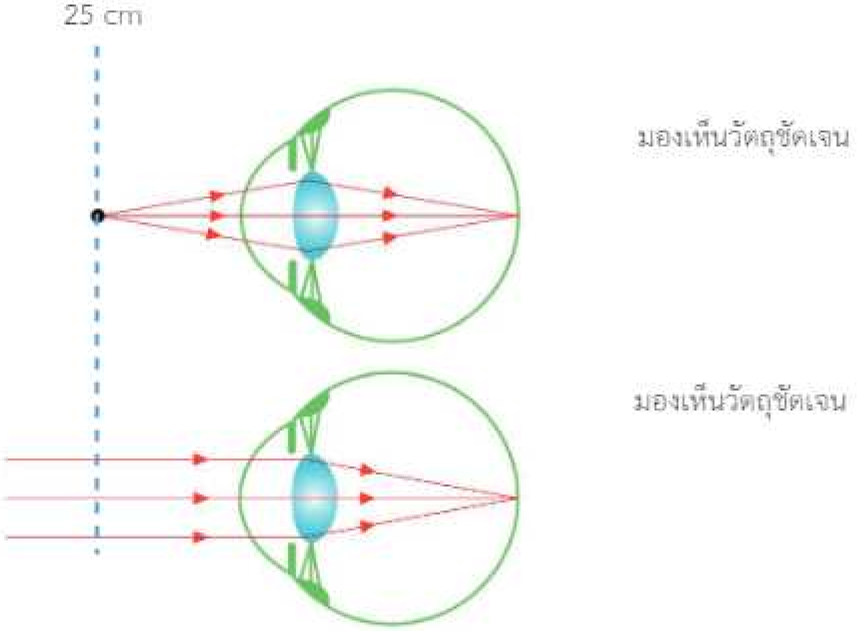
....

....

....

ใบความรู้ที่ 2 ความบกพร่องทางสายตาที่เกิดจากความผิดปกติของเลนส์ตา

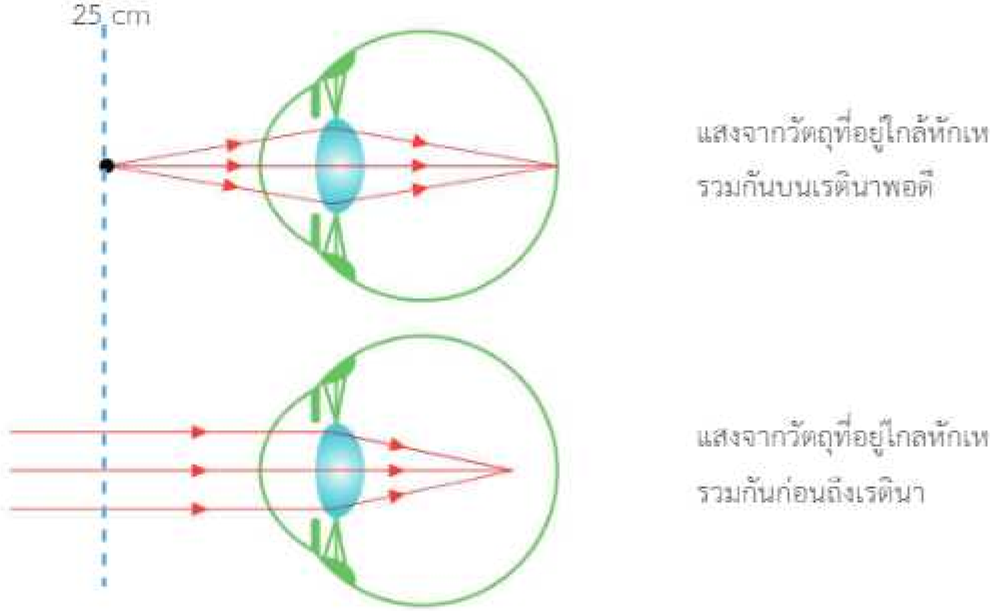
ดวงตาที่สามารถมองเห็นภาพต่าง ๆ ได้ตามปกติ แสงหักเหจะรวมกันที่เรตินาพอดี โดยคนที่มีสายตาปกติจะมองเห็นวัตถุชัดเจนตั้งแต่ระยะ 25 เซนติเมตรจากตาจนถึงระยะอนันต์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระยะมองเห็นของคนสายตาปกติ

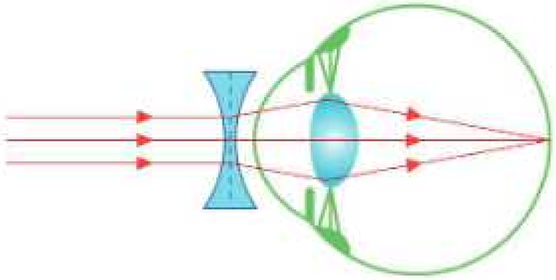
ถ้าตำแหน่งที่แสงรวมกันไม่ได้อยู่ที่เรตินาก็จะเกิดความบกพร่องทางสายตา เช่น สภาวะสายตาสั้นและสภาวะสายตายาว

คนที่มีสายตาสั้น จะมองเห็นวัตถุใกล้ ๆ ได้ชัดเจนแต่มองเห็นวัตถุที่ระยะไกล ๆ หรือระยะอนันต์ไม่ชัดเจนเหมือนคนสายตาปกติ เนื่องจากแสงที่หักเหผ่านเลนส์ตาไปรวมกันที่ตำแหน่งก่อนถึงเรตินาดังภาพที่ 2



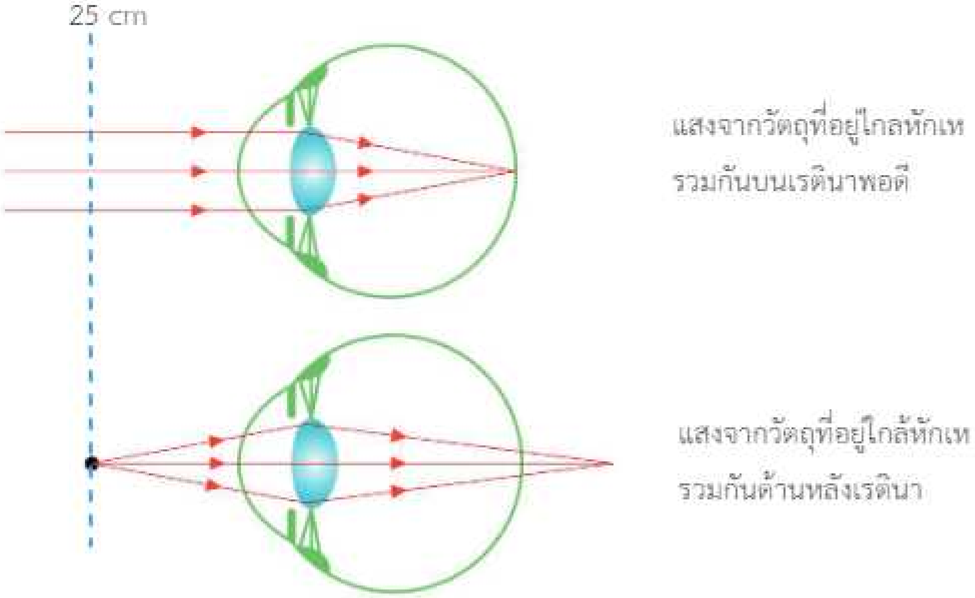
ภาพที่ 2 ระยะมองเห็นของคนสายตาสั้น

วิธีการแก้ไขสภาวะสายตาสั้นคือ การแก้ไขให้มองเห็นวัตถุที่ระยะอนันต์ได้ชัดเจน โดยใช้เลนส์เว้าช่วยถ่างแสงออกก่อนเข้าเลนส์ตา เพื่อให้แสงที่หักเหออกจากเลนส์ตาไปตกกระทบเรตินาได้พอดี ดังภาพที่ 3



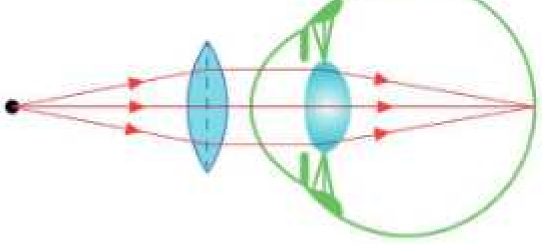
ภาพที่ 3 การแก้ไขอาการสายตาสั้นด้วยเลนส์เว้า

คนที่มีสายตายาว จะมองเห็นวัตถุไกล ๆ ได้ชัดเจนแต่มองเห็นวัตถุที่ระยะ 25 เซนติเมตรไม่ชัดเจนเหมือนคนสายตาปกติ เนื่องจากแสงที่หักเหผ่านเลนส์ตาไปรวมกันที่ตำแหน่งหลังเรตินาดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ระยะมองเห็นของคนสายตายาว

วิธีการแก้ไขสภาวะสายตายาวคือ การแก้ไขให้มองเห็นวัตถุที่ระยะ 25 เซนติเมตร ได้ชัดเจน โดยใช้เลนส์นูนช่วยบีบแสงก่อนเข้าเลนส์ตา เพื่อให้แสงที่หักเหออกจากเลนส์ตาไปตกกระทบเรตินาได้พอดี ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การแก้ไขอาการสายตายาวด้วยเลนส์นูน

ใบงานที่ 2 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพของเลนต์ตาได้อย่างไร

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงในการทำให้เกิดภาพของเลนส์ตาของคนสายตาปกติ เมื่อวัตถุอยู่หน้าเลนส์ตาที่ระยะต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลที่บันทึกผลในใบงานที่ 1 ลงในตารางด้านล่าง

ตาราง แสดงแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงในการมองวัตถุของคนสายตาปกติ

ระยะวัตถุ (เซนติเมตร)	แผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง
5	
15	
25	
35	
100	
20,000	
ไกลมาก ๆ	

2. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงในการทำให้เกิดภาพของเลนส์ตาของคนที่มีความบกพร่องทางสายตา เมื่อวัตถุอยู่หน้าเลนส์ตาที่ระยะต่าง ๆ ลงในตารางด้านล่าง

ตารางที่ 1 แสดงการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงผ่านตาของคนที่มีความบกพร่องทางสายตาโดยมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนไกลที่สุดที่ระยะ 10 เมตร

ระยะวัตถุ (cm)	แผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง
25	
50	
500	
1,000	
1,500	
ไกลมาก ๆ	

ตารางที่ 2 แสดงการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงผ่านตาของคนที่มีความบกพร่องทางสายตาโดยมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนใกล้ที่สุดที่ระยะ 50 เซนติเมตร

ระยะวัตถุ (เซนติเมตร)	แผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง
25	
35	
50	
2,000	
ไกลมาก ๆ	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. คนที่มองเห็นวัตถุชัดเจนไกลที่สุดที่ระยะ 10 เมตรมีความบกพร่องทางสายตาอย่างไร และมีสาเหตุมาจากอะไร

....

....

....

....

2. คนที่มองเห็นวัตถุชัดเจนได้ใกล้ที่สุดที่ระยะ 50 เซนติเมตรมีความบกพร่องทางสายตาอย่างไร และมีสาเหตุมาจากอะไร

....

....

....

....

....

....

3. นักเรียนจะสรุปลักษณะของคนที่มีความบกพร่องทางสายตาได้ว่าอย่างไร

....

....

....

....

....

....

ใบกิจกรรมที่ 2 ทัศนอุปกรณ์ทำงานอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการทำงานของทัศนอุปกรณ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้
2. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพของทัศนอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์

1.	แว่นขยาย	1 อัน
2.	เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ	1 เครื่อง (ถ้ามี)

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของแว่นขยายในประเด็นต่อไปนี้ อภิปรายและสรุปข้อมูล บันทึกผลลงในตารางที่ 1 ของใบงานที่ 3
   - จุดประสงค์ของการใช้แว่นขยายคืออะไร
   - ใช้เลนส์หรือกระจกชนิดใด
   - วัตถุและระยะวัตถุเป็นอย่างไร
   - ระยะวัตถุเทียบกับระยะภาพเป็นอย่างไร
   - ขนาดวัตถุเทียบกับขนาดภาพเป็นอย่างไร
   - เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพได้อย่างไร
2. ใช้แว่นขยายส่องดูตัวหนังสือ เพื่อสังเกตลักษณะของภาพที่มองเห็นจากแว่นขยายเพื่อตรวจสอบภาพที่เห็นสอดคล้องกับข้อมูลที่สรุปได้ในตาราง 1 หรือไม่ อย่างไร
3. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะในประเด็นต่อไปนี้ อภิปรายและสรุปข้อมูล บันทึกผลลงในตารางที่ 2 ของใบงานที่ 3
   - จุดประสงค์ของการใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะคืออะไร
   - ใช้เลนส์หรือกระจกชนิดใด
   - วัตถุและระยะวัตถุเป็นอย่างไร
   - ระยะวัตถุเทียบกับระยะภาพเป็นอย่างไร
   - ขนาดวัตถุเทียบกับขนาดภาพเป็นอย่างไร
   - เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพได้อย่างไร
4. ใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะเพื่อสังเกตลักษณะของภาพที่มองเห็นจากโพรเจกเตอร์เพื่อตรวจสอบภาพที่เห็นสอดคล้องกับข้อมูลที่สรุปได้ในตารางที่ 2 หรือไม่ อย่างไร (ถ้ามี)

ใบงานที่ 3 ทัศนอุปกรณ์ทำงานอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลจากการสืบค้น แล้วตอบคำถามท้ายการทดลอง

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลจากการสืบค้นเกี่ยวกับแว่นขยาย

ประเด็น	ผลการสืบค้น
จุดประสงค์ของการใช้แว่นขยาย	
ใช้เลนส์หรือกระจก	
วัตถุและระยะวัตถุ	
ระยะวัตถุเทียบกับระยะภาพ	
ขนาดวัตถุเทียบกับขนาดภาพเป็นอย่างไร	
แผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพ	

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลจากการสืบค้นเกี่ยวกับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

ประเด็น	ผลการสืบค้น
จุดประสงค์ของการใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ	
ใช้เลนส์หรือกระจก	
วัตถุและระยะวัตถุ	
ระยะวัตถุเทียบกับระยะภาพ	
ขนาดวัตถุเทียบกับขนาดภาพเป็นอย่างไร	
แผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพ	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. วัตถุของแว่นขยายควรมีลักษณะอย่างไรและจะต้องอยู่บริเวณใด

....

....

....

2. ภาพที่มองเห็นจากการใช้แว่นขยายมีลักษณะอย่างไร ผู้ใช้จะต้องมองภาพอย่างไร

....

....

....

3. วัตถุของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควรมีลักษณะอย่างไรและจะต้องอยู่บริเวณใดของเลนส์นูน

....

....

4. ภาพที่มองเห็นจากเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะมีลักษณะอย่างไรและเป็นภาพชนิดใด

....

....

5. นักเรียนจะสรุปหลักการทำงานของแว่นขยายและเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะได้อย่างไร

....

....

....

....

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

....

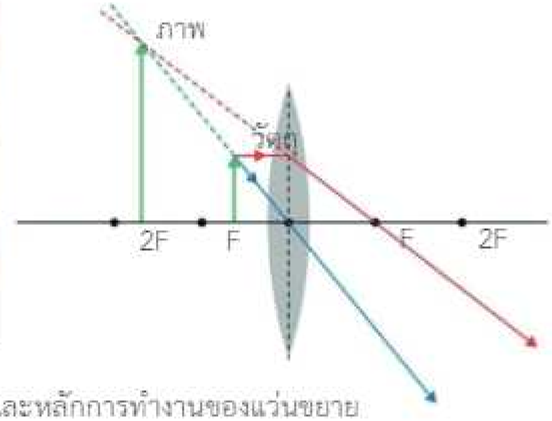
....

....

ใบความรู้ที่ 3 การทำงานของทัศนอุปกรณ์

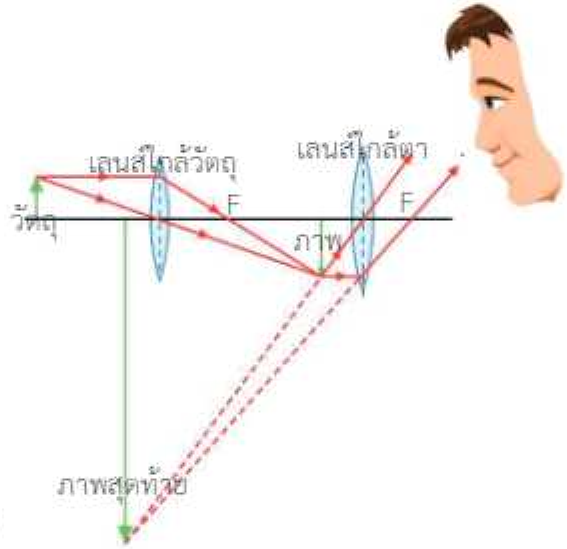
ทัศนอุปกรณ์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการมองเห็นวัตถุ ซึ่งอาจจะทำจากเลนส์หรือกระจกเงาโค้ง 1 ชิ้น หรือมากกว่าก็ได้ หรืออาจจะใช้กระจกเงาราบเพื่อใช้ในการสะท้อนเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ของแสง ตัวอย่างเช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ กล้องถ่ายรูป เป็นต้น

แว่นขยายนำมาใช้ขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าวัตถุจริง การใช้แว่นขยายต้องวางวัตถุไว้ใกล้กว่าความยาวโฟกัสเพื่อทำให้เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ โดยการมองเห็นภาพต้องมองเข้าไปในเลนส์ ดังภาพที่ 1



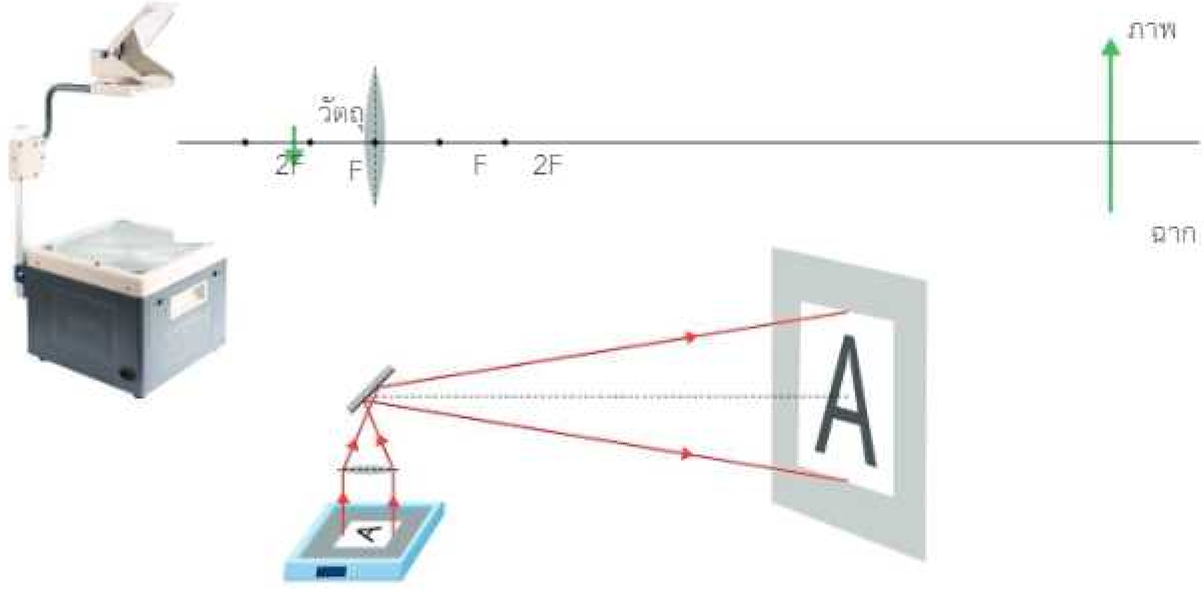
ภาพที่ 1 แว่นขยายและหลักการทำงานของแว่นขยาย

กล้องจุลทรรศน์เป็นทัศนอุปกรณ์ที่ใช้ในการขยายภาพของวัตถุที่มีขนาดเล็กมาก ๆ เช่น เซลล์ ให้มีขนาดขยายเป็นสิบหรือร้อยหรือพันเท่า และภาพสุดท้ายจะต้องเป็นภาพเสมือนที่ขยายอีกครั้งหนึ่งที่อยู่ห่างจากตาประมาณ 25 cm จึงต้องใช้เลนส์นูนอย่างน้อยสองตัว เลนส์อันแรกเป็นเลนส์ใกล้วัตถุทำหน้าที่ทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ และเลนส์อันที่สองเป็นเลนส์ใกล้ตาทำหน้าที่ขยายภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุให้เป็นภาพเสมือนหัวกลับขนาดขยาย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กล้องจุลทรรศน์และห

เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะนำมาใช้ขยายภาพให้เกิดบนจอภาพ มีชื่อเรียกต่างกันแล้วแต่การใช้ประโยชน์ เช่น เครื่องฉายแผ่นใส เครื่องฉายภาพยนต์ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายทึบแสง เป็นต้น หลักการทำงานแสดงดังภาพที่ 3 เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะใช้เลนส์นูนทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ วัตถุจะต้องอยู่ระหว่างจุด F และจุด 2F โดยเข้าใกล้ไปทางจุด F การใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะจึงต้องวางวัตถุกลับหัว เพื่อให้เกิดภาพจริงหัวตั้งซึ่งคือภาพหัวกลับเมื่อเทียบกับวัตถุปรากฏบนจอภาพที่ระยะไกล



ภาพที่ 3 เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะและหลักการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

กล้องถ่ายรูปนำมาใช้ย่อภาพของวัตถุให้เล็กลงมาก ๆ ลงบนฉากที่อาจจะเป็นฟิล์มหรือเซนเซอร์รับแสงในกล้อง ดังภาพที่ 4 กล้องถ่ายรูปจึงใช้เลนส์นูนทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับขนาดเล็กกว่าวัตถุ วัตถุจะต้องอยู่ไกลและเกิดภาพอยู่ระหว่างจุด F และจุด 2F โดยเข้าใกล้ไปทางจุด F

ภาพที่ 4 กล้องถ่ายรูปและหลักการทำงานของกล้องถ่ายรูป

ใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดเรื่อง ตาและทัศนอุปกรณ์

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าเรามองเห็นวัตถุที่อยู่ไกล ๆ ไม่ชัด จักษุแพทย์จะแนะนำการแก้ไขสายตาของเราให้เป็นปกติอย่างไร

....

....

....

....

2. คุณอาพบปัญหาว่ามองเห็นวัตถุที่อยู่ไกล ๆ ไม่ชัด ขณะเดียวกันต้องอ่านหนังสือโดยวางหนังสืออยู่ห่างจากตาเป็นระยะมากกว่า 30 เซนติเมตร จึงจะมองเห็นตัวหนังสือได้ชัด นักเรียนคิดว่า สายตาของคุณอามีความบกพร่องอย่างไร

....

....

....

....

....

....

3. เด็กชายแดงวางวัตถุไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างจุดโฟกัสและเลนส์ของแว่นขยาย ให้เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแล้ววัดความสูงของวัตถุและภาพเพื่อดูว่าภาพจะขยายกี่เท่าของวัตถุเมื่อมองวัตถุด้วยตาเปล่า

....

....

4. เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะที่ทำจากเลนส์นูนเครื่องหนึ่งต้องวางวัตถุไว้ที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางระหว่างจุด F และจุด 2F ให้เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงพร้อมวัดขนาดภาพและขนาดวัตถุเพื่อดูว่าภาพจะขยายกี่เท่าของวัตถุ

....

....

ใบงาน

เรื่อง ความสว่าง

ใบกิจกรรมที่ 1 วัดความสว่างของแสงได้อย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. วัดความสว่างของแสงโดยใช้อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง

วัสดุและอุปกรณ์

1. ลักซ์มิเตอร์หรือแอปพลิเคชันวัดความสว่างในสมาร์ตโฟน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้วัดความสว่าง หน่วยของความสว่างและแอพพลิเคชันที่ใช้วัดความสว่าง บันทึกผลลงในใบงานที่ 1
2. สำรวจและวัดความสว่างที่ตำแหน่งหรือสถานที่ต่าง ๆ ภายในโรงเรียนโดยใช้ลักซ์มิเตอร์หรือแอปพลิเคชันวัดความสว่างในสมาร์ตโฟน บันทึกผลลงในใบงานที่ 1

ใบงานที่ 1 วัดความสว่างของแสงได้อย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการสืบค้นและการสังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตารางที่ 1 แสดงผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความสว่าง

ข้อมูล	ผลการสืบค้น
เครื่องมือที่ใช้วัดความสว่าง	
หน่วยของความสว่าง	
แอพพลิเคชันที่ใช้วัดความสว่าง	
วิธีการวัดค่าความสว่าง	

ตัวอย่างแอพพลิเคชัน

ตารางที่ 2 แสดงผลการวัดค่าความสว่างของสถานที่ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน

รายละเอียดของสถานที่ต่าง ๆ ในโรงเรียน	ความสว่างที่วัดได้ (ลักซ์)
ห้องเรียน	
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	
ห้องสมุด	
ช่องทางเดินภายในอาคาร	

รายละเอียดของสถานที่ต่าง ๆ ในโรงเรียน	ความสว่างที่วัดได้ (ลักซ์)
โรงอาหาร	
ห้องสุขา	

คำถามหลังจากทำกิจกรรม

1. ค่าความสว่างมีหน่วยเป็นอะไร เครื่องมือวัดความสว่างเรียกว่าอะไร และมีเครื่องมือวัดความสว่างที่เป็นแอพพลิเคชันอะไรบ้าง

....

....

....

....

2. นักเรียนจะมีวิธีการวัดค่าความสว่างอย่างไร

....

....

....

3. นักเรียนจะสรุปกิจกรรมนี้ได้ว่าอย่างไร

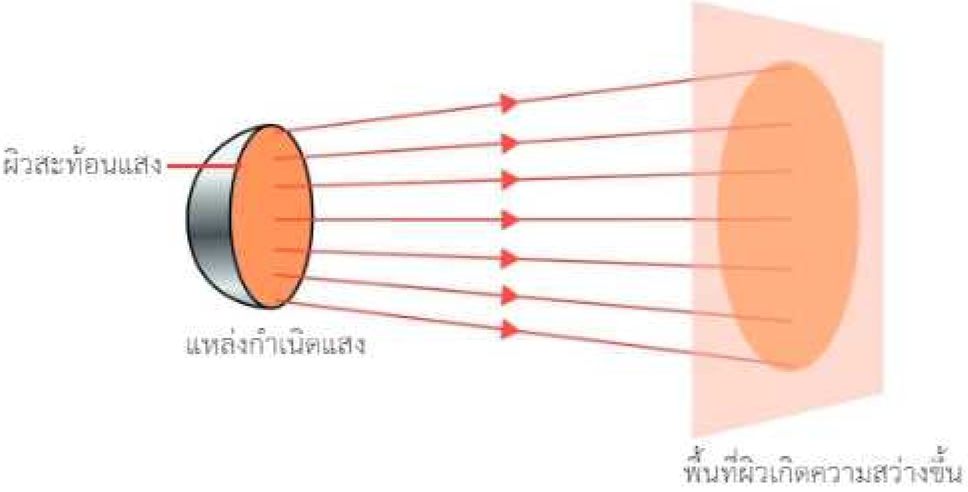
ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

ใบความรู้ที่ 1 ความสว่างของแสง

ในการพิจารณาค่าความสว่างบนพื้นผิวหนึ่ง ๆ นักวิทยาศาสตร์พิจารณาจากปริมาณพลังงานแสงที่ตกกระทบบนพื้นต่อหน่วยเวลา (มีหน่วยเป็นลูเมน) ต่อหน่วยพื้นที่ ความสว่างจึงมีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m^2) หรือเรียกว่า ลักซ์ (lux) ใช้สัญลักษณ์ในหน่วย SI เป็น lx ตัวอย่างเช่น หลอดไฟฟ้าที่มีตัวสะท้อนแสงทั้งหมดไปลงบนพื้นที่หนึ่ง ก็จะทำให้เกิดความสว่างบนพื้นผิวนั้น โดยความสว่างบนพื้นผิวหนึ่งจะมากหรือน้อยจึงขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่ต่อหน่วยเวลา ต่อหน่วยพื้นที่ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แหล่งกำเนิดแสงมีตัวสะท้อนแสงลงบนพื้นและทำให้เกิดความสว่างบนพื้น

โดยทั่วไป แสงออกจากแหล่งกำเนิดแสงเป็นรูปทรงกลมทุกทิศทาง เช่น แสงจากดวงอาทิตย์ออกจากผิวดวงอาทิตย์เป็นรูปทรงกลมในทุกทิศทาง ถ้าพิจารณาเฉพาะแสงจากดวงอาทิตย์ตกลงบนผิวโลกจะทำให้เกิดความสว่างบนผิวโลกโดยเฉลี่ยประมาณ 10,752 ลักซ์ อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมและสภาพของวันทำให้ความสว่างแตกต่างกันตามตาราง

ตาราง แสดงค่าความสว่างในสภาพของวัน

สภาพของวัน	ความสว่าง (ลักซ์)
กลางวันโดยทั่วไป (แสงแดดรวมกับแสงสะท้อนจากรอบ ๆ)	10,752
วันที่ฟ้าครึ้มเมฆเต็มฟ้า	1,075
หัวค่ำ	10.8
คืนพระจันทร์เต็มดวง	0.18
คืนที่มีแต่แสงดาว	0.001
คืนที่เมฆเต็มฟ้ามืด	0.0001

จากตารางจะพบว่า แสงจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดความสว่างบนผิวโลกได้มากมาย พื้นที่ที่อยู่กลางแดดจ้าจะมีความสว่างมาก แต่ถ้าเป็นวันที่มีเมฆบดบังแสงจากดวงอาทิตย์ เมฆก็ยังสะท้อนแสงลงมาให้เกิดความสว่างได้ ช่วงหัวค่ำแสงจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านมาบริเวณที่เราอยู่ทำมุมกับพื้นดินมาก ปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นดินหรือวัตถุต่าง ๆ ลดลง ความสว่างก็ลดลงตาม ส่วนในเวลากลางคืน วันที่พระจันทร์เต็มดวง แสงจากดวงอาทิตย์สะท้อนผิวดวงจันทร์มายังโลกในพื้นที่ที่เราสังเกตจะมีปริมาณไม่มาก ค่าความสว่างจึงต่ำ และวันที่มีแต่แสงดาวก็สว่างน้อยมากเนื่องจากดวงดาวทั้งหลายอยู่ห่างไกลจากโลกมาก

ใบกิจกรรมที่ 2 ความสว่างที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อดวงตา
2. วิเคราะห์และเสนอแนะการจัดความสว่างให้เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

วัสดุและอุปกรณ์

-ไม่มี-

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นกับดวงตาถ้ามองวัตถุหรือพื้นที่ที่มีความสว่างไม่เหมาะสม บันทึกผลลงในตาราง 1 ของใบงานที่ 2
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความสว่างที่เหมาะสมกับการทำกิจกรรมหรือสถานที่ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน บันทึกผลลงในตารางที่ 2 ของใบงานที่ 2
3. เปรียบเทียบความสว่างที่วัดได้จากตำแหน่งหรือสถานที่ต่างๆ ภายในโรงเรียนจากผลการทำกิจกรรมที่ 1 กับข้อมูลที่สืบค้นได้
4. วิเคราะห์และเสนอแนะการจัดความสว่างให้เหมาะสมในการทำกิจกรรมหรือสถานที่ต่าง ๆ **ภายในโรงเรียน** บันทึกผลลงในตารางที่ 3 ของใบงานที่ 2

ใบงานที่ 2 ความสว่างที่เหมาะสมต่อดวงตาควรมีค่าอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....
....
....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....
....
....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการสืบค้นและการสังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตารางที่ 1 แสดงผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นกับดวงตาเมื่อมองวัตถุหรือพื้นที่มีความสว่างไม่เหมาะสม

ลักษณะของวัตถุ/พื้นที่	ผลที่เกิดขึ้นกับดวงตา
ความสว่างน้อยเกินไป	
ความสว่างมากเกินไป	

ตารางที่ 2 แสดงผลการสืบค้นค่าความสว่างที่เหมาะสมของสถานที่ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน

สถานที่ต่าง ๆ	ค่าความสว่างที่เหมาะสม (ลักซ์)
ห้องเรียน	
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	
ห้องสมุด	
ช่องทางเดินภายในอาคาร	
ห้องสุขา	
โรงอาหาร	

ตารางที่ 3 แสดงข้อเสนอแนะในการจัดการความสว่างของสถานที่ต่าง ๆ ให้เหมาะสม

สถานที่	ข้อเสนอแนะในการจัดการความสว่างของสถานที่ต่าง ๆ ให้เหมาะสม
ห้องเรียน	
ห้องปฏิบัติการ	
ห้องสมุด	
ทางเดินในอาคาร	
ห้องสุขา	

คำถามหลังจากทำกิจกรรม

1. ถ้าจ้องมองวัตถุหรือพื้นที่ที่มีความสว่างน้อยเกินไป นักเรียนจะสรุปผลที่เกิดขึ้นกับดวงตาได้อย่างไรบ้าง

....

....

....

....

2. ถ้าจ้องมองวัตถุหรือพื้นที่ที่มีความสว่างมากเกินไป นักเรียนจะสรุปผลที่เกิดขึ้นกับดวงตาได้อย่างไรบ้าง

....

....

....

....

3. จากผลการวัดค่าความสว่างของพื้นที่ในโรงเรียน ค่าความสว่างของพื้นที่ใดบ้างที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าความสว่างมาตรฐาน

....

....

....

....

4. นักเรียนจะสรุปข้อเสนอแนะในการจัดความสว่างของสถานที่ต่าง ๆ ให้เหมาะสมได้ว่าอย่างไรบ้าง

....

....

....

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

....

....

....

ใบความรู้ที่ 2 ผลของความสว่างที่ไม่เหมาะสมต่อดวงตา

ในการดำรงชีวิตหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ดวงตาของเราต้องการความสว่างที่เหมาะสมในการทำงาน ช่วยให้เห็นรายละเอียดของสิ่งที่มองได้อย่างชัดเจน ไม่เกิดความเมื่อยล้าหรือปวดตา สำหรับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ค่าความสว่างที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของกิจกรรมที่ทำด้วย ถ้ากิจกรรมเหล่านั้นต้องมองเห็นถึงลักษณะของพื้นผิวที่ละเอียดก็จะต้องใช้แสงมากขึ้นหรือต้องการความสว่างมากขึ้น ดังตัวอย่างในตาราง

ตาราง แสดงค่าความสว่างที่เหมาะสมสำหรับการทำกิจกรรมต่าง ๆ

กิจกรรม/สถานที่	ค่าความสว่างที่เหมาะสม (ลักซ์)
การทำกิจกรรมในสถานที่สาธารณะที่มีสภาพแวดล้อมที่มืด	20 - 50
การทำงานบริเวณที่ต้องใช้สายตาเพ่งเป็นบางช่วง	100 - 150
การทำงานสำนักงานเล็ก ๆ	250
การใช้งานสำนักงานทั่วไป ห้องสมุด โชว์รูม ห้องปฏิบัติการ	500
การทำงานในโรงซ่อมเครื่องกลทั่วไป ห้องเขียนแบบทั่วไป	1,000
การทำงานโรงซ่อมเครื่องกลที่ใช้ความละเอียด ห้องเขียนแบบละเอียด	1,500 - 2,000
การทำงานที่ใช้การมองวัตถุที่มีขนาดเล็กและสีไม่แตกต่างกันมากเป็นเวลานาน	2,000 – 5,000
การทำงานที่ต้องใช้สายตาเป็นเวลานานและต้องการความแม่นยำ	5,000 – 10,000
การทำงานในสภาพที่ต้องใช้สายตาอย่างมากเป็นพิเศษ ขนาดเล็กมากและความแตกต่างของสีน้อย	10,000 – 20,000

ปัญหาและอันตรายที่เกิดจากแสงสว่างและผลกระทบต่อผู้ทำงาน จำแนกได้ 3 ลักษณะ คือ

1. การมองวัตถุหรือพื้นที่ที่มีความสว่างที่น้อยเกินไป จะมีผลเสียต่อตา ทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานหนักในการบังคับให้ม่านตาเปิดกว้างเพื่อให้เห็นรายละเอียดของสิ่งที่เรามองโดยการให้แสงจากวัตถุเคลื่อนที่เข้าตาได้มากขึ้น ทำให้ต้องเพ่งตา เกิดอาการปวดตา มึนศีรษะ ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง การหยิบจับใช้เครื่องมือเครื่องจักรผิดพลาด หรือไปสัมผัสส่วนที่เป็นอันตราย เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

2. การมองวัตถุหรือพื้นที่ที่มีความสว่างที่มากเกินไป จะทำให้ผู้ทำงานเกิดความไม่สบาย เมื่อยล้า ปวดแสบตา มึนศีรษะ วิงเวียน และในการทำงานในพื้นที่ลักษณะนี้อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

3. การมองแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง หรือเรียกว่า Direct glare หรือแสงที่สะท้อนจากกระจกเงาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง (Reflected glare) จะเป็นอันตรายเพราะแหล่งกำเนิดแสงมีอัตราการให้พลังงานแสง

สูงมากเช่น ดวงอาทิตย์ หรือสปอร์ตไลท์ อาจจะทำให้ตาบอดภายในไม่กี่วินาที ถ้าเป็นแหล่งกำเนิดแสงแบบอื่น เช่น โทรทัศน์ จอคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ปล่อยพลังงานแสงออกมาระดับหนึ่งจะต้องระวังในการมองดูเช่นกัน โดยเฉพาะเวลากลางคืนที่ม่านตาซึ่งมีกลไกอัตโนมัติที่จะขยายเต็มที่เพื่อรับแสงทำให้มองเห็นวัตถุต่าง ๆ การใช้โทรศัพท์มือถือในที่มืดเป็นเวลานานจึงทำให้เกิดอันตรายต่อดวงตาได้

ใบงานที่ 3 การสื่อสารเกี่ยวกับความสว่าง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนใช้ผลการบันทึกกิจกรรมและข้อสรุปจากกิจกรรมที่ 2 มาจัดทำเป็นเอกสารเพื่อสื่อสารดังนี้

- ผลของความสว่างที่ไม่เหมาะสมต่อดวงตา
- ความไม่เหมาะสมของความสว่างในสถานที่ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน
- แนวทางในการจัดความสว่างที่เหมาะสม

ให้แก่กลุ่มเป้าหมายได้เข้าใจและเห็นความสำคัญที่กลุ่มสนใจ โดยเลือกรูปแบบและวิธีการนำเสนอที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

บันทึกรายละเอียดดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมายคือ

....

....

....

2. รูปแบบและวิธีการนำเสนอคือ

....

....

....

....

....

....

....

....

....

3. สิ่งที่จะนำเสนอ

ใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดเรื่อง ความสว่าง

ตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ค่าความสว่างเฉลี่ยนอกห้องเรียนเนื่องจากแสงจากดวงอาทิตย์มีค่ามากกว่าความสว่างสำหรับอ่านหนังสือในห้องเรียนโดยเฉลี่ยกี่เท่า เมื่อกำหนดให้ความสว่างช่วงกลางวันที่แสงจากดวงอาทิตย์รวมกับแสงสะท้อนประมาณ 10,000 ลักซ์ และความสว่างที่เหมาะสมสำหรับการอ่านหนังสือโดยเฉลี่ยประมาณ 500 ลักซ์

....

....

....

2. ช่างเชื่อมเหล็กจะต้องเผชิญสถานการณ์ที่ต้องได้รับแสงปริมาณมาก ๆ ที่เข้าตาโดยตรงในการทำงาน ช่างเชื่อมเหล็กควรจะป้องกันตนเองอย่างไร

....

....

3. ถ้าอยู่ในห้องที่มืดเป็นเวลานาน ๆ แล้วเปิดไฟให้สว่างจ้าทันที เราจะรู้สึกแสบตาเป็นเพราะอะไร

....

....

....

4. การเข้าไปใช้บริการของสถานบันเทิงที่มีการเปิดไฟกระพริบบ่อย ๆ ส่งผลเสียต่อดวงตาของผู้ที่เข้าไปใช้บริการอย่างไร

....

....

....

5. นักเรียนมีวิธีจัดความสว่างของพื้นที่หรือวัตถุต่าง ๆ ให้เหมาะสมได้อย่างไรบ้าง

....

....

....

....

....

....

ใบงาน

เรื่อง การประยุกต์ใช้

ใบกิจกรรมที่ 1 มาสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเองกันเถอะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ออกแบบและสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่าย
2. อธิบายหลักการทำงานของโพรเจกเตอร์อย่างง่าย

วัสดุและอุปกรณ์

1.	เลนส์นูนหรือแว่นขยาย	1 อัน
2.	กล่องกระดาษ	1 กล่อง
3.	สมาร์ตโฟน	1 เครื่อง
4.	กรรไกร	1 อัน
5.	คัตเตอร์	1 อัน
6.	เทปกาว	1 ม้วน
7.	กระดาษ A3	1 แผ่น
8.	กระดาษขาว	1 แผ่น
9.	ปากกาสีหรือดินสอสี	1 ชุด
10.	วัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ออกแบบไว้	

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการสร้างและหลักการทำงานของโพรเจกเตอร์ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1
2. ออกแบบและสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายตามที่ออกแบบไว้ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1
3. ทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ แล้วสร้างแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขโพรเจกเตอร์ที่สร้างขึ้น บันทึกผลลงในใบงานที่ 1
4. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและประเมินผล บันทึกผลลงในใบงานที่ 1
5. ออกแบบโปสเตอร์เพื่อนำเสนอผลการออกแบบและสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่าย พร้อมทั้งอธิบายหลักการทำงานโพรเจกเตอร์ที่สร้างขึ้นเข้าผู้อื่นเข้าใจด้วยกระดาษขนาด A3 1 แผ่น

ใบงานที่ 1 มาสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายกันเถอะ

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ ....

....

....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนผลการสืบค้นและผลการออกแบบและสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่าย

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1. สรุปข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการสร้างและหลักการทำงานของโพรเจกเตอร์จากการสืบค้น อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. การออกแบบโพรเจกเตอร์อย่างง่าย โดยวาดภาพ

3. วิธีการสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่าย

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

4. ผลทดสอบโพรเจกเตอร์อย่างง่าย

☐ ผ่าน

☐ ไม่ผ่าน

ปัญหาที่พบคือ

....

....

แนวทางในการปรับปรุงแก้ไขโพรเจกเตอร์คือ

....

....

....

....

5. ผลการประเมินโพรเจกเตอร์อย่างง่าย

☐ ผ่าน

☐ ไม่ผ่าน

ปัญหาที่พบคือ

....

....

....

....

แนวทางในการปรับปรุงแก้ไขโพรเจกเตอร์ในอนาคตคือ

....

....

....

....

....

....

....

....

คำถามหลังจากทำกิจกรรม

1. โพรเจกเตอร์อย่างง่ายมีหลักการทำงานอย่างไร

....

....

....

....

2. โพรเจกเตอร์อย่างง่ายที่สร้างขึ้นต้องปรับปรุงแก้ไขอย่างไรบ้าง

....

....

....

....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

....

....

....

....

....

....

....

....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

....

....

....

....

....

....

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 2 แสง

คำชี้แจง

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องของคำถามต่อไปนี้

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผ่านพลังงานกลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยไม่อาศัยตัวกลาง

ข. รังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นมากจึงมีพลังงานสูง

ค. เราสามารถมองเห็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ในบางช่วงความถี่

ง. คลื่นวิทยุเป็นทั้งคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับรังสีอัลตราไวโอเลตหรือรังสี UV

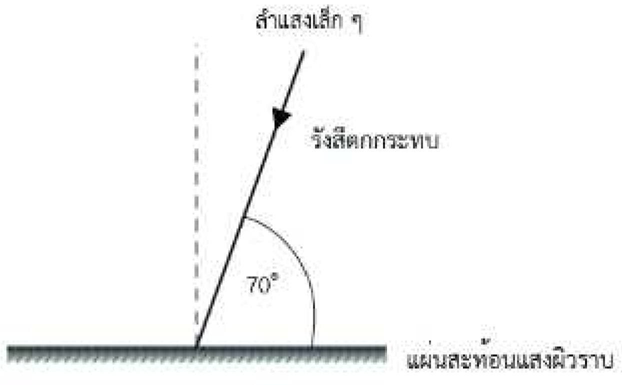
ก. มนุษย์สามารถมองเห็นรังสี UV ได้

ข. รังสี UV แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์เท่านั้น

ค. รังสี UV มีพลังงานน้อยมากจนไม่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์

ง. รังสี UV เป็นส่วนหนึ่งของสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

3. ฉายลำแสงเล็ก ๆ ให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ ดังภาพ ข้อความใดถูกต้อง



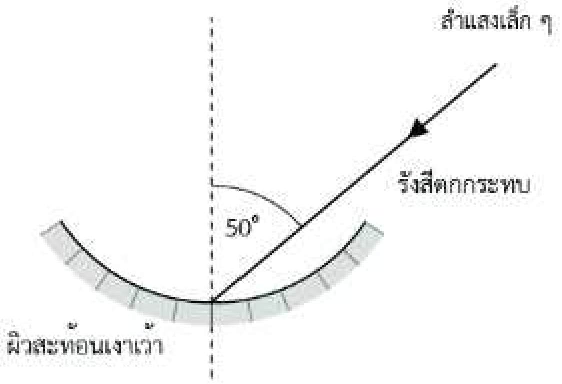
ก. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 20 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 20 องศา

ข. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 20 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 70 องศา

ค. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 70 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 20 องศา

ง. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 70 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 70 องศา

4. ฉายลำแสงเล็ก ๆ ให้ตกกระทบผิวสะท้อนเงาเว้า ดังภาพ ข้อความใดถูกต้อง



ก. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 40 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 40 องศา

ข. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 40 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 50 องศา

ค. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 50 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 40 องศา

ง. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 50 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 50 องศา

5. เมื่อนำกระจกเงาเว้าที่มีความยาวโฟกัสเท่ากับ 20 เซนติเมตร มาส่องดูใบหน้าของเราเอง โดยตอนแรกวางกระจกให้ห่างจากใบหน้า 60 เซนติเมตร แล้วเลื่อนกระจกเข้าหาใบหน้าอย่างช้า ๆ จนกระทั่งกระจกแนบชิดกับใบหน้า ลักษณะภาพใบหน้าของเรามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

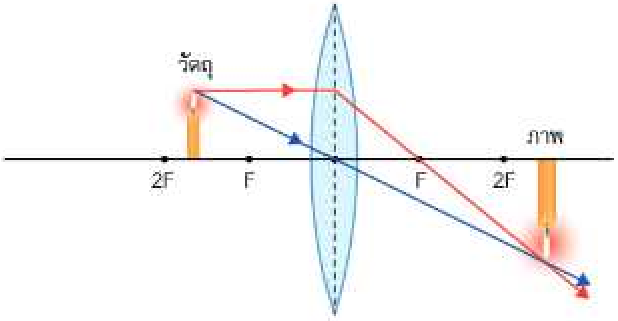
ก. เริ่มต้นเห็นภาพมีขนาดใหญ่หัวกลับ เมื่อเลื่อนกระจกเข้าใกล้ใบหน้าจะเห็นภาพมีขนาดเล็กลง

ข. เริ่มต้นเห็นภาพมีขนาดเล็กหัวกลับ เมื่อเลื่อนกระจกเข้าใกล้ใบหน้าจะเห็นภาพมีขนาดใหญ่ขึ้นหัวกลับ จากนั้นภาพจะเปลี่ยนเป็นภาพหัวตั้งขนาดใหญ่

ค. เริ่มต้นไม่เห็นภาพ แต่เมื่อเลื่อนกระจกจนถึงระยะ 20 เซนติเมตร จะเห็นภาพใบหน้า และเมื่อเลื่อนกระจกเข้าใกล้ใบหน้าจะเห็นภาพมีขนาดเล็กลง

ง. เริ่มต้นไม่เห็นภาพ แต่เมื่อเลื่อนกระจกจนถึงระยะ 20 เซนติเมตร จะเห็นภาพใบหน้า และเมื่อเลื่อนกระจกเข้าใกล้ใบหน้าจะเห็นภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น

6. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนทำให้เกิดภาพบนฉาก เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงได้ ดังภาพ



ถ้านำกระดาษทึบแสงสีดำปิดทับเลนส์นูนเป็นพื้นที่ครึ่งหนึ่งของเลนส์นูน ภาพที่เกิดขึ้นบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ก. ไม่เกิดภาพบนฉาก

ข. ภาพที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กลง

ค. ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพวัตถุเพียงครึ่งเดียว

ง. ภาพที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่าเดิม แต่มีความสว่างลดลง

7. นักเรียนคนหนึ่งวัดความสว่างของแสงในห้องเรียนได้ 250 ลักซ์ นักเรียนคนนี้ควรปรับปรุงความสว่างของห้องเรียนให้เหมาะสมกับการอ่านหนังสืออย่างไร กำหนดให้ความสว่างที่เหมาะสมกับห้องเรียนคือ 300-700 ลักซ์

ก. ทาผนังห้องเรียนให้มีสีเข้ม

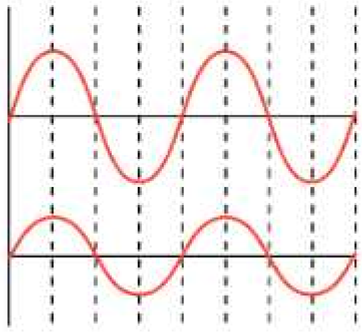
ข. ติดตั้งกระจกเงานูนขนาดเล็กไว้ตรงมุมห้อง

ค. เพิ่มกำลังของหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งในห้องเรียน

ง. ติดตั้งหลอดไฟฟ้าให้อยู่สูงจากโต๊ะเรียนมากขึ้น

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของคำถามต่อไปนี้

1. คลื่น ก และ ข เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นในเวลาที่เท่ากัน ดังภาพ



ความยาวคลื่น แอมพลิจูด และความถี่ของคลื่นทั้ง 2 ขบวน แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

....

....

....

....

....

....

....

....

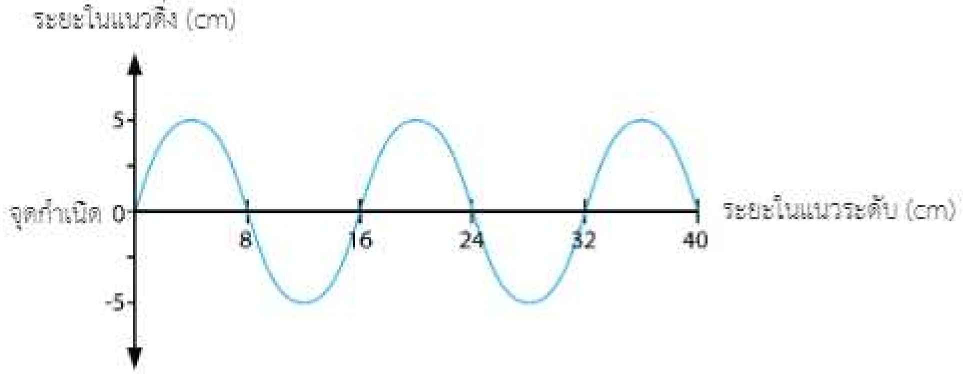
....

....

....

....

2. คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากจุดกำเนิดไปทางขวาในเวลา 2 วินาที ได้ระยะทาง 40 เซนติเมตร ดังภาพ



2.1 แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่าใด

2.2 ความยาวคลื่นมีค่าเท่าใด

2.3 ความถี่ของคลื่นมีค่าเท่าใด

....

....

....

....

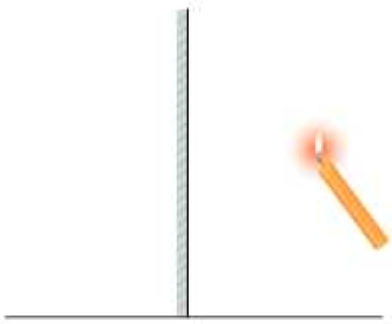
....

....

....

....

3. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะภาพที่เกิดขึ้นเมื่อวางเทียนไขไว้หน้ากระจกเงาราบ ดังภาพ



4. จากภาพ ให้เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงที่เด็กซึ่งอยู่ในน้ำมองเห็นแมวที่ยืนอยู่ริมขอบสระ เด็กที่อยู่ในน้ำจะสังเกตเห็นตำแหน่งของแมวเป็นอย่างไร

....

....

....

....

5. พิจารณาส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ ดังภาพ

ถ้าเปลี่ยนกระจกเงาเว้าเป็นกระจกเงาราบ ภาพที่สังเกตจากกล้องจุลทรรศน์จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

....

....

....

....

โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี