

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบ

GPAS 5 Steps ร่วมกับเทคนิค STAD

วิชา ฟิสิกส์ 3 (ว30203) เรื่องการหักเหของแสง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นางสาวบุษกร หวายเครือ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนทรายมูลวิทยา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาศรีสะเกษ ยโสธร

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบ GPAS 5 Steps ร่วมกับเทคนิค STAD วิชาฟิสิกส์ 3 (ว30203) เรื่องการหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30203 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทรายมูลวิทยา โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ จะเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการกลุ่ม การสืบค้นข้อมูล การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนจะได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ลงมือปฏิบัติจริง สามารถคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น นอกจากนี้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เห็นคุณค่าการเรียนรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยครูเป็นผู้แนะนำให้คำปรึกษา อำนวยความสะดวก ตลอดจนติดตามกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้เป็นไปตามผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ จะมีแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ซึ่งจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ แก้ไขปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอน นักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาและประเมินผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง หรือดูพัฒนาการของตนเอง และนำไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาและแก้ไขต่อไปได้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่อง การหักเหของแสง จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และพัฒนาให้นักเรียนให้มีทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจศึกษาต่อไป

บุษกร หวายเครือ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	1
สารบัญ	2
สารบัญภาพประกอบ	3
คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้	4
คำชี้แจงสำหรับครู	5
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู	6
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	7
ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	8
ผลการเรียนรู้	9
จุดประสงค์การเรียนรู้	9
แบบทดสอบก่อนเรียน	11
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การหักเหของแสง	18
ใบงานที่ 1 การหักเหของแสง	24
กิจกรรมที่ 1 การหักเหของแสง	25
กิจกรรมที่ 2 เรื่อง มุมวิกฤต	33
ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด	38
ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ความลึกจริง ความลึกปรากฏ	41
กิจกรรมชวนคิด	46
สรุปความรู้เป็นแผนผังความคิด	47
แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ ชุดที่ 1	48
แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ ชุดที่ 2	49
แบบทดสอบหลังเรียน	56
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	63
ตารางสรุปคะแนน	64
เฉลยคำตอบชุดกิจกรรม	65

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1 การหักเหของแสง	16
2 การสะท้อนและการหักเหของแสงที่ผิวแบ่งพลาสติก	17
3 ลักษณะการหักเหแสง	19
4 การเดินทางของแสงจากตัวกลางชนิดเดียวกัน	19
5 การเดินทางของแสงจากตัวกลางต่างชนิดกัน	20
6 การเดินทางของแสงจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก สู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย	20
7 การเดินทางของแสงจากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 ในแนวตั้งฉาก	20
8 การเกิดมุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด	40
9 การเดินทางของแสงจากแท่งพลาสติกครึ่งวงกลม ไปยัง อากาศ	40
10 การมองเห็นปลาอยู่ตื้นกว่าปลาตัวจริง	43
11 การมองเห็นภาพที่เกิดจากการหักเหที่ผิวเรียบ	44
12 ปลาในน้ำ	48
13 รุ้งกินน้ำ	48

คำชี้แจงเกี่ยวกับ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิด
ขั้นสูงเชิงระบบ GPAS 5 Steps ร่วมกับเทคนิค STAD วิชาฟิสิกส์ 3 เรื่อง
การหักเหของแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รหัสวิชา ว30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- ★ คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู
- ★ คำชี้แจงเพิ่มเติมสำหรับครู
- ★ คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
- ★ ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- ★ ผลการเรียนรู้/สาระสำคัญ/จุดประสงค์การเรียนรู้
- ★ แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
- ★ ใบความรู้
- ★ ใบงาน
- ★ ใบกิจกรรม
- ★ แบบฝึกหัดทบทวนความรู้
- ★ บรรณานุกรม
- ★ เฉลยแบบฝึกหัด
- ★ เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

3

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ ใช้เวลาในการเรียนรู้ 5 ชั่วโมง

คำชี้แจงสำหรับครู

แผนผังการจัดชั้นเรียน

ในการจัดชั้นเรียน เพื่อใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบ GPAS 5 Steps วิชาฟิสิกส์ 3 ร่วมกับเทคนิค STAD เรื่องการหักเหของแสง ที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรจัดที่นั่งดังต่อไปนี้

กระดาน

โต๊ะครู

กลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 3

กลุ่มที่ 4

กลุ่มที่ 5

กลุ่มที่ 6

มุมหนังสือ สื่อเพิ่มเติม

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรม การเรียนรู้สำหรับครู

- 
ขั้นที่ 1 ครูควรศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องการหักเหของแสง และอ่านเนื้อหาสาระอย่างละเอียด และทำความเข้าใจในกิจกรรมและเนื้อหาทุกชุดกิจกรรมก่อนการใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้
- 
ขั้นที่ 2 แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5 – 6 คน
- 
ขั้นที่ 3 ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และเน้นย้ำให้นักเรียนมีความซื่อสัตย์ ไม่เปิดดูเฉลยก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม
- 
ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมในทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 
ขั้นที่ 5 ครูคอยให้คำปรึกษา แนะนำ รวมถึงให้ความรู้เพิ่มเติม รวมถึงคอยสังเกตความตั้งใจ ความสนใจ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 
ขั้นที่ 6 ครูสามารถยืดหยุ่นเวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการหักเหของแสง ได้ตามความเหมาะสม
- 
ขั้นที่ 7 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินความก้าวหน้าในการเรียน

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรม การเรียนรู้สำหรับนักเรียน

- 
ขั้นที่ 1 อ่านคำแนะนำเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนให้เข้าใจก่อนลงมือใช้
- 
ขั้นที่ 2 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ โดยใช้เวลา 20 นาที เพื่อประเมินความรู้เดิม
- 
ขั้นที่ 3 ศึกษาเนื้อหาจากชุดกิจกรรม ใบความรู้ ลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างตั้งใจ และทำแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ สอบถามข้อมูล หาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต และแหล่งความรู้อื่นๆ
- 
ขั้นที่ 4 นำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม ตรวจสอบแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ตามเฉลย หากพบว่ายังไม่ถูกต้องให้นักเรียนกลับไปทบทวนความรู้อีกครั้งและนำมาแก้ไขอีกครั้งจนถูกต้อง
- 
ขั้นที่ 5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินความก้าวหน้าของตนเอง หากนักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้องไม่ถึงร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ให้ทำการซ่อมเสริมจากครูในข้อที่ไม่แน่ใจ แล้วลองทำใหม่อีกครั้งจนกว่าจะเข้าใจและสอบผ่านได้ จึงจะสามารถใช้ชุดกิจกรรมชุดต่อไปได้
- 
ขั้นที่ 6 ในการทำแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ ให้นักเรียนพยายามทำด้วยความตั้งใจและมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่เปิดดูเฉลยก่อน
- 
ขั้นที่ 7 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินความก้าวหน้าในการเรียน



• ผลการเรียนรู้

ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเห รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด ของแสง และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

•สาระสำคัญ

การหักเหของแสง (Refraction)เกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน เป็นผลทำให้ทิศทางของแสงเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งในขณะที่แสงเกิดการหักเห ก็จะมีการสะท้อนของแสงขึ้นพร้อมๆ กัน

กฎการหักเหของแสง

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเห อยู่ในระนาบเดียวกัน
2. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างค่า $\sin$ ของมุมตกกระทบ ในตัวกลางหนึ่ง กับค่า $\sin$ ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงที่เสมอ

• จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

- 1.1 อธิบายการหักเหของแสง ดรรชนีหักเห กฎของสเนลล์ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด ความลึกจริงและความลึกที่ปรากฏได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- 2.1 ทดลองเพื่อศึกษาการหักเหของแสง และมุมวิกฤตได้
- 2.2 คำนวณหามุมตกกระทบ มุมหักเห ความลึกจริงและความลึกที่ปรากฏได้
- 2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)

- 3.1 มีวินัย รับผิดชอบ
- 3.2 ความซื่อสัตย์ สุจริต
- 3.3 ใฝ่เรียนรู้
- 3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน

- **สาระการเรียนรู้**

- การหักเหของแสงและกฎของสเนลล์
- มุมวิกฤติและการสะท้อนกลับหมด
- ความลึกจริง ความลึกปรากฏ

แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การหักเหของแสง

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน (20 คะแนน)
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วกาเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในช่องกระดาษคำตอบที่ต้องการ

ตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
	A	B	C	D	E
0					

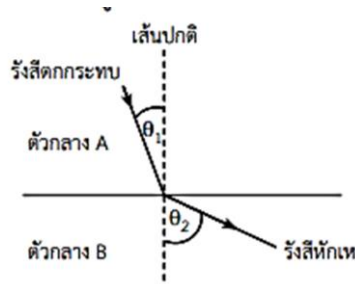
3. ถ้านักเรียนเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเส้นทับตัวเดิมแล้วเลือกคำตอบใหม่ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
	A	B	C	D	E
0					

4. ให้นักเรียนเริ่มทำข้อสอบเมื่อครูผู้คุมสอบอนุญาตเท่านั้น
5. เมื่อมีข้อสงสัยใด ๆ เกี่ยวกับข้อสอบให้นักเรียนถามครูผู้คุมสอบเท่านั้น
6. เวลาในการทำข้อสอบ 20 นาที

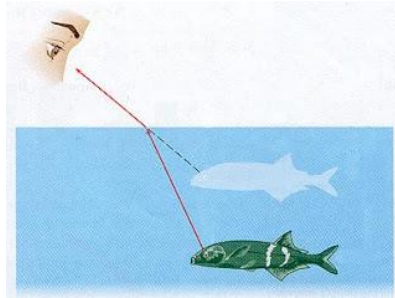
1. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่ง ไปยังอีกตัวกลางหนึ่งทำให้แนวการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยนไปจากเดิม เรียกปรากฏนี้ว่าอะไร
 - ก. การสะท้อนของแสง
 - ข. การเบี่ยงเบนของแสง
 - ค. การเลี้ยวเบนของแสง
 - ง. การหักเหของแสง
 2. ถ้าเปลี่ยนทางเดินแสงจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริง
 - ก. เปลี่ยนความเร็วและความยาวคลื่น
 - ข. แสงเปลี่ยนความเร็วและความถี่
 - ค. เปลี่ยนเฉพาะความถี่อย่างเดียว
 - ง. เปลี่ยนความยาวคลื่นและความถี่
 3. เรามองเห็นดินสอหักงอในแก้วที่มีน้ำ เราสรุปได้ว่าอย่างไร
 - ก. น้ำหนาแน่นกว่าอากาศ
 - ข. น้ำเป็นตัวกลางโปร่งใส
 - ค. ทางเดินของแสงหักเหได้
 - ง. แสงเดินทางผ่านตัวกลางได้มากชนิด
 4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้
 - (1) อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบกับค่าไซน์ของมุมหักเหมีค่าคงตัว เรียกว่ากฎของสเนลล์
 - (2) ดรรชนีหักเหของตัวกลางต่างชนิดกันมีค่าเท่ากันเสมอ
 - (3) ดรรชนีหักเหของตัวกลางจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราของแสงในตัวกลางนั้นๆ
 ข้อความใดบ้างที่กล่าวถูกต้อง
 - ก. (1) และ (2)
 - ข. (2) และ (3)
 - ค. (1) และ (3)
 - ง. (1), (2) และ (3)
 5. การหักเหของแสงปริมาณใดไม่เปลี่ยนแปลง
 - ก. พลังงาน
 - ข. ความถี่
 - ค. ความยาวคลื่น
 - ง. ความเร็ว
 6. เมื่อแสงเดินทางจากน้ำไปสู่อากาศข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. มุมตกกระทบเท่ากับมุมหักเห
 - ข. ความเร็วของแสงในน้ำมากกว่าในอากาศ
 - ค. มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ
 - ง. แสงหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก
 7. ในการทดลองการหักเหของแสง ถ้ารังสีตกกระทบทำมุม 0° กับเส้นปกติรังสีหักเหจะทำมุมกับเส้นปกติกี่องศา
 - ก. 0
 - ข. 45
 - ค. 90
 - ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ
 8. แสงเคลื่อนที่ผ่านของเหลวชนิดหนึ่งด้วยอัตราเร็ว $2.30 \times 10^8 \text{ m/s}$ อยากทราบว่าของเหลวนี้มีค่าดรรชนีหักเหเท่าใด
 - ก. 1.25
 - ข. 1.30
 - ค. 1.33
 - ง. 1.50

9. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. ตัวกลาง A มีความหนาแน่นมากกว่าตัวกลาง B
 ข. ตัวกลาง A มีความหนาแน่นน้อยกว่า ตัวกลาง B
 ค. ตัวกลาง A เป็นอากาศ ตัวกลาง B เป็นของเหลว
 ง. ข้อ ก. และ ค.
10. แสงเดินทางในแก้วดรรชนีหักเห 1.5 ด้วยอัตราเร็วเท่าไร
 ก. 2×10^8 เมตรต่อวินาที
 ข. 2.5×10^8 เมตรต่อวินาที
 ค. 3×10^8 เมตรต่อวินาที
 ง. 3.5×10^8 เมตรต่อวินาที
11. เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านปริซึมจะแยกออกเป็นแสงสีต่าง ๆ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นเพราะเหตุใด
 ก. การเลี้ยวเบนของแสง
 ข. การแทรกสอดของแสง
 ค. การสะท้อนของแสง
 ง. การหักเหของแสง
12. ความเร็วของแสงในน้ำที่มีดรรชนีหักเหเป็น $4/3$ มีค่าตรงกับข้อใด
 ก. 2.25×10^8 m/s
 ข. 2.5×10^8 m/s
 ค. 3.0×10^8 m/s
 ง. 4.0×10^8 m/s
13. แสงเดินทางจากวัตถุ A ที่มีดรรชนีหักเห 1.4 ไปยังอากาศ ด้วยมุมตกกระทบ 30 องศา มุมหักเหในอากาศมีค่าเท่าใด กำหนดให้ดรรชนีหักเหของอากาศเป็น 1.0
 ก. $\sin^{-1}(0.7)$
 ข. $\sin^{-1}(0.5)$
 ค. $\sin^{-1}(0.3)$
 ง. $\sin^{-1}(0.1)$
14. การมองเห็นปลาอยู่ลึกกว่าที่เป็นจริง เป็นสมบัติใดของแสง
 ก. การสะท้อน
 ข. การหักเห
 ค. การเลี้ยวเบน
 ง. การแทรกสอด
15. ถ้าเรามองไปยังบ่อปลา ปลาที่เห็นกับปลาจริงอยู่ตำแหน่งใด
 ก. ปลาที่เห็นจะอยู่ตื้นกว่าปลาจริง
 ข. ปลาที่เห็นจะอยู่ลึกกว่าปลาจริง
 ค. ปลาที่เห็นและปลาจริงอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน
 ง. ปลาจริงจะอยู่ที่ระดับเดียวกันแต่เอียงไปทางขวา

16. จากภาพข้อใดสรุปถูกต้อง



- ก. แสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างกัน
- ข. แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย
- ค. แสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก
- ง. แสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากและผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย

17. สาเหตุที่ทำให้เรามองเห็นวัตถุต่าง ๆ ได้คืออะไร

- ก. แสงสะท้อนเข้าสู่นัยน์ตา
 - ข. แสงสะท้อนออกจากนัยน์ตา
 - ค. แสงทะลุผ่านวัตถุเข้าสู่นัยน์ตา
 - ง. แสงจากวัตถุทะลุผ่านนัยน์ตา
18. นำเหรียญใส่ไว้ก้นถังห่างจากตา 60 เซนติเมตร ถ้าเทน้ำลงไปในถังให้สูง 20 เซนติเมตร จะมองเห็นเหรียญใกล้หรือไกลออกไปเท่าไร ถ้าดัชนีชี้ของแสงเท่ากับ 1

- ก. มองเห็นเหรียญไกลออกไป 15 cm
 - ข. มองเห็นเหรียญใกล้ 15 cm
 - ค. มองเห็นเหรียญไกลออกไป 25 cm
 - ง. มองเห็นเหรียญใกล้ 25 cm
19. มุมวิกฤต (θ_c) คือข้อใดต่อไปนี้
- ก. มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหเป็นมุม 90°
 - ข. มุมหักเหซึ่งมีขนาดเป็น 90°
 - ค. มุมตกกระทบที่มีขนาดเป็น 90°
 - ง. มุมที่เบี่ยงเบนไปจากแนวเดิมในการหักเห

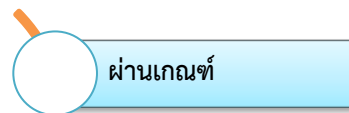
20. ปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดจะเกิดเมื่อใด

- ก. มุมตกกระทบตัวกลางมีขนาดใหญ่กว่ามุมวิกฤต
- ข. มุมตกกระทบตัวกลางมีขนาดใหญ่กว่ามุมหักเห
- ค. มุมตกกระทบตัวกลางมีขนาดเป็น 90°
- ง. มุมตกกระทบตัวกลางมีขนาดเท่ากับมุมหักเห

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง การหักเหของแสง

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ	ก	ข	ค	ง
	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

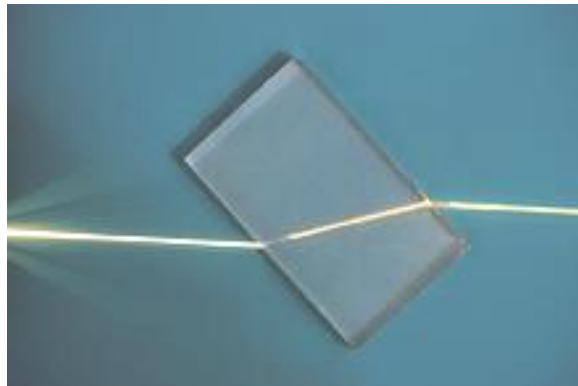


ชั่วโมงที่ 1

ใบความรู้ที่ 1

การหักเหของแสง

การหักเหของแสง(Refraction) เป็นปรากฏการณ์การที่แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งโดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ที่แตกต่างจากทิศทางการเคลื่อนที่เดิม หรือเกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน โดยการหักเหของแสงจะเกิดขึ้นที่บริเวณรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้ง 2 ชนิด การเปลี่ยนเส้นทางดังกล่าวอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วของคลื่นหรือจากการเปลี่ยนแปลงในตัวกลาง



ภาพที่ 1 การหักเหแสง

ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Refraction> สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2567

ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางใดๆ เราสามารถหาค่าดัชนีหักเหได้จากอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้นๆ ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางใดๆ} = \frac{\text{อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ}}{\text{อัตราเร็วของแสงในตัวกลางใดๆ}}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

เมื่อ n เป็นดัชนีหักเหของตัวกลางใดๆ

c เป็นอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ (3×10^8 m/s)

v เป็นอัตราเร็วของแสงตัวกลางใดๆ (m/s)

ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับตัวกลางที่ 1 จะเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{c/v_2}{c/v_1}$$

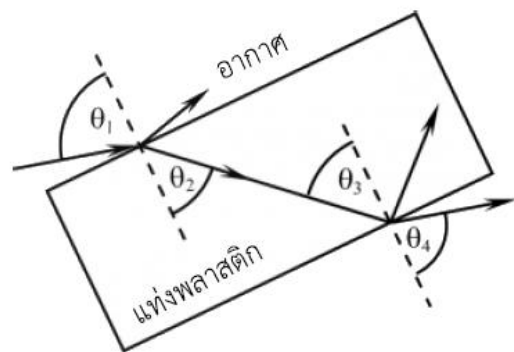
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \dots\dots\dots(1)$$

อัตราส่วน $\frac{n_2}{n_1}$ เรียกว่า ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 1

ตัวกลาง	ดัชนีหักเห	อัตราเร็วแสง (m/s)
อากาศ	1.00	3.00×10^8
น้ำ	1.33	2.23×10^8
แอลกอฮอล์	1.36	2.21×10^8
แก้ว	1.50	2.00×10^8

กฎของสเนลล์กับการหักเหของแสง

การหักเหของแสง (refraction of light) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งแสงจะมีการหักเห และการหักเหจะเกิดขึ้นเฉพาะผิวรอยต่อของตัวกลางเท่านั้น



ภาพที่ 2 การสะท้อนและการหักเหของแสงที่ผิวแท่งพลาสติก

ที่มา : <http://physics.ipst.ac.th/?p=1377> สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2567

จากภาพที่ 4 เมื่อให้ลำแสงตกกระทบบนผิวแบ่งพลาสติก จะมีลำแสงส่วนหนึ่งสะท้อนออกจากผิวแบ่งพลาสติก และอีกส่วนหนึ่งเข้าไปในพลาสติก โดยมีแนวของลำแสงเปลี่ยนไปจากแนวของลำแสงตกกระทบบ เรียกว่าปรากฏการณ์นี้ว่า **การหักเหของแสง (refraction of light)**

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่ 1 ซึ่งมีดัชนีหักเห n_1 ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางโดยทำมุมตกกระทบบน θ_1 แล้วเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลาง เข้าสู่ตัวกลางที่ 2 ซึ่งมีดัชนีหักเห n_2 โดยทำมุมหักเห θ_2 สามารถเขียนเป็นกฎของสเนลล์ได้ว่า

$$\text{อัตราส่วน } \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \text{ มีค่าคงตัว}$$

ถ้าอัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่แสงตกกระทบบนและตัวกลางที่แสงหักเหมีค่าเป็น v_1 และ v_2 ตามลำดับ จากสมการกฎการหักเหของคลื่น

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

$$\text{เมื่อ } v = \frac{c}{n} \quad \text{จะได้ว่า} \quad \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

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

สามารถเขียนเป็นสมการกฎการหักเหของคลื่นได้เป็น

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

ความสัมพันธ์ตามสมการที่ (2) นี้เรียกว่า **กฎของสเนลล์** ซึ่งกล่าวว่า อัตราส่วนระหว่าง ค่าไซน์ของมุมตกกระทบบนตัวกลางที่ 1 กับค่าไซน์ของมุมหักเหในตัวกลางที่ 2 มีค่าคงตัว อัตราส่วนนี้มีค่าเท่ากับ ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 1

$$\text{จะได้ว่า} \quad \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\text{สมการเขียนได้ใหม่ดังนี้} \quad \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{n_2}$$

❖ สิ่งควรทราบเกี่ยวกับการหักเหของแสง

- ความถี่ของแสงยังคงเท่าเดิม ส่วนความยาวคลื่น และความเร็วของแสงจะไม่เท่าเดิม
- ทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงจะอยู่ในแนวเดิมถ้าแสงตกตั้งฉากกับผิวรอยต่อของตัวกลาง จะไม่อยู่ในแนวเดิมถ้าแสงไม่ตกตั้งฉากกับผิวรอยต่อของตัวกลาง

สรุปกฎการหักเหของแสง

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเห อยู่ในระนาบเดียวกัน
2. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างค่า $\sin$ ของมุมตกกระทบ ในตัวกลางหนึ่งกับค่า $\sin$ ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงที่เสมอ

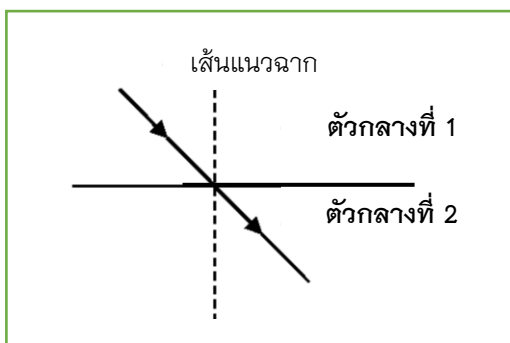
ข้อสังเกต

ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มี $n_{\text{น้อย}}$ ไปยัง $n_{\text{มาก}}$ แล้วรังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก แต่ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มี $n_{\text{มาก}}$ ไปยัง $n_{\text{น้อย}}$ แล้วรังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก



ภาพที่ 3 ลักษณะการหักเหแสง

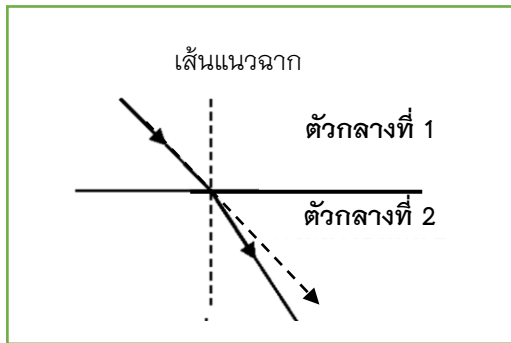
ที่มา : <https://physics.ipst.ac.th/?p=930> สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2567



เมื่อแสงเดินทางผ่านวัตถุหรือตัวกลางโปร่งใส เช่น อากาศ แก้ว น้ำ พลาสติกใส แสงจะสามารถเดินทางผ่านได้เกือบหมด เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน แสงจะเดินทางเป็นเส้นตรงเสมอ

ภาพที่ 4 การเดินทางของแสงจากตัวกลางชนิดเดียวกัน

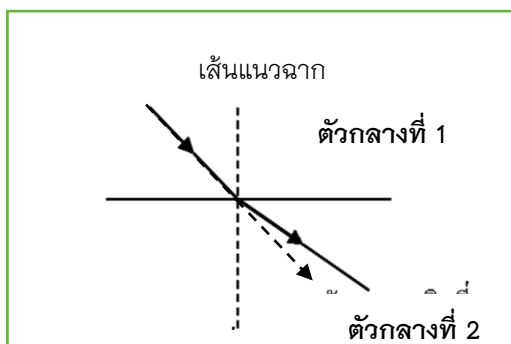
ที่มา : <https://krunanumon.files.wordpress.com/2014/06/3-3>



เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ที่มี
ความหนาแน่นน้อยไปสู่ตัวกลางที่ 2 ที่มี
ความหนาแน่นมาก เช่น จากอากาศไปน้ำ **รังสีของ
แสงจะหักเหเบนเข้าหาเส้นแนวปกติ** ทำให้
มุมหักเห เล็กกว่ามุมตกกระทบ
หรือ จากตัวกลางที่มี $n_{น้อย}$ ไปยัง $n_{มาก}$
หรือ จากตัวกลางที่มี $v_{มาก}$ ไปสู่ $v_{น้อย}$

ภาพที่ 5 การเดินทางของแสงจากตัวกลางต่างชนิดกัน

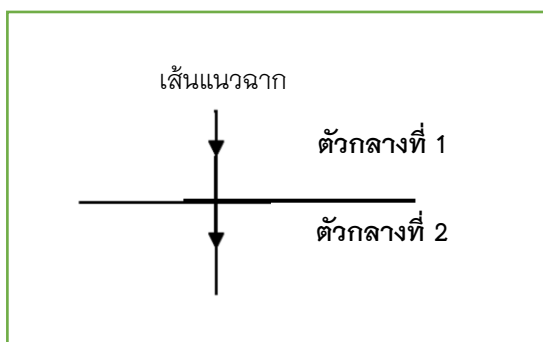
ที่มา : <https://krunanumon.files.wordpress.com/2014/06/3-3>



เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ที่มี
ความหนาแน่นมากไปสู่ตัวกลางที่ 2 ที่มี
ความหนาแน่นน้อย เช่น จากแท่งแก้วไปยังอากาศ
**รังสีของแสงจะหักเหเบนออกจากเส้นแนว
ปกติ** ทำให้มุมหักเหโตกว่ามุมตกกระทบ
หรือ จากตัวกลางที่มี $n_{มาก}$ ไปยัง $n_{น้อย}$
หรือ จากตัวกลางที่มี $v_{น้อย}$ ไปสู่ $v_{มาก}$

ภาพที่ 6 การเดินทางของแสงจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย

ที่มา : <https://krunanumon.files.wordpress.com/2014/06/3-3>



แสงเดินทางตกกระทบพิวรอยต่อใน
แนวตั้งฉากจะเดินทางเป็นเส้นตรง ทำให้มองไม่
เห็นการหักเหของแสง

ภาพที่ 7 การเดินทางของแสงจากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 ในแนวตั้งฉาก

ที่มา : <https://krunanumon.files.wordpress.com/2014/06/3-3>

ตัวอย่างการคำนวณ เรื่อง การหักเหของแสง

ตัวอย่างที่ 1

แสงความยาวคลื่น 589 nm. เดินทางจากสุญญากาศเข้าสู่ซิลิกาด้วยอัตราเร็ว 2.06×10^8 m/s ดรรชนีหักเหของซิลิกาเป็นเท่าใด กำหนดอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศเท่ากับ 3.00×10^8 m/s

วิธีทำ

- ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด
1. ความยาวคลื่น $\lambda_{\text{แสง}} = 589 \text{ nm}$
 2. อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ
 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
 3. อัตราเร็วของแสงในซิลิกา $v = 2.06 \times 10^8 \text{ m/s}$

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา จากสมการ
$$n = \frac{c}{v}$$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

$$n = \frac{c}{v}$$

แทนค่า

$$n = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.06 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

จะได้

$$n = 1.46$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

$$n = \frac{c}{v}$$

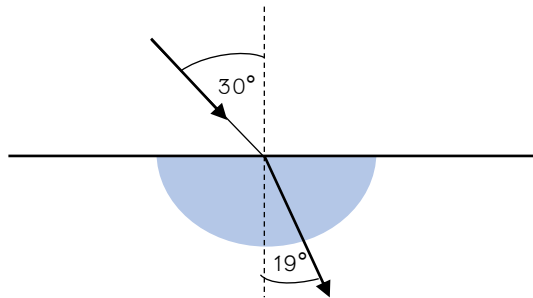
$$n = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.06 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

$$1.46 = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.06 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

ตอบ ดรรชนีหักเหของซิลิกาเท่ากับ 1.46

ตัวอย่างที่ 2

จากภาพ ให้บริเวณรอบแท่งวัตถุโปร่งใสรูปครึ่งวงกลมเป็นอากาศ จงหาอัตราเร็วของแสงในแท่งวัสดุนี้ เมื่อ $\sin 19^\circ = 0.33$ และ $\sin 30^\circ = 0.50$



วิธีทำ

- ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด
1. มุมตกกระทบ $\theta_1 = 30^\circ$
 2. มุมหักเห $\theta_2 = 19^\circ$
 3. อัตราเร็วของแสงในอากาศ

$$v_1 = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$
 4. อัตราเร็วของแสงในแท่งวัสดุ $v_2 = ?$

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ใช้กฎของสเนลล์
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

แทนค่า

$$v_2 = (v_1) \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

$$v_2 = (3 \times 10^8) \frac{0.33}{0.50}$$

$$v_2 = 1.98 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

แทนค่า

$$v_2 = (v_1) \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

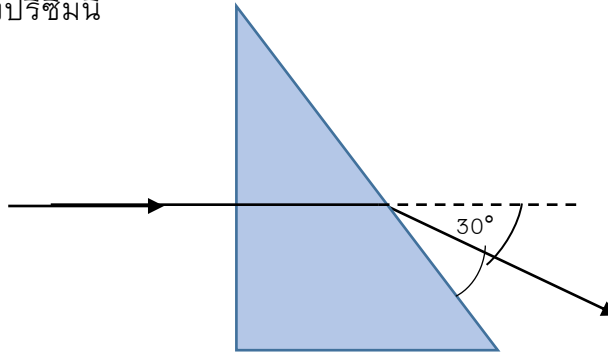
$$1.98 \times 10^8 = (3 \times 10^8) \frac{0.33}{0.50}$$

ตอบ อัตราเร็วของแสงในแท่งวัสดุนี้เป็น 1.98×10^8 เมตร/วินาที

ตัวอย่างที่ 3

ฉายแสงสีเขียวความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร ไปตกกระทบบนตั้งฉากกับด้านหนึ่งของปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งวางอยู่ในอากาศ ถ้าลำแสงที่ผ่านปริซึมออกมา เป็นไปจากแนวเดิม 30 องศา ดังภาพ จงหาดรรชนีหักเหของปริซึมนี้

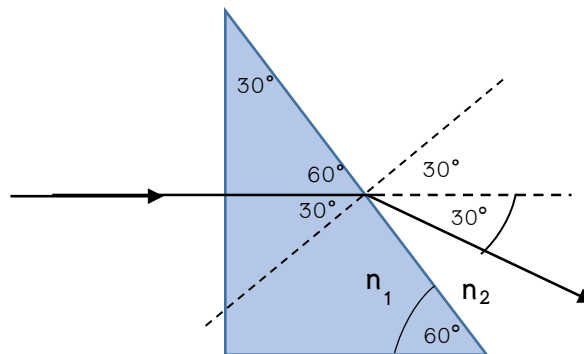
วิธีทำ



ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด

1. มุมตกกระทบบน $\theta_1 = 30^\circ$
2. มุมหักเห $\theta_2 = 60^\circ$
3. ดรรชนีหักเหของอากาศ (ตัวกลางที่ 2) $n_2 = 1$
4. ดรรชนีหักเหของปริซึม $n_1 = ?$

วาดภาพประกอบการพิจารณา



ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ใช้กฎของสเนลล์

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

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

แทนค่า

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

$$n_1 \sin 30^\circ = (1) \sin 60^\circ$$

$$n_1 = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$$

$$n_1 = \frac{\sqrt{3}/2}{1/2}$$

$$n_1 = \sqrt{3}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

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

$$n_1 \sin 30^\circ = (1) \sin 60^\circ$$

$$n_1 = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$$

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

ตอบ ดรรชนีหักเหของปริซึมเท่ากับ 1.73

ใบงานที่ 1 การหักเหของแสง

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

- กำหนดความเร็วของแสงในอากาศเท่ากับ 3×10^8 เมตรต่อวินาที วัตถุ A มีดรรชนีหักเหแสงเท่ากับ 2 จงหาความเร็วของแสงในตัวกลาง A

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

2. วัตถุ A มีดรรชนีหักเหแสงเทียบกับอากาศเท่ากับ 1.5 วัตถุ B มีดรรชนีหักเหแสงเทียบกับอากาศเท่ากับ 2.0 จงหาดรรชนีหักเหแสงของตัวกลาง A เทียบกับตัวกลาง B

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 1

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (คะแนนเต็ม 1 คะแนน)

บอกข้อความส่วนที่เป็นคำถามหรือบอกปัญหาจากโจทย์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	1.0 คะแนน
บอกข้อความส่วนที่เป็นคำถามหรือบอกปัญหาจากโจทย์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์	0.5 คะแนน
บอกข้อความส่วนที่เป็นคำถามหรือบอกปัญหาจากโจทย์ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบเลย	0 คะแนน

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 1 คะแนน)

บอกสมการจากที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	1.0 คะแนน
บอกสมการจากที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์	0.5 คะแนน
บอกสมการจากที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบเลย	0 คะแนน

3. ขั้นดำเนินการตามแผน (คะแนนเต็ม 2 คะแนน)

การแทนค่าลงในสมการ (1 คะแนน)

แทนค่าของปริมาณต่างๆ ลงในสมการได้ถูกต้องครบถ้วน	1.0 คะแนน
แทนค่าของปริมาณต่างๆ ลงในสมการได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	0.5 คะแนน
แทนค่าในสูตรไม่ถูกต้องเลยหรือไม่แสดงวิธีทำเลย	0 คะแนน

แสดงการคำนวณเพื่อหาคำตอบ (1 คะแนน)

แสดงการคำนวณและหาคำตอบพร้อมทั้งใส่หน่วยได้ถูกต้อง	1.0 คะแนน
แสดงการคำนวณและหาคำตอบพร้อมทั้งใส่หน่วยได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	0.5 คะแนน
แสดงการคำนวณและหาคำตอบพร้อมทั้งใส่หน่วยไม่ถูกต้องเลย หรือไม่แสดงการคำนวณ	0 คะแนน

4. ขั้นตรวจสอบ (คะแนนเต็ม 1 คะแนน)

แสดงคำตอบของตัวแปรที่ต้องการหาถูกต้องทั้งซ้ายและขวาเท่ากัน	1.0 คะแนน
แสดงคำตอบของตัวแปรที่ต้องการหาถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ทั้งซ้ายและขวาเท่ากัน	0.5 คะแนน
แสดงคำตอบของตัวแปรที่ต้องการหาทั้งซ้ายและขวาไม่ถูกต้องเลย หรือไม่แสดงการคำนวณ	0 คะแนน

บันทึกคะแนนใบงานที่ 1 การหักเหของแสง			
	รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ข้อ 1	บอกข้อมูลจากโจทย์	1	.....
	บอกสมการ	1	.....
	การแสดงวิธีทำ	2	.....
	ตรวจสอบคำตอบ	1	.....
ข้อ 2	บอกข้อมูลจากโจทย์	1	.....
	บอกสมการ	1	.....
	การแสดงวิธีทำ	2	.....
	ตรวจสอบคำตอบ	1	.....
รวมคะแนน		10	.....

ชั่วโมงที่ 2

กิจกรรมที่ 1 การหักเหของแสง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

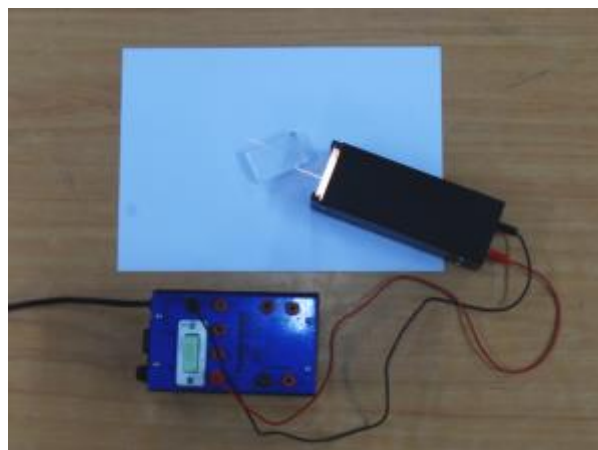
อธิบายลักษณะการหักเหของแสงตามกฎของสเนลล์ได้

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดกล่องแสงพร้อมแผ่นกั้นแสง	1	ชุด
2. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ	1	เครื่อง
3. แท่งพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	1	อัน
4. แท่งแก้วใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	1	อัน
5. กระดาษขาว	1	แผ่น
6. ปากกา/ดินสอ	1	ด้าม
7. ไม้บรรทัด	1	อัน
8. แผ่นวัดมุมครึ่งวงกลม	1	อัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ต่อดึงไฟจากชุดกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ 12 โวลต์
2. วางแท่งพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าลงบนกระดาษขาว ให้ด้านขนานทับกับกระดาษขาว จัดลำแสงให้ทำมุมตกกระทบบ่าหนึ่งที่ผิวด้านข้างของแท่งพลาสติก แล้วนำมาวางในตำแหน่งที่รองรับแสงที่ออกจากกล่องแสง โดยให้ปลายของกล่องแสงวางทับบนขอบของกระดาษขาว จัดให้รังสีของแสงจากกล่องแสงตกกระทบบ่าหนึ่งที่ผิวของแท่งพลาสติกใสให้เกิดมุมตกกระทบบ่าเท่ากับ 30 องศา วางอุปกรณ์ดังภาพ



3. วัดมุมตกกระทบ θ_1 มุมหักเหในแท่งพลาสติก θ_2 มุมตกกระทบในแท่งพลาสติก θ_3 และมุมหักเหในอากาศ θ_4 แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 จนถึงข้อ 5 แต่เปลี่ยนมุมตกกระทบเป็น 45, 60 และ 0 องศาตามลำดับ (มุมตกกระทบเป็น 0 องศา เมื่อรังสีตกกระทบอยู่ในแนวเส้นปกติ) จากนั้นหาค่าของ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ และ $\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$ บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง
5. ทำการทดลองเหมือนเดิมแต่เปลี่ยนจากแท่งพลาสติกเป็นแท่งแก้ว

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การหักเหของแสง

สมาชิกในกลุ่ม

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 2. |
| 3. | 4. |
| 5. | 6. |

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

จากอากาศไปแท่งพลาสติก			จากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ		
มุมตกกระทบ (θ_1)	มุมหักเห (θ_2)	$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$	มุมตกกระทบ (θ_3)	มุมหักเห (θ_4)	$\frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_4}$
30°					
45°					
60°					
0°					

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมสำหรับตอบคำถามข้อ 5

จากอากาศไปแท่งแก้ว			จากแท่งแก้วออกสู่อากาศ		
มุมตกกระทบ (θ_1)	มุมหักเห (θ_2)	$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$	มุมตกกระทบ (θ_3)	มุมหักเห (θ_4)	$\frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_4}$

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อเปลี่ยนค่ามุมตกกระทบ θ_1 มุม θ_2 , θ_3 และ θ_4 เปลี่ยนแปลงด้วยหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

2. ค่า $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ และ $\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

3. เมื่อแสงเดินทางจากอากาศซึ่งมีดรรชนีหักเหต่ำ ไปยังแท่งพลาสติกซึ่งมีดรรชนีหักเหสูง มุมหักเหจะมีค่าเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับมุมตกกระทบ และถ้าแสงเดินทางกลับกันมุมหักเหจะมีค่าเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับมุมตกกระทบ

.....

.....

.....

4. ผลการทดลองสอดคล้องกับกฎของสเนลล์หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

5. หากเปลี่ยนจากแท่งพลาสติกเป็นแท่งแก้ว ผลการทดลองจะสอดคล้องกับกฎของสเนลล์หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมที่ 1

1. การบันทึกผลการทำกิจกรรม		
บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	3.0 คะแนน	
บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	2.0 คะแนน	
บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลไม่ถูกต้อง		
หรือไม่เป็นไปตามการทดลอง	1.0 คะแนน	
ไม่บันทึกผล	0 คะแนน	
2. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม		
ตอบคำถามได้ถูกต้อง ชัดเจน ข้อละ	1.0 คะแนน	
ตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือไม่ชัดเจน ข้อละ	0 คะแนน	
3. อภิปรายผลการทำกิจกรรม		
อภิปรายผลได้ถูกต้อง ชัดเจน	2.0 คะแนน	
อภิปรายผลถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน หรือไม่ครอบคลุม	1.0 คะแนน	
ไม่อภิปรายผล	0 คะแนน	
4. สรุปผลการทำกิจกรรม		
สรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง ชัดเจน	3.0 คะแนน	
สรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจนครอบคลุม	1.0 คะแนน	
สรุปผลการทำกิจกรรมไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน หรือไม่สรุป	0 คะแนน	

บันทึกคะแนนกิจกรรมที่ 1		
รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
บันทึกผลการทำกิจกรรมในตารางบันทึกผลตารางที่ 1	5	.....
คำถามท้ายกิจกรรม		
ข้อ 1	2	.....
ข้อ 2	2	.....
ข้อ 3	2	.....
ข้อ 4	2	.....
ข้อ 5	2	.....
อภิปรายผลการทำกิจกรรม	2	.....
สรุปผลการทำกิจกรรม	3	.....
รวมคะแนน	20	.....

ชั่วโมงที่ 3 - 4

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง มุมวิกฤต

จุดประสงค์ของกิจกรรม

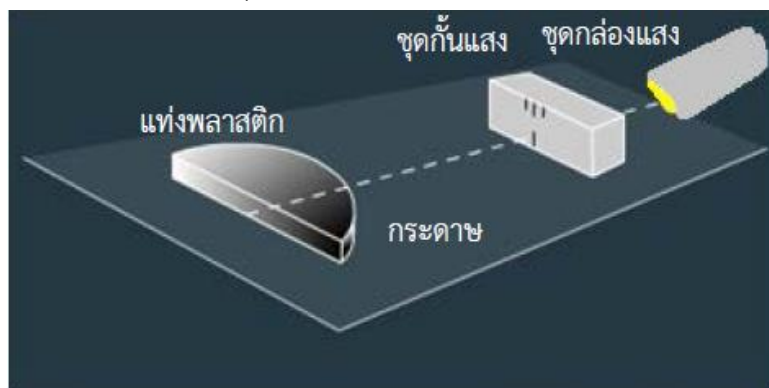
1. ทดลองหาค่ามุมวิกฤตของพลาสติกใสได้

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดกล่องแสงพร้อมแผ่นกันแสง	1	ชุด
2. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ	1	เครื่อง
3. แท่งพลาสติกโค้งรูปครึ่งวงกลม	1	อัน
4. กระดาษขาว	1	แผ่น
5. ปากกา/ดินสอ	1	ด้าม
6. ไม้บรรทัด	1	อัน
7. แผ่นวัดมุมครึ่งวงกลม	1	อัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. วางแท่งพลาสติก และชุดกันแสงบนกระดาษขาว
2. ส่องไฟฉายผ่านชุดกันแสงที่มีช่องแสง 1 ช่อง ให้แสงตกกระทบบนแท่งพลาสติกโดยทิศทางของแสงผ่านจุดศูนย์กลางของครึ่งวงกลม
3. สังเกตทิศทางของรังสีตกกระทบบน รังสีสะท้อน และรังสีหักเหที่จุดศูนย์กลางของครึ่งวงกลม
4. เพิ่มขนาดของมุมตกกระทบบนกระทั่งแสงหักเหไปตามขอบตรงแท่งพลาสติก ซึ่งจะได้มุมหักเหเป็น 90° ใช้ดินสอเขียนไปตามขอบของแท่งพลาสติก พร้อมทั้งลากแนวรังสีตกกระทบบน รังสีหักเห และรังสีสะท้อน
5. เลื่อนแท่งพลาสติกและชุดกันแสงออก วัดค่ามุมตกกระทบบนที่ได้จากข้อ 4
6. ทำตามข้อ 1 - 4 โดยใช้มุมตกกระทบบนที่โตขึ้นสังเกตทิศทางของแนวรังสีต่างๆ บันทึกผล



ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มุมวิกฤต

สมาชิกในกลุ่ม

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 2. |
| 3. | 4. |
| 5. | 6. |

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

มุมตกกระทบ (องศา)	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	
	รูปแสดงทางเดินแสง	มุมหักเห (องศา)
20		
30		
42		
50		

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อมุมตกกระทบ 20 องศา จะเกิดการสะท้อนหรือการหักเห เป็นมุมกี่องศา
.....
2. ต้องกำหนดค่ามุมตกกระทบเป็นเท่าไร จึงจะได้ค่ามุมหักเหเท่ากับ 90 องศา
.....
3. เมื่อเพิ่มค่ามุมตกกระทบเป็น 50 องศา แนวรังสีของแสงจะเป็นอย่างไร
.....
.....
4. จงเรียงลำดับขนาดของมุมตกกระทบที่ทำให้เกิด การหักเห มุมวิกฤต และการสะท้อนกลับหมด จากมากไปหาน้อย
.....
5. การสะท้อนกลับหมดจะเกิดขึ้นเมื่อใด.....
6. ถ้าทำให้มุมตกกระทบมีขนาดโตขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีขนาดเท่ากับมุมวิกฤต และมีขนาดโตกว่ามุมวิกฤตแล้ว จะปรากฏแนวรังสีหักเหในลักษณะใด
.....
.....
7. มุมวิกฤต หมายถึง
.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

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

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมที่ 2

1. การบันทึกผลการทำกิจกรรม

บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	3.0 คะแนน
บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	2.0 คะแนน
บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลไม่ถูกต้อง	1.0 คะแนน
หรือไม่เป็นไปตามการทดลอง	
ไม่บันทึกผล	0 คะแนน

2. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

ตอบคำถามได้ถูกต้อง ชัดเจน ข้อละ	1.0 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือไม่ชัดเจน ข้อละ	0 คะแนน

3. อภิปรายผลการทำกิจกรรม

อภิปรายผลได้ถูกต้อง ชัดเจน	2.0 คะแนน
อภิปรายผลถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน หรือไม่ครอบคลุม	1.0 คะแนน
ไม่อภิปรายผล	0 คะแนน

4. สรุปผลการทำกิจกรรม

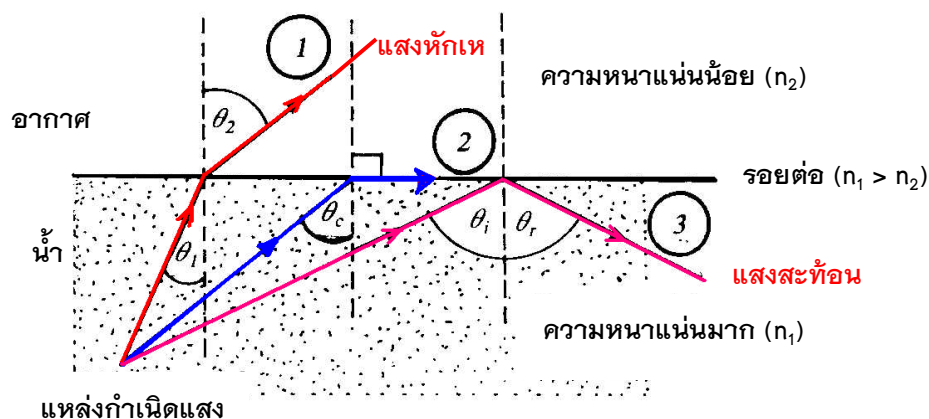
สรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง ชัดเจน	2.0 คะแนน
สรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจนครอบคลุม	1.0 คะแนน
สรุปผลการทำกิจกรรมไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน หรือไม่สรุป	0 คะแนน

บันทึกคะแนนกิจกรรมที่ 2		
รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
บันทึกผลการทำกิจกรรมในตารางบันทึกผล	4	.....
คำถามท้ายกิจกรรม		
ข้อ 1	1	.....
ข้อ 2	1	.....
ข้อ 3	1	.....
ข้อ 4	1	.....
ข้อ 5	1	.....
ข้อ 6	1	.....
ข้อ 7	1	.....
อภิปรายผลการทำกิจกรรม	2	.....
สรุปผลการทำกิจกรรม	2	
รวมคะแนน	15	.....

ใบความรู้ที่ 2

มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

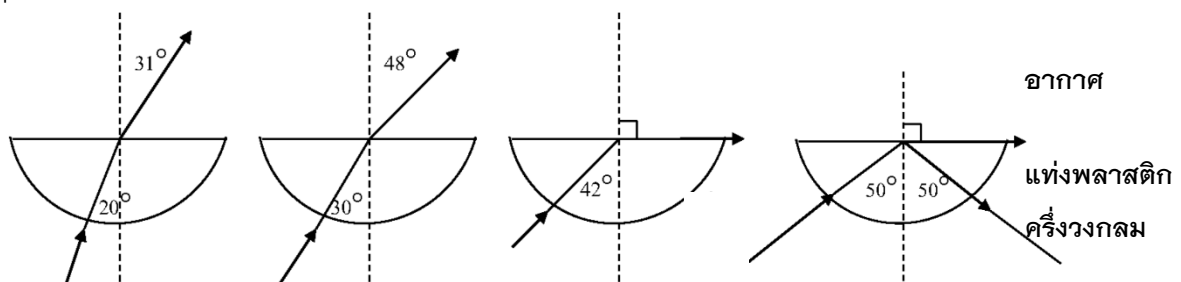
มุมวิกฤต (critical angle) คือ มุมตกกระทบค่าหนึ่งที่ทำให้มุมหักเหโตเท่ากับ 90° องศา ซึ่งมักเกิดเมื่อแสงเดินทางในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อย เช่น จากน้ำไปยังอากาศ และจากแก้วไปยังอากาศ จะพบว่ามุมหักเห (θ_2) จะโตกว่ามุมตกกระทบ (θ_1) เสมอ (เกิดรังสีหักเหเบนออกจากเส้นปกติ) หากเพิ่มมุมตกกระทบให้โตขึ้น มุมหักเหจะโตขึ้นด้วย จนสามารถเกิดมุมวิกฤตได้



ภาพที่ 8 การเกิดมุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

ที่มา : <http://www.thaigoodview.com/node/87424?page=0,2>

ถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤต ผลที่เกิดขึ้นคือ **ไม่มีการหักเห** แต่จะปรากฏรังสีสะท้อนแทนเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า **การสะท้อนกลับหมด (total reflection)** โดยการสะท้อนที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง คือ มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 9 การเดินทางของแสงจากแท่งพลาสติกเครื่องวงกลม ไปยัง อากาศ

ที่มา : <https://krunanumon.files.wordpress.com/2014/06/3-3>

จากภาพ เมื่อแสงเดินทางจากแท่งพลาสติกครึ่งวงกลม เมื่อมุมตกกระทบทาง 42 องศา จะทำให้มุมหักเหเท่ากับ 90 องศา ดังนั้นมุมวิกฤตของแท่งพลาสติกจึงเท่ากับ 42 องศา

ถ้ามุมตกกระทบใหญ่กว่ามุมวิกฤต จะเกิดการสะท้อนกลับกลับหมดของแสง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น รุ้งกินน้ำ หรือการเห็นภาพลวงตา เรียกว่า มิราจ เป็นต้น

เราสามารถหาค่ามุมวิกฤตในตัวกลางต่างๆ โดยใช้กฎของสเนลล์

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

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$\sin \theta_c = \frac{n_2 \times 1}{n_1}$$

สูตรการหามุมวิกฤต $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$

ตัวอย่างการคำนวณ เรื่อง มุมวิกฤต

ตัวอย่างที่ 4

ดรรชนีหักเหของน้ำมีค่า 1.33 และดรรชนีหักเหของแก้ว 1.53 ถ้าแสงเดินทางจากแก้วไปยังน้ำ มุมวิกฤตระหว่างแก้วกับน้ำเป็นเท่าใด

วิธีทำ

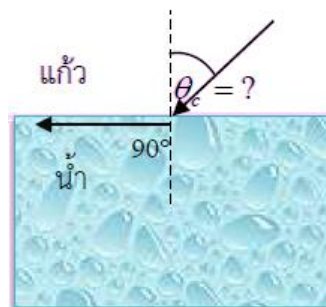
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด 1. มุมหักเห $\theta_2 = 90^\circ$

2. ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 $n_1 = 1.53$

3. ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 $n_2 = 1.33$

4. มุมวิกฤตเป็นกี่องศา $\theta_c = ?$

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหาวาดภาพประกอบการพิจารณา



สูตรการหามุมวิกฤต $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการตามแผน

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

แทนค่า

$$\sin\theta_c = \frac{1.33}{1.53}$$

$$\sin\theta_c = 0.87$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

$$\theta_c = \sin^{-1}(0.87) = 60^\circ$$

$$\sin\theta_c = \frac{1.33}{1.53}$$

$$\sin 60^\circ = 0.87$$

ตอบ มุมวิกฤตระหว่างแก้วกับน้ำเท่ากับ 60 องศา

ดังนั้น จะทำให้เราทราบว่า “การสะท้อนกลับหมด” ในแก้วไปยังน้ำ จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ มุมตกกระทบโตกว่า 60 องศา

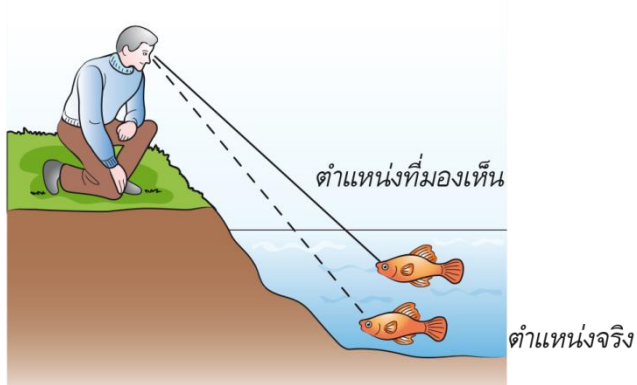
ชั่วโมงที่ 5

ใบความรู้ที่ 3

ความลึกจริง ความลึกปรากฏ

ความลึกจริง ความลึกปรากฏ

การหักเหของแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อของตัวกลาง 2 ชนิด ถ้าผิวรอยต่อเป็นผิวเรียบ ทำให้มองเห็นวัตถุอยู่ใกล้หรือไกล (ตื้นหรือลึก) กว่าความเป็นจริง ขึ้นอยู่กับว่าวัตถุอยู่ในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากกว่าหรือน้อยกว่าตัวกลางที่ตามองดูอยู่ ซึ่งพิจารณาได้จากกฎของสเนลล์ โดยยึดหลักว่า “การที่จะมองเห็นวัตถุได้ ต้องมีแสงจากวัตถุเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางแล้วหักเหเข้าสู่ตา” ดังภาพที่ 12

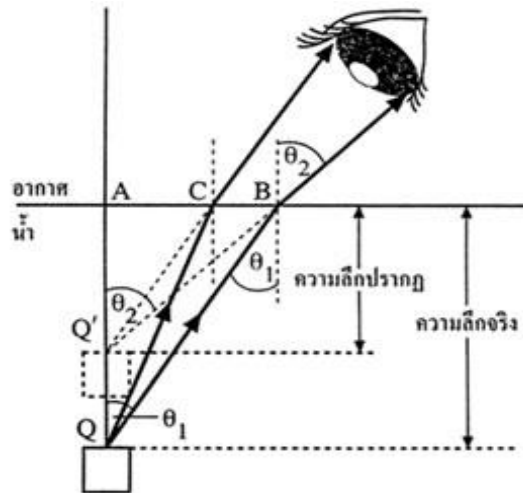


ภาพที่ 10 การมองเห็นปลาอยู่ตื้นกว่าปลาตัวจริง

ที่มา : <http://www.truelookpanya.com/learning/detail/31387/043988>

เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย แสงจะหักเหเบนออกจากเส้นปกติ ในทางกลับกัน ถ้าวัตถุอยู่ในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อยกว่าตัวกลางที่ตามองอยู่ หรือ แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อยไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมาก แสงจะหักเหเบนเข้าหาเส้นปกติ

เมื่อแสงจากภาพของวัตถุเข้าสู่ตาโดยตรงในแนวเส้นตรง เมื่อมองวัตถุที่อยู่ในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากกว่าตัวกลางที่ตามองอยู่ จึงเห็นภาพของวัตถุอยู่ใกล้หรือตื้นกว่าความเป็นจริง และเมื่อมองวัตถุที่อยู่ในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อยกว่าตัวกลางที่ตามองอยู่ จะเห็นภาพของวัตถุอยู่ใกล้หรือลึกกว่าความเป็นจริง



ภาพที่ 11 การมองเห็นภาพที่เกิดจากการหักเหที่ผิวเรียบ

http://www.digitalschool.club/digitalschool/physics2_2_2/physics4/lesson3/content1.php

จากรูป จะพบว่า

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}} = \frac{s}{s'}$$

- เมื่อ θ_1 แทน มุมตกกระทบ
 θ_2 แทน มุมหักเห
 n_1 แทน ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่วัตถุอยู่
 n_2 แทน ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ตามองดู

ข้อสังเกต

ถ้ามองวัตถุที่อยู่ในน้ำโดยมองตรงๆ มุม θ_1 และมุม θ_2 จะเล็กมาก ซึ่งทำให้ $\sin\theta_1 \approx \tan\theta_1$ และ $\sin\theta_2 \approx \tan\theta_2$

ตัวอย่างการคำนวณ เรื่อง การสะท้อนกลับหมด

ตัวอย่างที่ 5

ฝั่งตัวหนึ่งบินอยู่ในอากาศสูงจากผิวน้ำ 3 เมตร คนที่ดำอยู่ใต้ผิวน้ำและมองดูฝั่งตัวนี้ในแนวเส้นแนวฉาก จะมองเห็นฝั่งไกลออกไปหรือใกล้เข้ามามากกว่าความจริงเท่าไร

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด 1. ความลึกจริง = 3 m

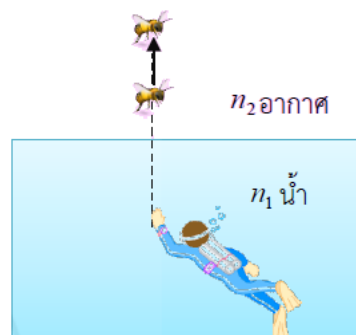
2. ดรรชนีหักเหของอากาศ $n_2 = 1$

3. ดรรชนีหักเหของน้ำ $n_1 = 4/3$

4. ความลึกปรากฏ = ?

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

วาดภาพประกอบการพิจารณา



ใช้สมการหาความลึกปรากฏ
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$$

$$\frac{1}{4/3} = \frac{3}{\text{ความลึกปรากฏ}}$$

$$\text{ความลึกปรากฏ} = 3 \times \frac{4}{3}$$

$$\text{ความลึกปรากฏ} = 4 \text{ m}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$$

$$\frac{1}{4/3} = \frac{3}{\text{ความลึกปรากฏ}}$$

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

ตอบ จะมองเห็นฟิ่งไกลออกไปมากกว่าความจริง $4 - 3 = 1$ เมตร

ตัวอย่างที่ 6

ปลาอยู่ในน้ำที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 2 เมตร ความลึกปรากฏของปลาเป็นเท่าใด เมื่อผู้สังเกตมองปลาในแนวตั้งตรงตัวปลา กำหนดดรรชนีหักเหของอากาศ = 1.00 และ

$$\text{ดรรชนีหักเหของน้ำ} = \frac{4}{3}$$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด $n_1 = 1$, $n_2 = \frac{4}{3}$, ลึกปรากฏ = ?

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ใช้สมการหาความลึกปรากฏ $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ใช้สมการหาความลึกปรากฏ $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$

แทนค่า $\frac{4/3}{1} = \frac{2 \text{ m}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$

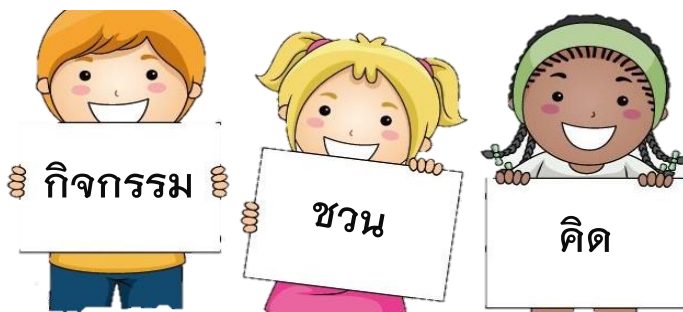
ความลึกปรากฏ = 1.5 เมตร

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$

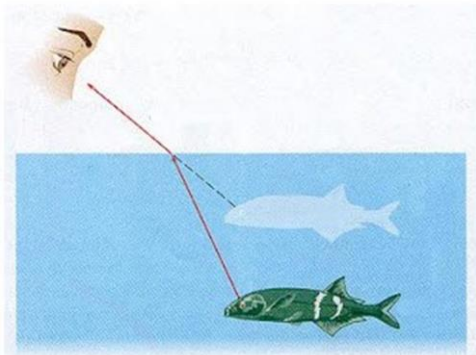
$\frac{4/3}{1} = \frac{2 \text{ m}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$

$$\frac{\frac{4}{3}}{1} = \frac{2}{1.5}$$

ตอบ ระยะลึกของปลาที่ปรากฏต่อสายตา เท่ากับ 1.5 เมตร



คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



ภาพที่ 12 ปลาในน้ำ



ภาพที่ 13 รุ้งกินน้ำ

ที่มา : <https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7282-2017-06-14-13-59-29>

ที่มา : <https://rainbowmusa.blogspot.com/2013/06/beliefs-about-rainbow.html>

สืบค้นวันที่ 8 พฤศจิกายน 2567



คำถาม

1. จากภาพที่ 12 นักเรียนคิดว่าตำแหน่งที่แท้จริงของปลาอยู่ที่ตำแหน่งใด

.....

2. หากนักเรียนจะจับปลาตัวนี้ จะมีวิธีการจับอย่างไร จึงจะสามารถจับได้

.....

3. เราจะสามารถพบปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำได้ในเวลาใดได้ดีที่สุด

.....

4. รุ้งกินน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

สรุปความรู้เป็นแผนผังความคิด

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนภาพความคิดหรือผังมโนทัศน์สรุปสาระสำคัญ เรื่องการหักเหของแสงให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

แผนผังความคิด เรื่อง การหักเหของแสง

เกณฑ์การให้คะแนน แผนผังความคิด

บอกรายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5.0 คะแนน
บอกรายละเอียดได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	3.0 คะแนน
บอกรายละเอียดไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำเลย	0 คะแนน

แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ ชุดที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่กล่าวผิด

- 1. การหักเหของแสง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงความถี่เมื่อเปลี่ยนตัวกลาง
- 2. ดรรชนีหักเหของแสงของวัตถุต่างชนิดกันย่อมมีค่าไม่เท่ากัน
- 3. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่งๆ อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่ง กับค่าไซน์ของมุมหักเหในตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงตัวเสมอ และเรียกค่าคงตัวนี้ว่า ดรรชนีหักเหของวัตถุเทียบตัวกลางที่แสงตกกระทบ
- 4. จากกฎการหักเหของแสง จะได้ว่า รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสี หักเหต้อง อยู่บนระนาบเดียวกัน
- 5. ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดรรชนีหักเหน้อยไปตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมาก โดยแนวทางการเดินทางไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง รังสีหักเหจะเบน ออกจากเส้นแนวฉาก
- 6. มุมวิกฤต หมายถึง มุมหักเหที่พอดีทำให้มุมตกกระทบมีค่า 90 องศา
- 7. ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดรรชนีหักเหมากไปตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหโดยแนวทางการเดินทางไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง แสงจะสะท้อนกลับหมดเสมอ
- 8. ถ้ามุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมวิกฤต แสงจะไม่หักเห แต่จะมีการสะท้อนกลับหมด
- 9. ถ้ามุมตกกระทบมีค่าน้อยกว่ามุมวิกฤต แสงจะเกิดการหักเหออกจากเส้นแนวฉาก
- 10. จะเกิดมุมวิกฤต หรือปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดได้ แสงจะเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อยไปยังดรรชนีหักเหมาก โดยแนวทางการเดินทางไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ ชุดที่ 1

ตอบคำถามได้ถูกต้อง ข้อละ	1.0 คะแนน
ตอบคำถามไม่ถูกต้อง ข้อละ	0 คะแนน

บันทึกคะแนนแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ที่ 1

คะแนนเต็ม	10	คะแนน
คะแนนที่ได้	.....	คะแนน

แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ ชุดที่ 2

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดเพื่อแก้โจทย์ปัญหาอย่างละเอียด ข้อละ 5 คะแนน

1. เมื่อแสงทำมุมตกกระทบ 60 องศา กับแท่งแก้วซึ่งมีดรรชนีหักเหเป็น $\sqrt{3}$

รังสีหักเหจะทำมุมกับผิวแก้วกี่องศา

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

2. แก้วชนิดหนึ่งและน้ำมีค่าดัชนีหักเห 1.55 และ 1.33 ถ้าแสงตกกระทบจากแก้วเป็น มุม 30° ไปยังน้ำ คำนวณหักเหมีค่าเท่าใด

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้ามุมวิกฤตของตัวกลางหนึ่งเป็น 30 องศา จงหาอัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้น
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4. นำแท่งแก้วหนา 6 เซนติเมตร วางทับเหรียญบาท ผู้สังเกตจะเห็นเหรียญบาทอยู่ต่ำกว่า
ผิวแท่งแก้วเท่าใด เมื่อดัชนีหักเหของแท่งแก้วเท่ากับ $\frac{3}{2}$

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนฝึกหัดทบทวนความรู้ที่ 1

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (คะแนนเต็ม 1 คะแนน)

บอกข้อความส่วนที่เป็นคำถามหรือบอกปัญหาจากโจทย์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	1.0 คะแนน
บอกข้อความส่วนที่เป็นคำถามหรือบอกปัญหาจากโจทย์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์	0.5 คะแนน
บอกข้อความส่วนที่เป็นคำถามหรือบอกปัญหาจากโจทย์ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบเลย	0 คะแนน

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 1 คะแนน)

บอกสมการจากที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	1.0 คะแนน
บอกสมการจากที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์	0.5 คะแนน
บอกสมการจากที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบเลย	0 คะแนน

3. ขั้นดำเนินการตามแผน (คะแนนเต็ม 2 คะแนน)

การแทนค่าลงในสมการ (1 คะแนน)

แทนค่าของปริมาณต่างๆ ลงในสมการได้ถูกต้องครบถ้วน	1.0 คะแนน
แทนค่าของปริมาณต่างๆ ลงในสมการได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	0.5 คะแนน
แทนค่าในสูตรไม่ถูกต้องเลยหรือไม่แสดงวิธีทำเลย	0 คะแนน

แสดงการคำนวณเพื่อหาคำตอบ (1 คะแนน)

แสดงการคำนวณและหาคำตอบพร้อมทั้งใส่หน่วยได้ถูกต้อง	1.0 คะแนน
แสดงการคำนวณและหาคำตอบพร้อมทั้งใส่หน่วยได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	0.5 คะแนน
แสดงการคำนวณและหาคำตอบพร้อมทั้งใส่หน่วยไม่ถูกต้องเลย หรือไม่แสดงการคำนวณ	0 คะแนน

4. ขั้นตรวจสอบ (คะแนนเต็ม 1 คะแนน)

แสดงคำตอบของตัวแปรที่ต้องการหาถูกต้องทั้งซ้ายและขวาเท่ากัน	1.0 คะแนน
แสดงคำตอบของตัวแปรที่ต้องการหาถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ทั้งซ้ายและขวาเท่ากัน	0.5 คะแนน
แสดงคำตอบของตัวแปรที่ต้องการหาทั้งซ้ายและขวาไม่ถูกต้องเลย หรือไม่แสดงการคำนวณ	0 คะแนน

บันทึกคะแนนแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ ชุดที่ 2			
รายการ		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ข้อ 1	บอกข้อมูลจากโจทย์	1	.....
	บอกสมการ	1	.....
	การแสดงวิธีทำ	2	.....
	ตรวจคำตอบ	1	.....
ข้อ 2	บอกข้อมูลจากโจทย์	1	.....
	บอกสมการ	1	.....
	การแสดงวิธีทำ	2	.....
	ตรวจคำตอบ	1	.....
ข้อ 3	บอกข้อมูลจากโจทย์	1	.....
	บอกสมการ	1	.....
	การแสดงวิธีทำ	2	.....
	ตรวจคำตอบ	1	.....
ข้อ 4	บอกข้อมูลจากโจทย์	1	.....
	บอกสมการ	1	.....
	การแสดงวิธีทำ	2	.....
	ตรวจคำตอบ	1	.....
รวมคะแนน		20	.....

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การหักเหของแสง

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน (20 คะแนน)
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วกาเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในช่องกระดาษคำตอบที่ต้องการ

ตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
	A	B	C	D	E
0		X			

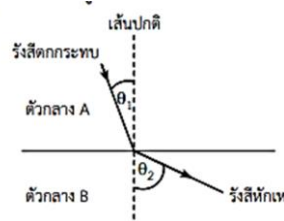
3. ถ้านักเรียนเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเส้นทับตัวเดิมแล้วเลือกคำตอบใหม่ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
	A	B	C	D	E
0		X		X	

4. ให้นักเรียนเริ่มทำข้อสอบเมื่อครูผู้คุมสอบอนุญาตเท่านั้น
5. เมื่อมีข้อสงสัยใด ๆ เกี่ยวกับข้อสอบให้นักเรียนถามครูผู้คุมสอบเท่านั้น
6. เวลาในการทำข้อสอบ 20 นาที

1. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่ง ไปยังอีกตัวกลางหนึ่งทำให้แนวการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยนไปจากเดิม เรียกปรากฏนี้ว่าอะไร
 - ก. การสะท้อนของแสง ข. การเบี่ยงเบนของแสง
 - ค. การเลี้ยวเบนของแสง ง. การหักเหของแสง
2. ถ้าเปลี่ยนทางเดินแสงจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริง
 - ก. เปลี่ยนความเร็วและความยาวคลื่น ข. แสงเปลี่ยนความเร็วและความถี่
 - ค. เปลี่ยนเฉพาะความถี่อย่างเดียว ง. เปลี่ยนความยาวคลื่นและความถี่
3. เรามองเห็นดินสอหักงอในแก้วที่มีน้ำ เราสรุปได้ว่าอย่างไร
 - ก. น้ำหนาแน่นกว่าอากาศ ข. น้ำเป็นตัวกลางโปร่งใส
 - ค. ทางเดินของแสงหักเหได้ ง. แสงเดินทางผ่านตัวกลางได้มากชนิด
4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้
 - (1) อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบกับค่าไซน์ของมุมหักเหมีค่าคงตัว เรียกว่ากฎของสเนลล์
 - (2) ดรรชนีหักเหของตัวกลางต่างชนิดกันมีค่าเท่ากันเสมอ
 - (3) ดรรชนีหักเหของตัวกลางจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราของแสงในตัวกลางนั้นๆ
 ข้อความใดบ้างที่กล่าวถูกต้อง
 - ก. (1) และ (2) ข. (2) และ (3) ค. (1) และ (3) ง. (1), (2) และ (3)
5. การหักเหของแสงปริมาณใดไม่เปลี่ยนแปลง
 - ก. พลังงาน ข. ความถี่ ค. ความยาวคลื่น ง. ความเร็ว
6. เมื่อแสงเดินทางจากน้ำไปสู่อากาศข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. มุมตกกระทบเท่ากับมุมหักเห ข. ความเร็วของแสงในน้ำมากกว่าในอากาศ
 - ค. มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ ง. แสงหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก
7. ในการทดลองการหักเหของแสง ถ้ารังสีตกกระทบทำมุม 0° กับเส้นปกติรังสีหักเหจะทำมุมกับเส้นปกติกี่องศา
 - ก. 0 ข. 45 ค. 90 ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ
8. แสงเคลื่อนที่ผ่านของเหลวชนิดหนึ่งด้วยอัตราเร็ว 2.30×10^8 m/s อยากทราบว่าของเหลวนี้มีค่า ดรรชนีหักเหเท่าใด
 - ก. 1.25 ข. 1.30 ค. 1.33 ง. 1.50

9. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. ตัวกลาง A มีความหนาแน่นมากกว่าตัวกลาง B
- ข. ตัวกลาง A มีความหนาแน่นน้อยกว่า ตัวกลาง B
- ค. ตัวกลาง A เป็นอากาศ ตัวกลาง B เป็นของเหลว
- ง. ข้อ ก. และ ค.

10. แสงเดินทางในแก้วดรรชนีหักเห 1.5 ด้วยอัตราเร็วเท่าไร

- ก. 2×10^8 เมตรต่อวินาที
- ข. 2.5×10^8 เมตรต่อวินาที
- ค. 3×10^8 เมตรต่อวินาที
- ง. 3.5×10^8 เมตรต่อวินาที

11. เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านปริซึมจะแยกออกเป็นแสงสีต่าง ๆ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นเพราะเหตุใด

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

12. ความเร็วของแสงในน้ำที่มีดรรชนีหักเหเป็น $4/3$ มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. 2.25×10^8 m/s
- ข. 2.5×10^8 m/s
- ค. 3.0×10^8 m/s
- ง. 4.0×10^8 m/s

13. แสงเดินทางจากวัตถุ A ที่มีดัชนีหักเห 1.4 ไปยังอากาศ ด้วยมุมตกกระทบ 30 องศา มุมหักเห ในอากาศมีค่าเท่าใด กำหนดให้ดัชนีหักเหของอากาศเป็น 1.0

- ก. $\sin^{-1}(0.7)$
- ข. $\sin^{-1}(0.5)$
- ค. $\sin^{-1}(0.3)$
- ง. $\sin^{-1}(0.1)$

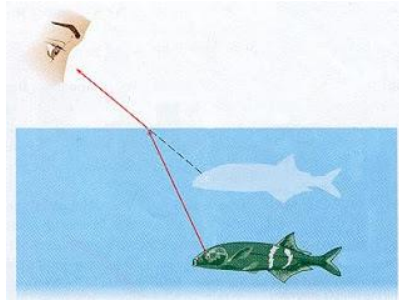
14. การมองเห็นปลาอยู่ลึกกว่าที่เป็นจริง เป็นสมบัติใดของแสง

- ก. การสะท้อน
- ข. การหักเห
- ค. การเลี้ยวเบน
- ง. การแทรกสอด

15. ถ้าเรามองไปยังบ่อปลา ปลาที่เห็นกับปลาจริงอยู่ตำแหน่งใด

- ก. ปลาที่เห็นจะอยู่ตื้นกว่าปลาจริง
- ข. ปลาที่เห็นจะอยู่ลึกกว่าปลาจริง
- ค. ปลาที่เห็นและปลาจริงอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน
- ง. ปลาจริงจะอยู่ที่ระดับเดียวกันแต่เยื้องไปทางขวา

16. จากภาพข้อใดสรุปถูกต้อง



- ก. แสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างกัน
- ข. แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย
- ค. แสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก
- ง. แสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากและผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย

17. สาเหตุที่ทำให้เรามองเห็นวัตถุต่าง ๆ ได้คืออะไร

- ก. แสงสะท้อนเข้าสู่เนยน์ตา
- ข. แสงสะท้อนออกจากเนยน์ตา
- ค. แสงทะลุผ่านวัตถุเข้าเนยน์ตา
- ง. แสงจากวัตถุทะลุผ่านเนยน์ตา

18. นำเหรียญใส่ไว้กันถึงห่างจากตา 60 เซนติเมตร ถ้าเทน้ำลงไปในถึงให้สูง 20 เซนติเมตร จะมองเห็นเหรียญใกล้หรือไกลออกไปเท่าไร ถ้าดัชนีของแสงเท่ากับ 1

- ก. มองเห็นเหรียญไกลออกไป 15 cm
- ข. มองเห็นเหรียญใกล้ 15 cm
- ค. มองเห็นเหรียญไกลออกไป 25 cm
- ง. มองเห็นเหรียญใกล้ 25 cm

19. มุมวิกฤต (θ_c) คือข้อใดต่อไปนี้

- ก. มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหเป็นมุม 90°
- ข. มุมหักเหซึ่งมีขนาดเป็น 90°
- ค. มุมตกกระทบที่มีขนาดเป็น 90°
- ง. มุมที่เบี่ยงเบนไปจากแนวเดิมในการหักเห

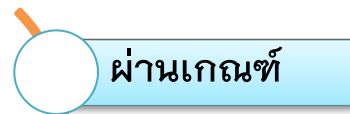
20. ปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมด จะเกิดเมื่อใด

- ก. มุมตกกระทบตัวกลางมีขนาดใหญ่กว่ามุมวิกฤต
- ข. มุมตกกระทบตัวกลางมีขนาดใหญ่กว่ามุมหักเห
- ค. มุมตกกระทบตัวกลางมีขนาดเป็น 90°
- ง. มุมตกกระทบตัวกลางมีขนาดเท่ากับมุมหักเห

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การหักเหของ

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ	ก	ข	ค	ง
	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). **คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์เล่ม 3**. กรุงเทพฯ : ครูสภา
ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ.(2554). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์เล่ม 3**. กรุงเทพฯ :
ครูสภาลาดพร้าว.
- คณาจารย์แม่ค. (2551). **Compact ฟิสิกส์ม.5**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แมค,
- จารึก สุวรรณรัตน์. (2555). **คู่มือวิชาฟิสิกส์ ม. 4-6**. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.
- จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. (2554). **คู่มือประกอบการเรียนรายวิชาเพิ่มเติม (ฟิสิกส์) เล่ม 3
ม. 4-6**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา.
- เฉลิมชัยมอญสุชา. (2554). **หนังสือเสริมการเรียนรู้ฟิสิกส์เพิ่มเติมเล่ม 3**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
เดอะบุคส์.
- นพ. ประกิตเพ็ญ ทมิตตชงค์. (2556) . **ตะลุยคลังข้อสอบบเข้ามหาวิทยาลัย ฟิสิกส์**. กรุงเทพฯ :
ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- นิรันดร์สุวรรณรัตน์ .(2550). **คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ม.5 เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : ธนัชการพิมพ์.
- มานัสมงคลสุข. (2548). **1001TESTS IN PHYSICS 2**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แมค.
- ประสิทธิ์จันทะภา. (2554). **ฟิสิกส์เพิ่มเติมเล่ม 3**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต
- ช่วง ทมิตตชงค์ และคณะ. (2555). **ฟิสิกส์ มัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 3**. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิช
ชิง.
- ชำนาญ เขาวีรดิพงษ์. (2555). **การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (แสงและ
ทัศนูปกรณ์)**. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). **หนังสือเรียน**

แหล่งเรียนรู้ออนไลน์

<https://en.wikipedia.org/wiki/Refraction>

สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2567

<https://rainbowmusa.blogspot.com/2013/06/beliefs-about-rainbow.html>

สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2567

<http://www.scimath.org/lesson-physics/item/7282-2017-06-14-13-59-29>

สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2567

<http://kruchitchai.com/category/%E0%B8%9F%E0%B8%B4%E0%B8%AA%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B9%8C%E0%B8%A1-5/>

สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2567

<https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7282-2017-06-14-13-59-29>

สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2567

<https://rainbowmusa.blogspot.com/2013/06/beliefs-about-rainbow.html>

สืบค้นเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2567



ภาคผนวก



รายการกิจกรรม	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละของคะแนน
แบบทดสอบก่อนเรียน	20		
ใบงานที่ 1	10	.....	
กิจกรรมที่ 1	20	.....	
กิจกรรมที่ 2	15	.....	
กิจกรรมชวนคิด	✓ (ผ่าน)		
แผนผังความคิด	5	.....	
แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ชุดที่ 1	10	.....	
แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ชุดที่ 2	20	.....	
รวมคะแนนกิจกรรม	90		
แบบทดสอบหลังเรียน	20		
สรุปผลการประเมิน	120		

เกณฑ์การประเมิน

ผ่านเกณฑ์ เมื่อได้คะแนนกิจกรรมตั้งแต่ 80 คะแนนขึ้นไป หรือคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

และได้คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนตั้งแต่ 16 คะแนนขึ้นไป หรือคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

ไม่ผ่านเกณฑ์ เมื่อได้คะแนนกิจกรรมน้อยกว่า 80 คะแนน หรือคิดเป็นน้อยกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

และได้คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนน้อยกว่า 16 คะแนน หรือคิดเป็นน้อยกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

เฉลยใบงานที่ 1 การหักเหของแสง

1. กำหนดความเร็วของแสงในอากาศเท่ากับ 3×10^8 เมตรต่อวินาที วัตถุ A มีดรรชนีหักเหแสงเท่ากับ
- 2 จงหาความเร็วของแสงในตัวกลาง A

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด 1. $c = 3 \times 10^8$ เมตรต่อวินาที

2. v มีค่าเท่าใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

$$n = \frac{c}{v}$$

$$v = \frac{c}{n}$$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

$$v = \frac{c}{n}$$

$$v = \frac{3 \times 10^8}{2}$$

$$v = 1.5 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

$$v = \frac{c}{n}$$

$$1.5 \times 10^8 = \frac{3 \times 10^8}{2}$$

ดังนั้น ความเร็วของแสงในตัวกลาง A เท่ากับ 1.5×10^8 เมตรต่อวินาที

2. วัตถุ A มีดัชนีหักเหแสงเทียบกับอากาศเท่ากับ 1.5 วัตถุ B มีดัชนีหักเหแสงเทียบกับอากาศเท่ากับ 2.0 จงหา

1) ดรรชนีหักเหแสงของตัวกลาง A เทียบกับตัวกลาง B

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด 1. $n_B = 2$ 2. $n_A = 1.5$ 3. $n_A = ?$

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

$$n_A = \frac{n_A}{n_B}$$

$$n_A = \frac{n_A}{n_B}$$

$$n_A = \frac{1.5}{2}$$

$$n_A = 0.75$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

$$n_A = \frac{n_A}{n_B}$$

$$0.75 = \frac{1.5}{2}$$

ดังนั้น ดรรชนีหักเหแสงของตัวกลาง A เทียบกับตัวกลาง B เท่ากับ 0.75

เฉลยกิจกรรมที่ 1 การหักเหของแสง

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

จากอากาศไปแท่งพลาสติก			จากแท่งพลาสติกสู่อากาศ		
มุมตกกระทบ (θ_1)	มุมหักเห (θ_2)	$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$	มุมตกกระทบ (θ_3)	มุมหักเห (θ_4)	$\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$
30°	20°	1.47	20°	30°	0.68
45°	28°	1.50	28°	45°	0.66
60°	36°	1.48	36°	60°	0.68
0°	0°	0	0°	0°	0

จากอากาศไปแท่งแก้ว			จากแท่งแก้วสู่อากาศ		
มุมตกกระทบ (θ_1)	มุมหักเห (θ_2)	$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$	มุมตกกระทบ (θ_3)	มุมหักเห (θ_4)	$\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$
30°	20°	1.47	20°	30°	0.68
45°	28°	1.50	28°	45°	0.66
60°	35°	1.51	35°	60°	0.66
0°	0°	0	0°	0°	0

คำถามท้ายกิจกรรม

- เมื่อเปลี่ยนค่ามุมตกกระทบ θ_1 มุม θ_2 , θ_3 และ θ_4 เปลี่ยนแปลงด้วยหรือไม่อย่างไร
เปลี่ยนแปลงโดยมุม θ_2 จะมีค่าน้อยกว่ามุม θ_1 และมุม θ_4 จะมีค่ามากกว่ามุม θ_3
- ค่า $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ และ $\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร
อัตราส่วนของ $\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$ มีค่าคงตัว เป็นส่วนกลับของ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$

3. เมื่อแสงเดินทางจากอากาศซึ่งมีดรรชนีหักเหน้อย ไปยังแท่งพลาสติกซึ่งมีดรรชนีหักเหมาก มุมหักเหจะมีค่าเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับมุมตกกระทบ และถ้าแสงเดินทางกลับกันมุมหักเหจะมีค่าเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับมุมตกกระทบ

เมื่อแสงเดินทางจากอากาศไปยังแท่งพลาสติกมุมหักเหมี้น้อยกว่ามุมตกกระทบ และในทางกลับกันเมื่อแสงเดินทางจากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ มุมหักเหจะมากกว่ามุมตกกระทบ

4. ผลการทดลองสอดคล้องกับกฎของสเนลล์หรือไม่อย่างไร

แสงเกิดการหักเหเมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางหนึ่งไปอีกตัวกลางหนึ่ง โดยอัตราส่วนระหว่างค่า $\sin$ ของมุมตกกระทบกับ $\sin$ ของมุมหักเห มีค่าคงตัวค่าหนึ่ง ทั้งนี้ อัตราส่วนระหว่างค่า $\sin$ ของมุมตกกระทบและมุมหักเหของรังสีที่เดินทางจากตัวกลางหนึ่งเข้าสู่อีกตัวกลางหนึ่ง จะเป็นส่วนกลับของอัตราส่วนระหว่างค่า $\sin$ ของมุมตกกระทบและมุมหักเห ของรังสีที่เดินทางออกจากตัวกลางนั้นไปยังตัวกลางเดิม หรือ $\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$ เป็นส่วนกลับของ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ นั่นเอง โดยดรรชนีหักเหมี้นผลต่อมุมหักเหของแสง เป็นไปตามความสัมพันธ์ของกฎของสเนลล์

5. หากเปลี่ยนจากแท่งพลาสติกเป็นแท่งแก้ว ผลการทดลองจะสอดคล้องกับกฎของสเนลล์หรือไม่อย่างไร

สอดคล้องเพราะ อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหมี้นค่าคงตัว

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. เมื่อรังสีของแสงผ่านจากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติก แนวรังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ ทำให้มุมหักเหมี้น้อยกว่ามุมตกกระทบ
2. เมื่อรังสีของแสงผ่านจากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ แนวรังสีหักเหจะเบนออกเส้นปกติทำให้มุมหักเหมี้นค่ามากกว่ามุมตกกระทบ
3. เมื่อลำแสงตกกระทบตั้งได้ฉากกับผิวรอยต่อของตัวกลางคู่หนึ่ง แนวลำแสงทั้งหมดจะเป็นเส้นเดียวกัน

สรุปผลการทำกิจกรรม

เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางคู่หนึ่งๆ จะเกิดการหักเหของแสง (refraction) โดยเป็นไปตามกฎการหักเหแสง ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางที่หนึ่งกับไซน์ของมุมหักเหในตัวกลางหนึ่งมีค่าคงตัวเสมอ ข้อนี้เรียกว่า กฎของสเนลล์

ซึ่งเขียนเป็นสมการได้เป็น $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ เนื่องจาก $\frac{n_2}{n_1}$ มีค่าคงตัว เมื่อเม้มุมตกกระทบ

θ_1 จึงส่งผลให้มุมหักเห θ_2 มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย แต่ค่า $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ ยังมีค่าคงเดิม ในกรณีที่

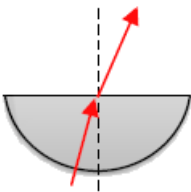
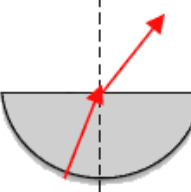
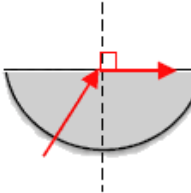
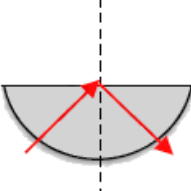
แสงตกกระทบจากอากาศ ($n_1=1$) แล้วหักเหผ่านรอยต่อเข้าสู่แท่งวัตถุค่า $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ จะมีค่า

เท่ากับดรรชนีหักเหของแท่งวัตถุ ส่วนกรณีที่แสงตกกระทบจากแท่งวัตถุแล้วหักเหผ่าน

รอยต่อออกสู่อากาศ ($n_2=1$) ค่า $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ จะมีค่าเท่ากับส่วนกลับของดรรชนีหักเหของแท่งวัตถุ

เฉลยกิจกรรมที่ 2 มุมวิกฤต

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

มุมตกกระทบ (องศา)	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	
	รูปแสดงทางเดินแสง	มุมหักเห (องศา)
20		31
30		48
42		90
50		50

คำถามท้ายกิจกรรม

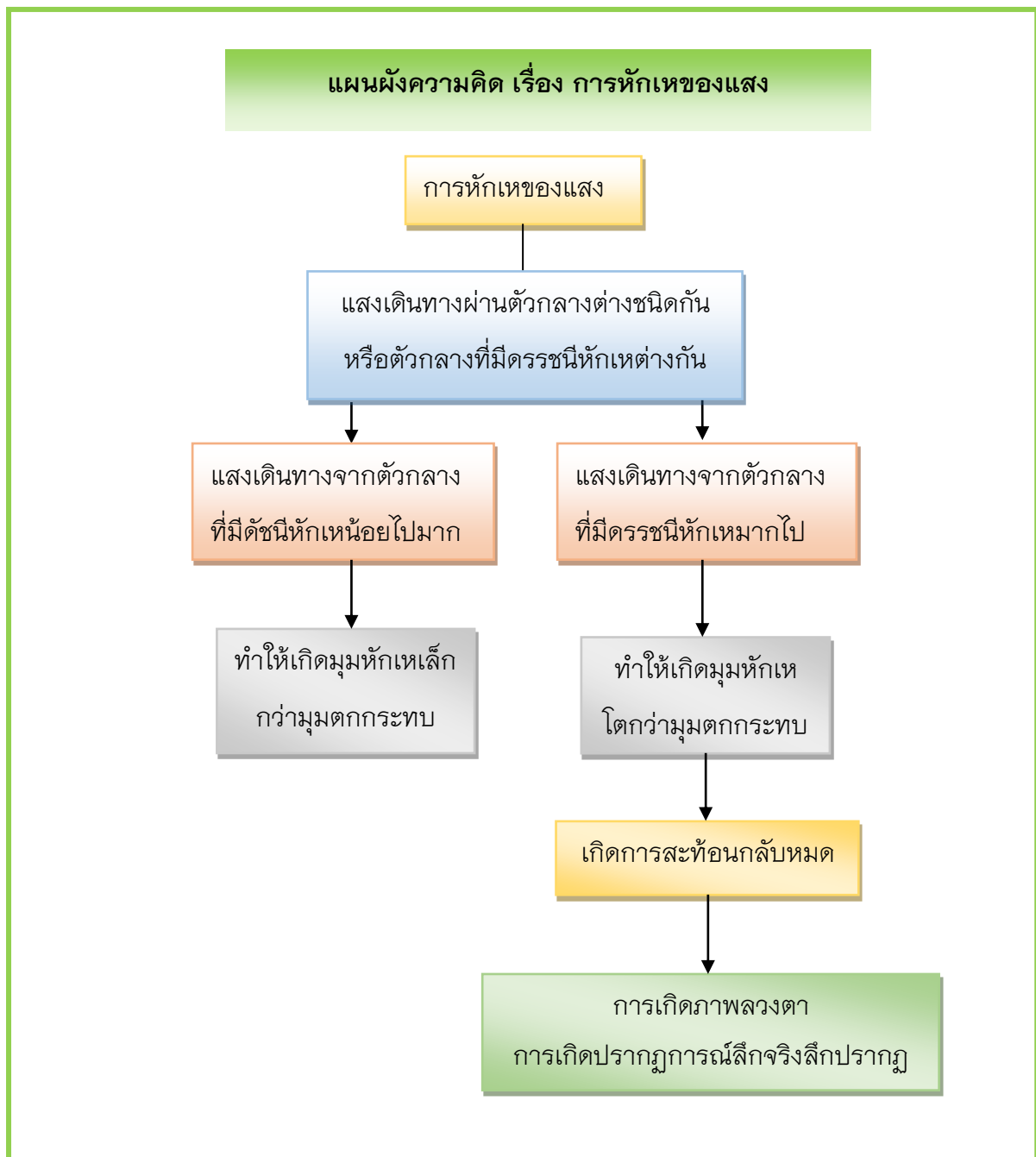
1. เมื่อมุมตกกระทบ 20 องศา จะเกิดการสะท้อนหรือการหักเห เป็นมุมกี่องศา
เกิดการหักเห
2. ต้องกำหนดค่ามุมตกกระทบเป็นเท่าไร จึงจะได้ค่ามุมหักเหเท่ากับ 90 องศา
มุม 42 องศา กับเส้นแนวฉาก
3. เมื่อเพิ่มค่ามุมตกกระทบเป็น 50 องศา แนวรังสีของแสงจะเป็นอย่างไร
แนวรังสีจะสะท้อนกลับมาจากในตัวกลางเดิม
4. จงเรียงลำดับขนาดของมุมตกกระทบที่ทำให้เกิด การหักเห มุมวิกฤต และการสะท้อนกลับหมด
จากมากไปหาน้อย
มุมตกกระทบที่เกิดการหักเหแสง < มุมวิกฤต < มุมตกกระทบที่เกิดการสะท้อนกลับหมด
5. การสะท้อนกลับหมดจะเกิดขึ้นเมื่อใด
เมื่อมุมตกกระทบมีขนาดโตกว่ามุมวิกฤต
6. ถ้าทำให้มุมตกกระทบมีขนาดโตขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีขนาดเท่ากับมุมวิกฤต และมีขนาดโตกว่ามุม
วิกฤตแล้ว จะปรากฏแนวรังสีหักเหในลักษณะใด
เมื่อมุมตกกระทบมีขนาดโตขึ้น มุมหักเหจะมีขนาดโตขึ้น เมื่อมุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ
มุมวิกฤตมุมหักเหจะเท่ากับ 90 องศา แล้วจะไม่ปรากฏรังสีหักเหอีกจะปรากฏรังสีสะท้อน
แทน
7. มุมวิกฤต หมายถึง มุมตกกระทบที่พอดีทำให้มุมหักเหในตัวกลางที่สองมีค่า 90 องศา

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

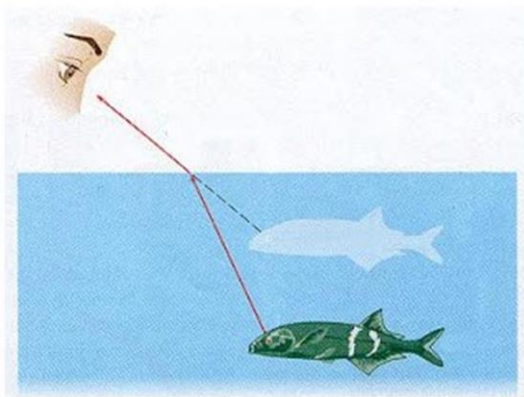
1. เมื่อลำแสงตกกระทบในแท่งพลาสติก จะมีแสงหักเหออกจากแท่งพลาสติก และมี
ลำแสงสะท้อนออกจากแท่งพลาสติกด้วย แสดงว่าส่วนหนึ่งของลำแสงตกกระทบเกิด
การหักเห และอีกส่วนหนึ่งเกิดการสะท้อน
2. เมื่อทำให้มุมตกกระทบทางโตขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงค่าหนึ่ง จะปรากฏแนวรังสีหักเหขนานไป
กับขอบแนวตรงของแท่งพลาสติกรูปครึ่งวงกลม มุมตกกระทบนี้เรียกว่า มุมวิกฤต
3. เมื่อมุมตกกระทบเป็นมุมวิกฤต จะทำให้มุมหักเหทาง 90 องศาพอดี
4. เมื่อทำให้มุมตกกระทบมีขนาดโตกว่ามุมวิกฤต จะไม่ปรากฏรังสีหักเห แต่จะปรากฏรังสี
สะท้อนแทนเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า การสะท้อนกลับหมด

สรุปผลการทำกิจกรรม

ถ้ามุมตกกระทบในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย รังสีจะทำมุม 90 องศา และเรียกมุมตกกระทบว่า “มุมวิกฤต” และถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตจะไม่มีรังสีหักเหออกสู่ตัวกลางที่มีดัชนีหักเหต่ำกว่า จะมีแต่รังสีสะท้อนในตัวกลางเดิม เรียกปรากฏการณ์เช่นนี้ว่า “การสะท้อนกลับหมด”



แนวคำตอบของชุดกิจกรรม



คำถาม

- จากภาพนักเรียนคิดว่าตำแหน่งที่แท้จริงของปลาอยู่ที่ตำแหน่งใด
ตำแหน่งของปลาอยู่ตำแหน่งที่ลึกกว่าที่ตามองเห็นเนื่องจากการหักเหของแสง
- หากนักเรียนจะจับปลาตัวนี้ จะมีวิธีการจับอย่างไร จึงจะสามารถจับได้
จับปลาในตำแหน่งที่ลึกกว่าที่ตามองเห็นจึงจะสามารถจับตัวปลาได้
- เราจะสามารถเห็นรุ้งได้ในเวลาใด
เวลาที่มีฝนตกและมีแสงแดด
- รุ้งกินน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร
เกิดจากแสงแดดส่องผ่านละอองน้ำในอากาศ ทำให้แสงสีต่าง ๆ เกิดการหักเหขึ้น จึงเห็นเป็นแถบสีต่าง ๆ ปรากฏขึ้นบนท้องฟ้า รุ้งปฐมภูมิจะประกอบด้วยสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง

เฉลยแบบฝึกหัดทบทวนชุดที่ 1

-**x**..... 1. การหักเหของแสง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงความถี่เมื่อเปลี่ยนตัวกลาง
-**✓**..... 2. ดรรชนีหักเหของแสงของวัตถุต่างชนิดกันย่อมมีค่าไม่เท่ากัน
-**✓**..... 3. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่งๆ อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่งกับค่าไซน์ของมุมหักเหในตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงตัวเสมอ และเรียกค่าคงตัวนี้ว่า ดรรชนีหักเหของวัตถุเทียบตัวกลางที่แสงตกกระทบ
-**✓**..... 4. จากกฎการหักเหของแสง จะได้ว่า รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสี หักเหต้องอยู่บนระนาบเดียวกัน
-**x**..... 5. ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดรรชนีหักเหน้อยไปตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมาก โดยแนวทางการเดินทางไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก
-**x**..... 6. มุมวิกฤต หมายถึง มุมหักเหที่พอดีทำให้มุมตกกระทบมีค่า 90 องศา
-**x**..... 7. ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดรรชนีหักเหมากไปตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย โดยแนวทางการเดินทางไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง แสงจะสะท้อนกลับหมดเสมอ
-**✓**..... 8. ถ้ามุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมวิกฤต แสงจะไม่หักเห แต่จะมีการสะท้อนกลับหมด
-**✓**..... 9. ถ้ามุมตกกระทบมีค่าน้อยกว่ามุมวิกฤต แสงจะเกิดการหักเหออกจากเส้นแนวฉาก
-**x**..... 10. จะเกิดมุมวิกฤต หรือปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดได้ แสงจะเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อยไปยังดรรชนีหักเหมาก โดยแนวทางการเดินทางของแสงไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง

เฉลยแบบฝึกหัดทบทวนชุดที่ 2

1. เมื่อแสงทำมุมตกกระทบ 60 องศา กับแท่งแก้วซึ่งมีดรรชนีหักเหเป็น $\sqrt{3}$ รังสีหักเหจะทำมุมกับผิวแก้วกี่องศา

วิธีทำ

- ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด
1. มุมตกกระทบ $\theta_1 = 60^\circ$
 2. ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 $n_1 = 1$
 3. ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 $n_2 = \sqrt{3}$
 4. มุมหักเหเป็นกี่องศา $\theta_2 = ?$

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ใช้กฎของสเนลล์ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน
แทนค่า

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

$$(1) \sin 60^\circ = (\sqrt{3}) \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{(\sqrt{3}/2)}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$$

$$\sin \theta_2 = \frac{1}{2}$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{2} \right) = 30^\circ$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

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

$$(1) \sin 60^\circ = (\sqrt{3}) \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{(\sqrt{3}/2)}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$$

$$\sin 30 = \frac{1}{2}$$

ตอบ 30 องศา

2. แก้วชนิดหนึ่งและน้ำมีค่าดัชนีหักเห 1.55 และ 1.33 ถ้าแสงตกกระทบจากแก้วเป็นมุม 30° ไปยังน้ำ ค่ามุมหักเหมีค่าเท่าใด

วิธีทำ

- ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด
1. ดัชนีหักเหของแก้ว (n_1) = 1.55
 2. ดัชนีหักเหของน้ำ (n_2) = 1.33
 3. มุมตกกระทบแก้ว (θ_1) = 30°
 4. ค่ามุมหักเห θ_2 = ?

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ใช้กฎของสเนลล์ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

$$1.55 \sin 30 = 1.33 \sin \theta_2$$

$$1.55 \times \frac{1}{2} = 1.33 \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{1.55}{1.33} \times \frac{1}{2}$$

$$\sin \theta_2 = 0.58139$$

ดังนั้น $\theta_2 = 31.2^\circ$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

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

$$1.55 \sin 30 = 1.33 \sin \theta_2$$

$$1.55 \times \frac{1}{2} = 1.33 \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{1.55}{1.33} \times \frac{1}{2}$$

$$\sin 31.2^\circ = 0.58139$$

ตอบ $\theta_2 = 31.2^\circ$

3. ถ้ามุมวิกฤตของตัวกลางหนึ่งเป็น 30 องศา จงหาอัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้น

วิธีทำ

- ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด
1. มุมวิกฤต $\theta_1 = 30$ องศา
 2. มุมหักเห $\theta_2 = 90$ องศา
 3. หาอัตราเร็วของแสงในตัวกลาง = ?

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

แทนค่า

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{\sin 30}{\sin 90} = \frac{V_1}{3 \times 10^8}$$

$$V_1 = \frac{1}{2} (3 \times 10^8)$$

$$V_1 = 1.5 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

แทนค่า

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{\sin 30}{\sin 90} = \frac{V_1}{3 \times 10^8}$$

$$\frac{\frac{1}{2}}{1} = \frac{1.5 \times 10^8}{3 \times 10^8}$$

$$V_1 = 1.5 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ดังนั้น อัตราเร็วของในตัวกลางเท่ากับ 1.5×10^8 เมตร/วินาที

4. นำแท่งแก้วหนา 6 เซนติเมตร วางทับเหรียญบาท ผู้สังเกตจะเห็นเหรียญบาทอยู่ต่ำกว่าผิวแท่งแก้วเท่าใด เมื่อดัชนีหักเหของแท่งแก้วเท่ากับ $\frac{3}{2}$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โจทย์กำหนด 1. ความหนาของแท่งแก้ว (h_1) = 6 cm

$$2. \text{ ดัชนีหักเหของแท่งแก้ว} = \frac{3}{2}$$

$$3. \text{ ดัชนีหักเหของอากาศ} = 1$$

4. ความลึกปรากฏ = ?

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

$$\frac{\text{ลึกปรากฏ}}{\text{ลึกจริง}} = \frac{n_2}{n_1}$$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน จากสมการ

แทนค่า

$$\begin{aligned} \frac{\text{ลึกปรากฏ}}{\text{ลึกจริง}} &= \frac{n_2}{n_1} \\ \frac{\text{ลึกปรากฏ}}{6} &= \frac{1}{\frac{3}{2}} \end{aligned}$$

$$\text{ลึกปรากฏ} = \frac{2 \times 6}{3}$$

$$\text{ลึกปรากฏ} = 4$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

$$\begin{aligned} \frac{\text{ลึกปรากฏ}}{\text{ลึกจริง}} &= \frac{n_2}{n_1} \\ \frac{\text{ลึกปรากฏ}}{6} &= \frac{1}{\frac{3}{2}} \end{aligned}$$

$$4 = \frac{2 \times 6}{3}$$

$$\text{ลึกปรากฏ} = 4$$

ตอบ ระยะที่เห็นเหรียญบาทคือ 4 เซนติเมตร

เฉลยแบบทดสอบ

ก่อนเรียน – หลังเรียน

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

