ฟิสิกส์โกเอก

ฟิสิกส์

ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1

บทที่ 9 คลื่นกล
บทที่ 10 เสียง

โดย ครูโกเอก (นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์)

คำนำ

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการเรียนในห้องเรียนวิชาฟิสิกส์ของครูโกเอก (นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์) ครูโกเอกได้จัดเรียงเนื้อหาและโจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นจากง่ายไปยาก ซึ่งนักเรียนจะเข้าใจวิชาฟิสิกส์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำข้อสอบได้

ครูโกเอกได้จัดทำสารบัญเพื่อให้นักเรียนสามารถจัดเวลาในการเรียนได้สะดวกขึ้น โดยระบุว่าแต่ละคอร์สมีวีดีโอกี่ครั้ง และแต่ละครั้งมีจำนวนชั่วโมงเรียนเท่าใด ซึ่งได้ระบุหน้าของเอกสารการเรียนต่อท้ายไว้ด้วย นักเรียนควรทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่เรียน เพื่อเป็นการเสริมประสบการณ์ในการทำโจทย์และทำให้เข้าใจมากขึ้น หากมีปัญหาหรือข้อสงสัยในเนื้อหาวิชา สามารถถามได้ที่ facebook/ฟิสิกส์โกเอก

ครูโกเอกหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคอร์สเรียนและเอกสารการเรียนที่จัดทำขึ้นนี้จะให้ประโยชน์กับนักเรียนและขอให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนและการสอบเข้าทุกระดับ

ครูโกเอก
(นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์)

ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1

บทที่ 9. คลื่นกล

สารบัญ บทที่ 9. คลื่นกล

VDO ครั้งที่	เวลา (ชั่วโมง)	เรื่องที่สอน	หน้า
VDO ครั้งที่ 1	2:02	1. คลื่นและส่วนประกอบของคลื่น	1 – 9
VDO ครั้งที่ 2	2:01	2. การซ้อนทับกันของคลื่น 3. การสะท้อนของคลื่น	11 – 23
VDO ครั้งที่ 3	1:44	3. การสะท้อนของคลื่น 4(1) การหักเหของคลื่น	24 – 36
VDO ครั้งที่ 4	2:04	4(1) การหักเหของคลื่น 4(2) การแทรกสอดของคลื่น	37 – 51
VDO ครั้งที่ 5	1:31	4(2) การแทรกสอดของคลื่น 5. การเลี้ยวเบนของคลื่น	52 – 63

9. คลื่นกล

1. คลื่นและส่วนประกอบของคลื่น

<u>คลื่น</u> คือ **การถ่ายทอดพลังงานและโมเมนตัม** จากแหล่งกำเนิดไปบริเวณโดยรอบ โดยที่**ตัวกลางไม่เคลื่อนที่**ตามไปด้วย

<u>1. การจำแนกคลื่น</u>

<u>1. จำแนกโดยใช้ตัวกลาง</u>

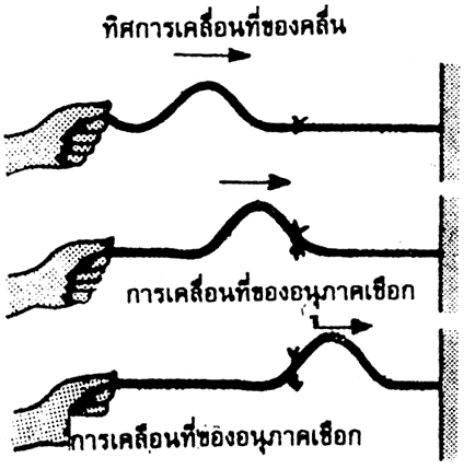
1.1 คลื่นกล (Mechanical Wave) เป็นคลื่นที่**อาศัยตัวกลาง**ในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นน้ำ, คลื่นในเส้นเชือก, คลื่นเสียง

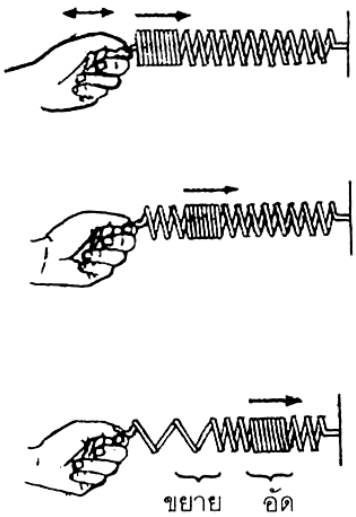
1.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) เป็นคลื่นที่**ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง**ในการเคลื่อนที่ มี 7 ชนิด คือ คลื่นวิทยุ, คลื่นไมโครเวฟ, รังสีอินฟราเรด, แสง, รังสีอัลตราไวโอเลต, รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา

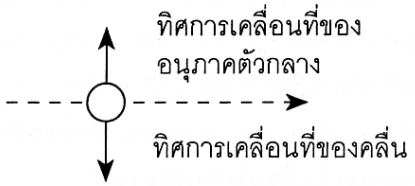
<u>2. จำแนกตามลักษณะการสั่นของแหล่งกำเนิด</u>

2.1 คลื่นตามขวาง (Transverse Wave) เป็นคลื่นที่มีทิศ**การสั่นของตัวกลางอยู่ในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่**ของแหล่งกำเนิด (ตัวกลาง) เช่น คลื่นผิวน้ำ, คลื่นในเส้นเชือก, คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด

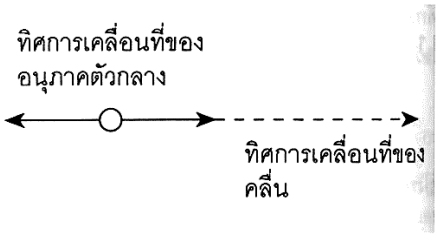
2.2 คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) เป็นคลื่นที่มีทิศ**การสั่นของตัวกลางอยู่ในแนวขนานกับทิศการเคลื่อนที่**ของแหล่งกำเนิด (ตัวกลาง) เช่น คลื่นเสียง, คลื่นในสปริง







การสั่นของอนุภาคตัวกลางของคลื่นตามขวาง



การสั่นของอนุภาคตัวกลางของคลื่นตามยาว

3. จำแนกตามความต่อเนื่องของการสั่นของแหล่งกำเนิด

3.1 คลื่นดล (Pulse Wave) เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่นเพียงครั้งเดียว

3.2 คลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave) เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่นอย่างต่อเนื่อง เกิดคลื่นแผ่ไปเป็นขบวนอย่างต่อเนื่อง

Ex1 คลื่นใดต่อไปนี้ เป็นคลื่นที่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ (Onet49)

ก. คลื่นแสง ข. คลื่นเสียง ค. คลื่นผิวน้ำ

คำตอบที่ถูกต้องคือ

1. ทั้ง ก ข และ ค 2. ข้อ ข และ ข้อ ค 3. ข้อ ก เท่านั้น 4. ผิดทุกข้อ

Ex2 ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นตามยาว (Onet52)

1. เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางมีการสั่นในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
2. เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ไปตามแนวยาวของตัวกลาง
3. เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
4. เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางมีการสั่นได้หลายแนว

Ex3 ถ้ากระทุ่มน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ ลูกปิงปองที่ลอยอยู่ห่างออกไปจะเคลื่อนที่อย่างไร (Onet50)

1. ลูกปิงปองเคลื่อนที่ออกห่างไปมากขึ้น
2. ลูกปิงปองเคลื่อนที่เข้ามาหา
3. ลูกปิงปองเคลื่อนที่ขึ้น-ลงอยู่ที่ตำแหน่งเดิม
4. ลูกปิงปองเคลื่อนที่ไปด้านข้าง

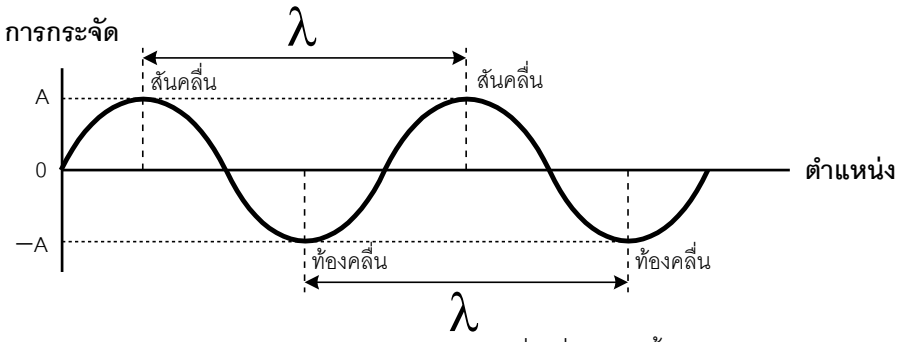
Ex4 ข้อใดเป็นจริงสำหรับคลื่นผิวน้ำ

1. อนุภาคของน้ำไม่ได้เคลื่อนที่ตามไปด้วย แสดงว่าพลังงานไม่ได้ถ่ายทอดไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
2. ขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง อนุภาคของน้ำจะเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับคลื่น
3. เมื่อเกิดคลื่น อนุภาคของน้ำที่เป็นตัวกลางจะเคลื่อนที่ไปในลักษณะส่วนอัด ส่วนขยาย
4. อนุภาคของน้ำจะเคลื่อนที่ขึ้นลงอยู่กับที่ ในขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ตั้งฉากกับอนุภาคของน้ำ

Ex5 ข้อใดจัดเป็นคลื่นตามยาว

1. คลื่นเสียงในอากาศ คลื่นในสายกีตาร์ 2. คลื่นน้ำ คลื่นไมโครเวฟ
3. คลื่นจากการอัดสปริง คลื่นอัลตราซาวด์ 4. คลื่นแสง คลื่นน้ำ

2. ส่วนประกอบของคลื่น

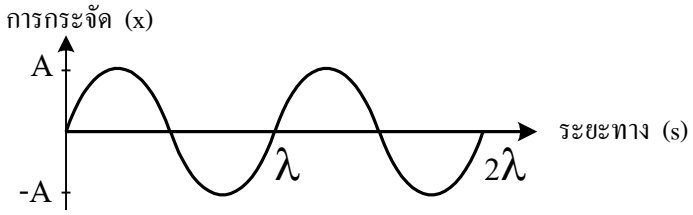


การกระจัด (displacement, x) คือ ตำแหน่งของตัวกลางที่เปลี่ยนไป (ขึ้น หรือ ลง จากตำแหน่งเดิม)

แอมปลิจูด (amplitude, A) คือ การกระจัดที่มากที่สุด บอกถึง**พลังงานของคลื่น** โดย $E \propto A^2$

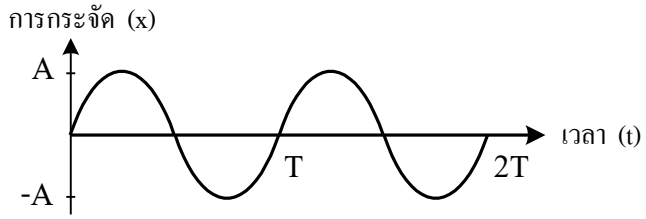
ความยาวคลื่น (wavelength, λ) คือ ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ 1 รอบ

กราฟการกระจัด - ระยะทาง



คาบ (period, T) คือ เวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ (1 ลูกคลื่น)

กราฟการกระจัด - เวลา



ความถี่ (frequency, f) คือ จำนวนลูกคลื่นที่เคลื่อนที่ใน 1 หน่วยเวลา

3. อัตราเร็วของคลื่น

เมื่อ v = อัตราเร็วของคลื่น (m/s)

f = ความถี่ของคลื่น (Hz)

λ = ความยาวคลื่น (m)

<u>Ex1</u> คลื่นขบวนหนึ่งเคลื่อนที่ได้ 10 เมตร ในเวลา 2 วินาที คลื่นขบวนนี้มีระยะระหว่างสันคลื่นถึงสันคลื่นที่ติดกัน 2 เมตร

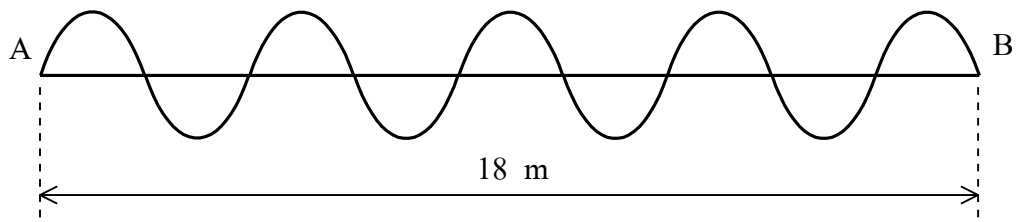
จงหา

1.1 อัตราเร็วของคลื่น.....

1.2 ความยาวคลื่น.....

1.3 ความถี่และคาบของคลื่น.....

<u>Ex2</u> คลื่นขบวนหนึ่งเคลื่อนที่จาก A ไป B ในเวลา 9 วินาที มีลักษณะของคลื่นดังรูป



จงหา

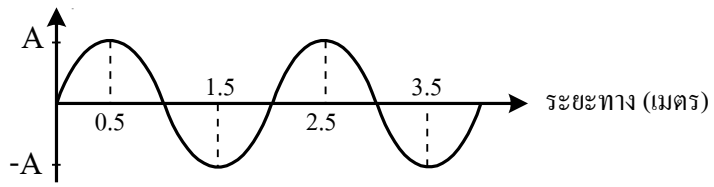
2.1 ความยาวคลื่น.....

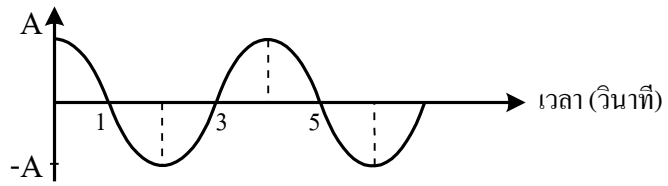
2.2 คาบของคลื่นขบวนนี้.....

2.3 ความถี่ของคลื่นขบวนนี้.....

2.4 อัตราเร็วของคลื่น.....

<u>Ex3</u> เชือกเส้นหนึ่งสั่นด้วยความถี่ค่าหนึ่งทำให้เกิดคลื่นต่อเนื่อง วาดกราฟ การกระจัด – ระยะทาง และ การกระจัด – เวลา ได้ดังรูป จงหาอัตราเร็วของคลื่นต่อเนื่องนี้.....



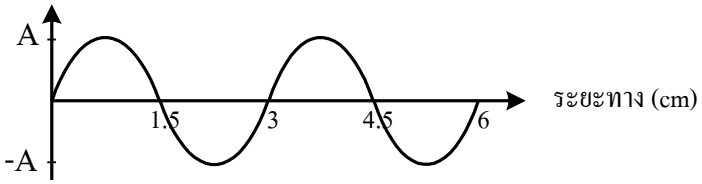


<u>Ex4</u> ถ้าความเร็วของคลื่นน้ำเท่ากับ 6.0 เมตรต่อวินาที ขณะที่สันคลื่นที่หนึ่งและที่สี่ห่างกัน 7.2 เมตร คลื่นนี้มีความถี่เท่าใด (Anet49)

1. 0.8 Hz
2. 2.5 Hz
3. 3.3 Hz
4. 4.3 Hz

<u>Ex5</u> คลื่นต่อเนื่องชุดหนึ่ง สันคลื่นลูกที่ 2 อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่น 0.3 เมตร และสันคลื่นลูกที่ 10 อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่น 2.7 เมตร ถ้าคลื่นนี้มีความถี่ 500 เฮิรตซ์ จงหาอัตราเร็วคลื่น……

<u>Ex6</u> กำหนดให้คลื่นน้ำดังรูปมีอัตราเร็ว 30 เซนติเมตร/วินาที จงหา



6.1 ตำแหน่งใด ๆ บนคลื่นจะสั่นขึ้นลงกี่รอบ/วินาที……

6.2 ในเวลา 5 วินาที คลื่นจะเคลื่อนได้กี่ลูก……..

6.3 จะต้องใช้เวลานานเท่าใด จึงจะเคลื่อนที่ได้ 100 ลูก.....

<u>Ex7</u> คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความเร็ว 3×10^{8} เมตรต่อวินาที มีความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร จงหา

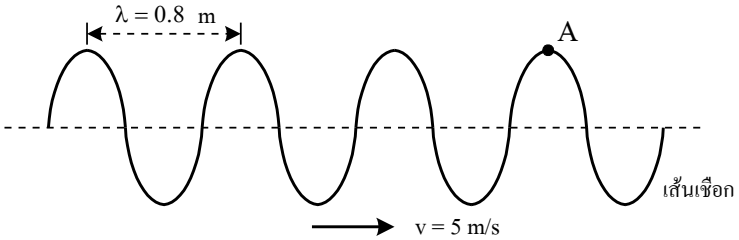
7.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้สั่นกี่รอบในเวลา 30 วินาที…….....

7.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใดในเวลา 30 วินาที.....

<u>Ex8</u> จุดบนคลื่นในเส้นเชือกจุดหนึ่ง เคลื่อนที่จากตำแหน่งสูงสุดเข้าหาตำแหน่งสมดุลใช้เวลา 0.2 วินาที จงหาเวลาที่อนุภาคนี้เคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ และจงหาอัตราเร็วของคลื่น กำหนดให้ความยาวคลื่นเป็น 0.8 เมตร.....

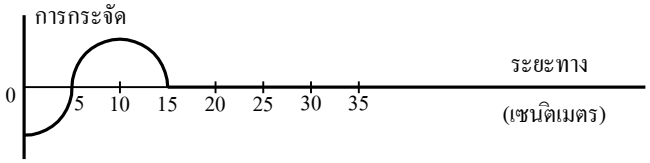
<u>Ex9</u> คลื่นตามขวางรูปไซน์บนเส้นเชือกกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวามือ ขณะหนึ่งจุด A ซึ่งเป็นจุดสีแดงแต้มเล็กๆ บนเส้นเชือกกำลังอยู่ที่สันคลื่นพอดี อีกนานเท่าใดจุด A จึงจะเคลื่อนลงมาอยู่ที่ตำแหน่งปกติ (ระดับเส้นประ) (Anet51)

1. 20 ms
2. 40 ms
3. 60 ms
4. 80 ms

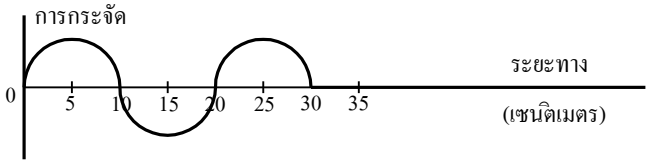


<u>Ex10</u> คลื่นในเส้นเชือกยาว เมื่อเวลาหนึ่งเป็นดังที่เห็นในรูป ก. หลังจากนั้น 0.5 วินาที เป็นดังที่เห็นในรูป ข. ความถี่ของคลื่นเป็นกี่เฮิรตซ์ (Ent31).....

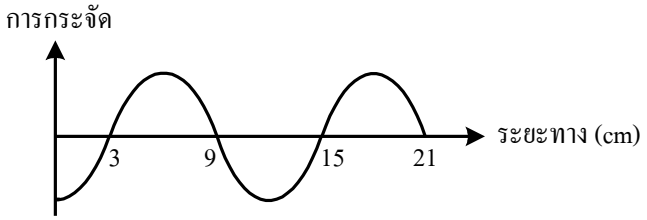
รูป ก.



รูป ข.



<u>Ex11</u> เชือกที่ยาวมากและสม่ำเสมอเส้นหนึ่งถูกขึงตึงอยู่นิ่ง ถ้าเราสะบัดปลายเชือกอีกข้างหนึ่งขึ้นลงอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 2.5 วินาที รูปร่างของเส้นเชือกจะเปลี่ยนแปลงดังรูป



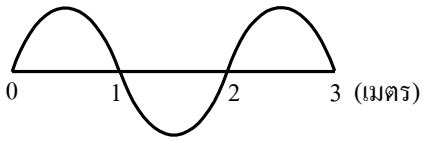
จงหา

11.1 ความยาวคลื่น……..

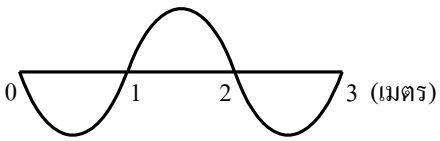
11.2 ความถี่ของคลื่น.....

11.3 อัตราเร็วของคลื่น……

<u>Ex12</u> เชือกยาวมากเส้นหนึ่งกำลังสั่น เมื่อมองเพียงส่วนหนึ่งซึ่งยาว 3 เมตร เห็นคลื่นในเส้นเชือกดังรูป A แต่พอ 2 วินาที ต่อมาเปลี่ยนเป็นรูป B จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่มีค่าน้อยที่สุด……..



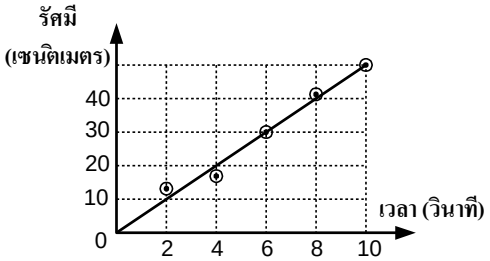
รูป A



รูป B

<u>Ex13</u> ในการสังเกตของของกลุ่มนักเรียนกลุ่มหนึ่งพบว่า เมื่อทำให้เกิดคลื่นดลวงกลมขึ้นในถาดคลื่น รัศมีของคลื่นดลวงกลมที่เวลาต่าง ๆ เป็นไปตามกราฟข้างล่าง ถามว่านักเรียนกลุ่มนี้ทำให้เกิดคลื่นต่อเนื่องขึ้นในถาดคลื่นนี้ด้วยความถี่ 10 เฮิรตซ์ ยอดคลื่น 2 ยอดที่อยู่ใกล้กันมากที่สุดจะอยู่ห่างกันกี่เซนติเมตร (Ent32)

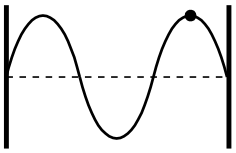
1. 0.5
2. 2.0
3. 5.0
4. 50.0



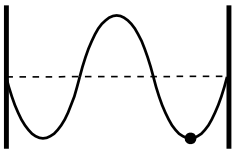
<u>Ex14</u> คลื่นในเชือกเส้นหนึ่งซึ่งขึงให้ตึงที่ปลายทั้งสองข้าง กำลังสั่นในแนวดิ่ง ณ เวลา t = 0 วินาที รูปร่างของเชือกเป็นดังรูป (ก) เมื่อเวลาผ่านไป 0.2 วินาที รูปร่างของเชือกเป็นดังรูป (ข) และถ้าเวลาผ่านไป 0.4 วินาที รูปร่างของเชือกจะกลับมาเป็นรูป (ก) อีกครั้ง ถ้าระยะห่างระหว่างจุดตรึงของเชือกเท่ากับ 12 เมตร อัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือกเป็นกี่เมตร/วินาที (PAT2 ต.ค.53)

1. 10
2. 20
3. 30
4. 40

(ก)



(ข)



<u>Ex15</u> เมื่อทำให้เกิดคลื่นดลหน้าคลื่นเส้นตรงในชุดถาดคลื่น โดยใช้คานกำเนิดคลื่นตรงกระทุ่มน้ำ 1 ครั้ง พบว่าคลื่นดลนี้เคลื่อนที่ไปถึงขอบถาดที่อยู่ห่างออกไป 40 ซม. ในเวลา 10 วินาที และมีคลื่นสะท้อนน้อยมากจากขอบถาด ต่อมาทำให้คานกำเนิดคลื่นกระทบน้ำด้วยความถี่ 10 ครั้ง/วินาที อย่างสม่ำเสมอ จะพบว่าเวลาที่ยอดคลื่น 2 ยอดที่อยู่ใกล้กันที่สุดจะเคลื่อนที่มาถึงขอบถาดห่างกันเป็นเวลากี่วินาที (Ent34)

1. 0.1 วินาที
2. 0.25 วินาที
3. 1.0 วินาที
4. 4.0 วินาที

4. การบอกตำแหน่งของการเคลื่อนที่แบบคลื่น

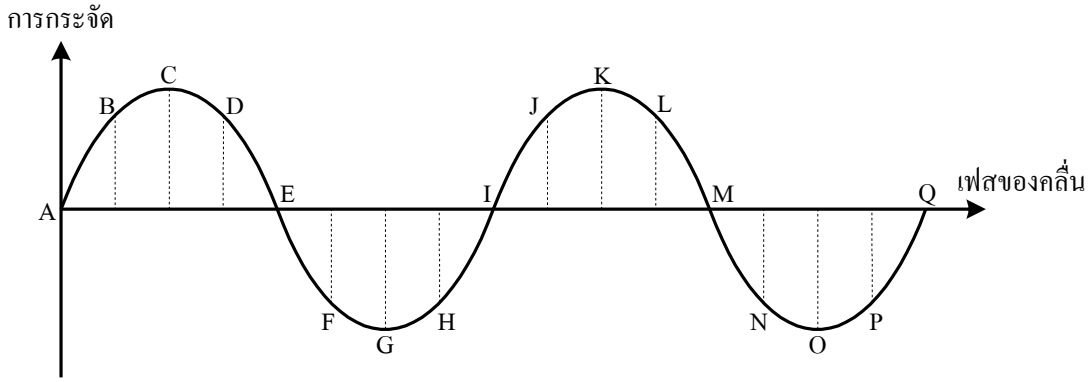
เฟส (phase, ϕ) คือ การบอกตำแหน่งของคลื่นโดยใช้มุม คลื่น 1 รอบมีเฟส 2π rad

เฟส 0° อยู่ที่ตำแหน่งที่มีการเคลื่อนที่**ขึ้น** เมื่อเวลาผ่านไปเล็กน้อย (สมมติว่าเป็นตำแหน่งเริ่มต้นของคลื่น)

เฟส 90° หรือ $\frac{\pi}{2}$ rad อยู่ที่ตำแหน่งสันคลื่น

เฟส 180° หรือ π rad อยู่ที่ตำแหน่งที่มีการเคลื่อนที่**ลง** เมื่อเวลาผ่านไปเล็กน้อย

เฟส 270° หรือ $\frac{3\pi}{2}$ rad อยู่ที่ตำแหน่งท้องคลื่น



4.1 **ตำแหน่งที่มีเฟสตรงกัน** (inphase) คือ ตำแหน่งบนคลื่นที่มีลักษณะการเคลื่อนที่เหมือนกัน

มีระยะห่างกัน.....

มีเวลาต่างกัน.....

มีเฟสต่างกัน.....

4.2 **ตำแหน่งที่มีเฟสตรงข้ามกัน** (out of phase) คือ ตำแหน่งบนคลื่นที่มีลักษณะการเคลื่อนที่ตรงข้ามกัน

มีระยะห่างกัน.....

มีเวลาต่างกัน.....

มีเฟสต่างกัน.....

Ex1 ตำแหน่งบนคลื่นที่มีเฟสเดียวกับ A, D, F คือ

Ex2 ตำแหน่งบนคลื่นที่มีเฟสตรงข้ามกับ A, D, F คือ

ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1

บทที่ 10. เสียง

สารบัญ บทที่ 10. เสียง

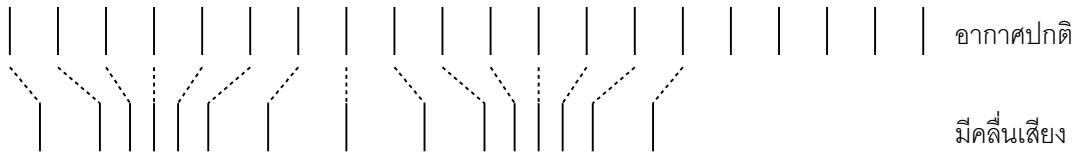
VDO ครั้งที่	เวลา (ชั่วโมง)	เรื่องที่สอน	หน้า
VDO ครั้งที่ 1	0:28	1. เสียงและสมบัติของเสียง	1 – 3
VDO ครั้งที่ 2	2:01	1. เสียงและสมบัติของเสียง	3 – 10
VDO ครั้งที่ 3	2:02	1. เสียงและสมบัติของเสียง 2. ความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง	7 – 19
VDO ครั้งที่ 4	1:50	2. ความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง 3. การบีตส์	19 – 29
VDO ครั้งที่ 5	2:07	4. การสั่นพ้องของเสียง	32 – 40
VDO ครั้งที่ 6	2:00	5. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ 6. คลื่นกระแทก	44 – 52

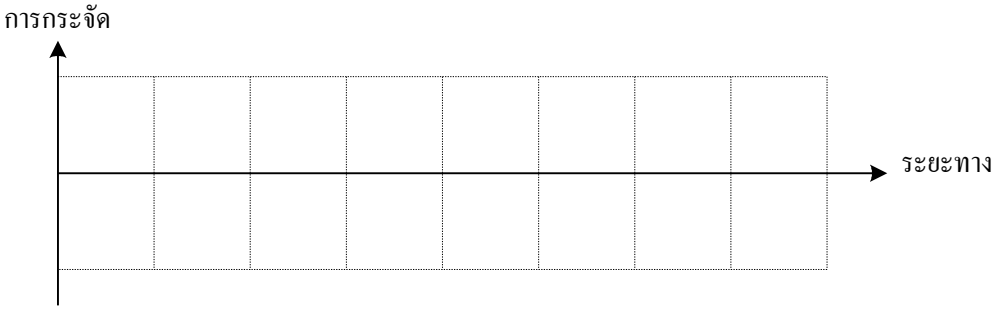
10. เสียง

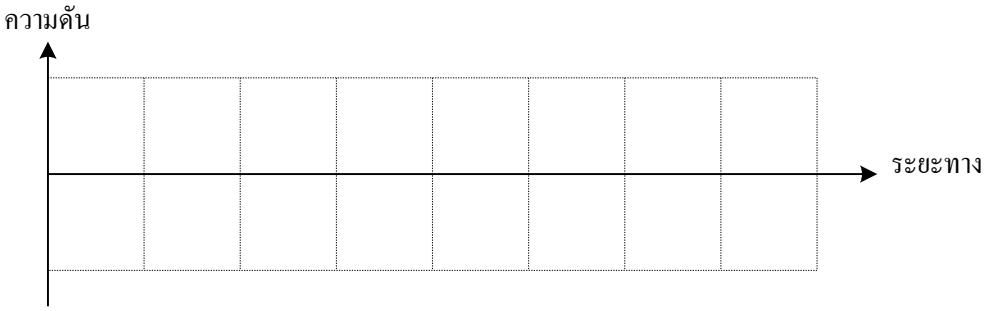
1. เสียงและสมบัติของเสียง

<u>1. **เสียง**</u> เกิดจากการสั่น (อัด-ขยาย) ของโมเลกุลอากาศ (ตัวกลาง) ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่จึงเป็น**คลื่นกล** และโมเลกุลอากาศสั่นในทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงจึงเป็น**คลื่นตามยาว**

<u>กราฟการกระจัดของโมเลกุลอากาศกับระยะทาง, กราฟความดันกับระยะทางของคลื่นเสียง</u>





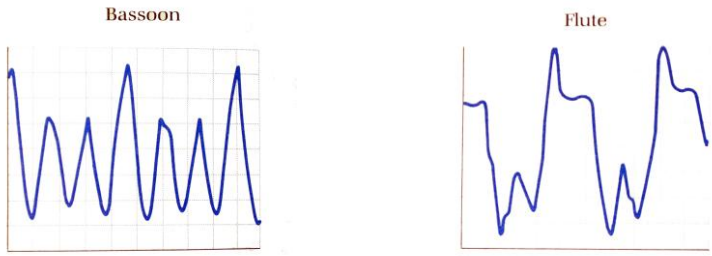


<u>สิ่งที่ควรรู้</u>

1. <u>ความถี่ของเสียง</u> บอกระดับเสียง โดยเสียงที่มีความถี่สูงจะเป็นเสียงแหลม เสียงที่มีความถี่ต่ำจะเป็นเสียงทุ้ม
   มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ 20 - 20 000 Hz

2. <u>ความเข้มและระดับความเข้มเสียง</u> บอกความดัง – ค่อย ของเสียง
   มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความเข้ม 10^{-12} - 1 W/m^2
   มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้ม 0 – 120 dB

3. <u>คุณภาพเสียง</u> บอกลักษณะของคลื่นเสียง ซึ่งแหล่งกำเนิดเสียงต่างชนิดกันจะให้คลื่นเสียงที่มีลักษณะต่างกัน ทำให้สามารถแยกได้ว่า เป็นแหล่งกำเนิดเสียงใด



รูปร่างคลื่นเสียงของ Bassoon และ Flute ต่างกัน ทำให้เราสามารถแยกได้ว่าเป็นเสียงของอะไร

4. <u>อัตราเร็วเสียงในตัวกลางต่างชนิดกัน</u> จะต่างกัน ขึ้นกับสมบัติการอัดได้ของตัวกลางแต่ละชนิด
   เช่น $v_{\text{อากาศ}}$ = 331 m/s, $v_{\text{ไฮโดรเจน}}$ = 1,270 m/s, $v_{\text{น้ำ}}$ = 1,450 m/s, $v_{\text{เหล็ก}}$ = 5,100 m/s

   <u>อัตราเร็วของเสียงในของไหล</u>

B = ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของ Bulk (Bulk Modulus) (N/m^2)

$$= \frac{\Delta P}{\Delta V / V}$$

ρ = ความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3)

<u>อัตราเร็วของเสียงในของแข็ง</u>

Y = ค่ามอดูลัสความยืดหยุ่นของวัตถุ (N/m^2)

ρ = ความหนาแน่นของของแข็ง (kg/m^3)

<u>อัตราเร็วของเสียงในของแก๊ส</u>

γ, R = ค่าคงที่ของแก๊ส

M = มวลโมเลกุลของก๊าซ (kg)

T = อุณหภูมิในหน่วย K

2. อัตราเร็วเสียงในอากาศ

<u>2.1 อัตราเร็วเสียงที่ทุกอุณหภูมิ</u>

เมื่อ T = อุณหภูมิในหน่วย K

<u>2.2 อัตราเร็วเสียงโดยประมาณที่อุณหภูมิระหว่าง -30°C ถึง 45°C</u>

t = อุณหภูมิในหน่วย ^{0}C

<u>2.3 การเปรียบเทียบอัตราเร็วเสียง</u>

ฟิสิกส์โกเอก

ฟิสิกส์

ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 2

บทที่ 11 แสงและทัศนอุปกรณ์
บทที่ 12 แสงเชิงฟิสิกส์

โดย ครูโกเอก (นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์)

คำนำ

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการเรียนในห้องเรียนวิชาฟิสิกส์ของครูโกเอก (นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์) ครูโกเอกได้จัดเรียงเนื้อหาและโจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นจากง่ายไปยาก ซึ่งนักเรียนจะเข้าใจวิชาฟิสิกส์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำข้อสอบได้

ครูโกเอกได้จัดทำสารบัญเพื่อให้นักเรียนสามารถจัดเวลาในการเรียนได้สะดวกขึ้น โดยระบุว่าแต่ละคอร์สมีวีดีโอกี่ครั้ง และแต่ละครั้งมีจำนวนชั่วโมงเรียนเท่าใด ซึ่งได้ระบุหน้าของเอกสารการเรียนต่อท้ายไว้ด้วย นักเรียนควรทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่เรียน เพื่อเป็นการเสริมประสบการณ์ในการทำโจทย์และทำให้เข้าใจมากขึ้น หากมีปัญหาหรือข้อสงสัยในเนื้อหาวิชา สามารถถามได้ที่ facebook/ฟิสิกส์โกเอก

ครูโกเอกหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคอร์สเรียนและเอกสารการเรียนที่จัดทำขึ้นนี้จะให้ประโยชน์กับนักเรียนและขอให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนและการสอบเข้าทุกระดับ

ครูโกเอก
(นายเอกนันท์ ตั้งธีระสุนันท์)

ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม2

บทที่ 11. แสงและทัศนอุปกรณ์

สารบัญ บทที่ 11. แสงและทัศนอุปกรณ์

VDO ครั้งที่	เวลา (ชั่วโมง)	เรื่องที่สอน	หน้า
VDO ครั้งที่ 1	2:00	1. การเคลื่อนที่และอัตราเร็วแสง	1 – 9
		2. การสะท้อนของแสง	
		3. กระจกเงาโค้ง	
VDO ครั้งที่ 2	1:54	3. กระจกเงาโค้ง	10 – 17
		4. เลนส์บาง	
VDO ครั้งที่ 3	1:48	4. เลนส์บาง	17 – 30
		5. การหักเหของแสง	
VDO ครั้งที่ 4	1:55	5. การหักเหของแสง	30 – 39
VDO ครั้งที่ 5	2:08	6. ทัศนอุปกรณ์	46 – 60
		7. ความสว่าง	
		8. ตาและการมองเห็น	

11. แสงและทัศนอุปกรณ์

1. การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง

<u>ลักษณะของคลื่นแสง</u>

1. แสงเป็น**คลื่นตามขวาง**และเป็น**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**
2. อัตราเร็วแสงในสุญญากาศ = $3x10^8$ m/s

   1 ปีแสง คือ ระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 ปี = $9.46x10^{15}$ m
3. แสงเป็นคลื่น จึงมีสมบัติของคลื่น 4 อย่าง คือ

   3.1 การสะท้อน

   3.2 การหักเห

   3.3 การแทรกสอด

   3.4 การเลี้ยวเบน

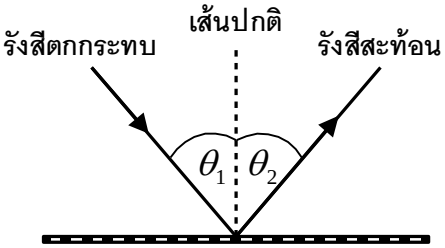
<u>Ex1</u> ถ้ารัศมีวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เท่ากับ 1.496×10^{11} เมตร แสงจากดวงอาทิตย์ต้องใช้เวลานานเท่าใดจึงจะเคลื่อนที่ถึงโลก

<u>Ex2</u> พรอกซิมา เซนทอรี เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุด คือ อยู่ห่างจากโลก 4.3 ปีแสง ถ้ายานอวกาศเดินทางไปยังดาวฤกษ์ดวงนี้ ด้วยอัตราเร็ว 30 กิโลเมตรต่อวินาที ยานอวกาศนั้นจะต้องใช้เวลาเดินทางกี่ปี

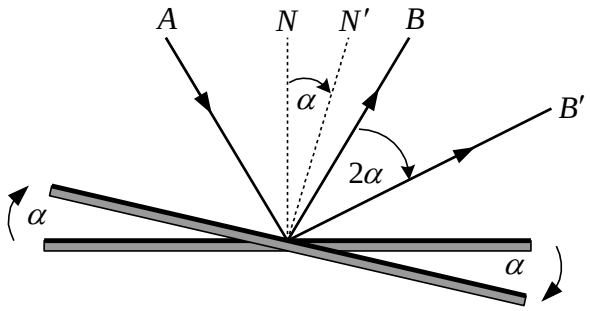
2. การสะท้อนของแสง

1. กฎการสะท้อน มี 2 ข้อ

1. มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน
2. รังสีตกกระทบ, รังสีสะท้อน เส้นแนวฉาก(เส้นปกติ) อยู่บนระนาบเดียวกัน



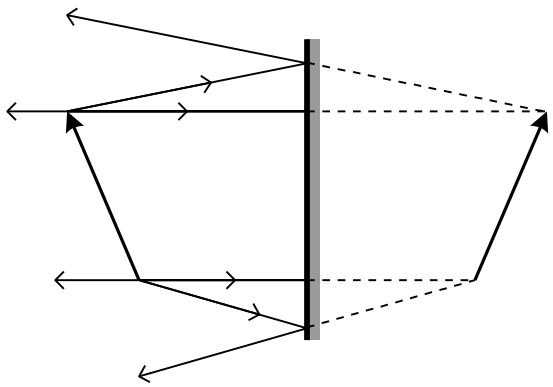
2. การหมุนกระจก เมื่อหมุนกระจกไปเป็นมุม α รังสีสะท้อนเบนไปจากเดิม 2α



3. กระจกเงาราบ พิจารณาโดยอาศัยกฎการสะท้อน 2 ข้อ

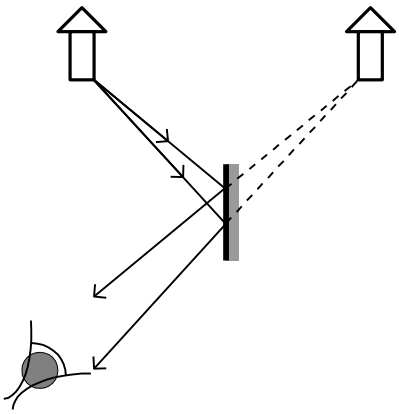
3.1 การเกิดภาพจากกระจกเงาระนาบ

เกิดภาพเมื่อรังสีจากวัตถุ 2 รังสี ตกกระทบกระจกแล้วสะท้อนไปตัดกัน การสะท้อนเป็นไปตาม**กฎการสะท้อน**



3.2 การมองเห็นภาพในกระจกเงาระนาบ

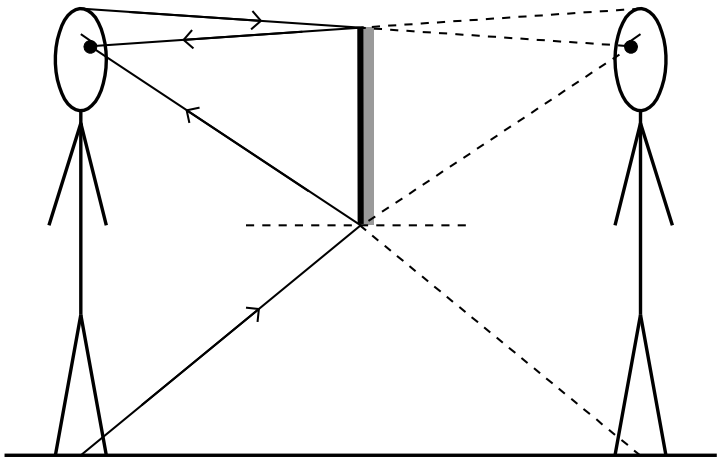
เมื่อแสงจากวัตถุตกกระทบกระจกแล้ว**สะท้อนเข้าตา** จะทำให้มองเห็นภาพวัตถุนั้นในกระจก



3.3 การมองเห็นภาพตัวเองในกระจก

จะมองเห็นภาพตัวเองได้ทั้งตัวในกระจก เมื่อ 1. แสงจากส่วนบนสุดของศีรษะ ตกกระทบกระจกสะท้อนเข้าตา

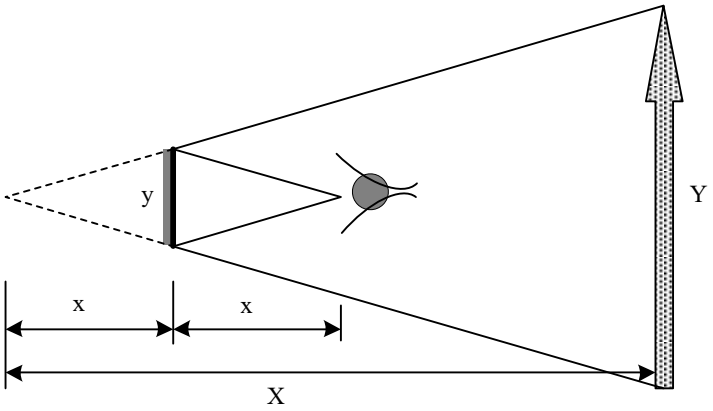
2. แสงจากเท้า ตกกระทบกระจกสะท้อนเข้าตา



3.4 การมองเห็นภาพหลังตัวเองในกระจก

อาศัยหลักการสะท้อนของแสง “แสงจากวัตถุตกกระทบกระจกแล้วสะท้อนเข้าตา”

คำนวณโดยใช้ **สามเหลี่ยมคล้าย**



<u>Ex1</u> โกเอกสูง 188 cm จงหา

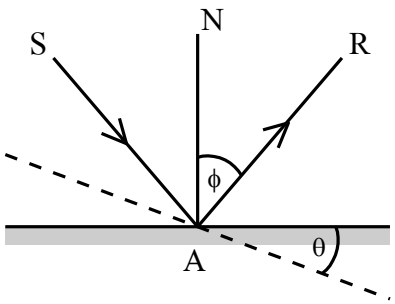
1. ขนาดของกระจกที่โกเอกสามารถมองเห็นตัวเองในกระจกได้เต็มตัวพอดี .....
2. ถ้าวัดจากเท้าถึงตาของโกเอกได้ 175 cm ต้องวางกระจกต่ำกว่าระดับศีรษะของโกเอกเท่าใด .....

<u>Ex2</u> ถ้าชายคนหนึ่งสูง 170 เซนติเมตร และตาของเขาอยู่ต่ำจากส่วนที่สูงที่สุดในร่างกายเป็นระยะ 10 เซนติเมตร กระจกราบตั้งอยู่บนพื้นในแนวดิ่ง ขอบบนของกระจกต้องอยู่สูงจากพื้นอย่างน้อยเท่าใดจึงจะทำให้เขามองเห็นเอวซึ่งอยู่สูงจากพื้น 100 เซนติเมตร (มีนา 44)

1. 100 cm
2. 130 cm
3. 160 cm
4. 170 cm

<u>Ex3</u> แสงจากจุด S สะท้อนจากผิวกระจกที่จุด A ไปตามแนว AR ถ้าเบนกระจกไปจากแนวเดิมเป็นมุม θ แนวแสงสะท้อนใหม่จะเบนจากเดิมเป็นมุมเท่าไร (Ent38)

1. θ
2. ϕ
3. 2θ
4. 2ϕ



<u>Ex4</u> โกเอกอยู่ห่างจากกระจกเงาระนาบ 5 เมตร จงหาระยะที่ภาพของโกเอกเคลื่อนที่ เมื่อ

1. เลื่อนกระจกออกห่างจากโกเอก 2 เมตร .....
2. โกเอกเดินหน้าเข้าหากระจก 2 เมตร .....

<u>Ex5</u> เลื่อนกระจกเข้าหาโกเอกด้วยอัตราเร็ว 3.0 เมตรต่อวินาที ภาพของโกเอกจะเลื่อนด้วยอัตราเร็วเท่าใด

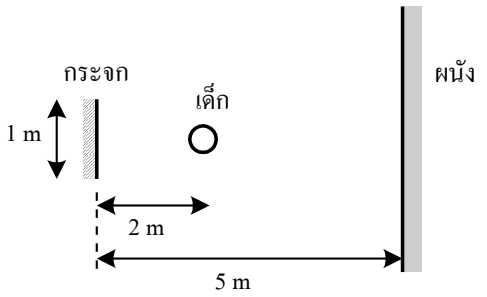
<u>Ex6</u> เลื่อนกระจกเข้าหาโกเอกด้วยอัตราเร็ว 3.0 เมตรต่อวินาที และโกเอกวิ่งเข้าหากระจกด้วยอัตราเร็ว 1.0 เมตรต่อวินาที ภาพของโกเอกจะเลื่อนด้วยอัตราเร็วเท่าใด

<u>Ex7</u> ยิ่งลักษณ์วิ่งด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที เข้าหากระจกเงาระนาบที่แขวนอยู่หน้ารถเข็นซึ่งกำลังแล่นออกจากเธอด้วยอัตราเร็ว 3 เมตรต่อวินาที ยิ่งลักษณ์จะเห็นภาพของตัวเองในกระจกเคลื่อนที่อย่างไร (PSU 54)

1. เข้าหาตัวเองด้วยความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที
2. ออกจากตัวเองด้วยความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที
3. เข้าหาตัวเองด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที
4. ออกจากตัวเองด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที

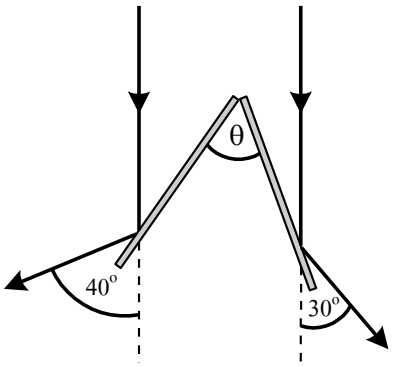
<u>Ex8</u> นาย ก มีกระจกเงาระนาบสูง 20 cm เขาต้องการรู้ว่าเสาธงสูงเท่าใด เขาจึงไปยืนที่โคนเสาธง แล้วเดินออกไปในสนาม 50 m พร้อมทั้งยื่นกระจกเงาออกจากตัว 50 cm เขาจะเห็นภาพของเสาธงเต็มกระจกพอดี จงหาความสูงของเสาธง

<u>Ex9</u> เด็กคนหนึ่งกำลังตัดผมอยู่ เขาได้พยายามมองภาพต่าง ๆ ที่ติดบนผนังด้านหลังโดยมองผ่านกระจกเงาราบที่อยู่ข้างหน้า จงหาว่าส่วนของผนังที่เด็กเห็นในกระจกกว้างเท่าใด ถ้ากระจกมีความกว้าง 1 เมตร ผนังด้านหลังขนานกับระนาบกระจกและห่างจากกระจกเงาเป็นระยะ 5 เมตร ตำแหน่งตรงที่นั่งห่างจากกระจกเป็นระยะ 2 เมตร และเขามองเห็นตัวเขาอยู่กลางกระจกพอดี (ให้ตอบในหน่วยเมตร) (ตุลา 44)



<u>Ex10</u> รังสีขนานตกกระทบกระจกเงาราบสองแผ่น ซึ่งทำมุม θ กัน ถ้ารังสีสะท้อนทำมุม 30^0 และ 40^0 กับแนวรังสีเดิม ดังรูป มุม θ เป็นเท่าใด (มีนา 47)

1. 20^0
2. 25^0
3. 30^0
4. 35^0



<u>แบบฝึกหัด 2. การสะท้อนของแสง</u>

1. ชายคนหนึ่งสูง 168 เซนติเมตร ตาอยู่สูงจากพื้น 156 เซนติเมตร ต้องใช้กระจกเงาระนาบที่มีความสูงอย่างน้อยเท่าใด ชายคนนี้จึงสามารถมองเห็นตัวเองในกระจกได้เต็มตัวพอดี และต้องวางกระจกสูงจากพื้นเท่าใด

2. ชายคนหนึ่งอยู่หน้ากระจกเงาราบห่างจากกระจก 8 เมตร จงหาตำแหน่งของภาพเทียบกับตำแหน่งภาพเดิม เมื่อ
   1. ชายคนนี้เดินเข้าหากระจก 4 เมตร …….
   2. ชายคนนี้เดินออกจากกระจก 4 เมตร ……..
   3. เลื่อนกระจกเข้าหาชายคนนี้ 4 เมตร ……..
   4. เลื่อนกระจกออกจากชายคนนี้ 4 เมตร ……..

3. ถือกระจกเงาราบที่มีขนาดสูง 10 เซนติเมตร ให้ห่างจากนัยน์ตา 60 เซนติเมตร จะทำให้สามารถมองเห็นภาพของต้นไม้ที่อยู่ด้านหลังได้ตลอดต้นพอดี ถ้าต้นไม้นั้นมีความสูง 2.5 เมตร จงหาว่าต้นไม้อยู่ห่างจากคนมองเป็นระยะเท่าใด

4. กระจก 2 บานวางทำมุม 60° เมื่อนำวัตถุไปวางระหว่างกระจกทั้งสอง จะเกิดภาพของกระจกกี่ภาพ

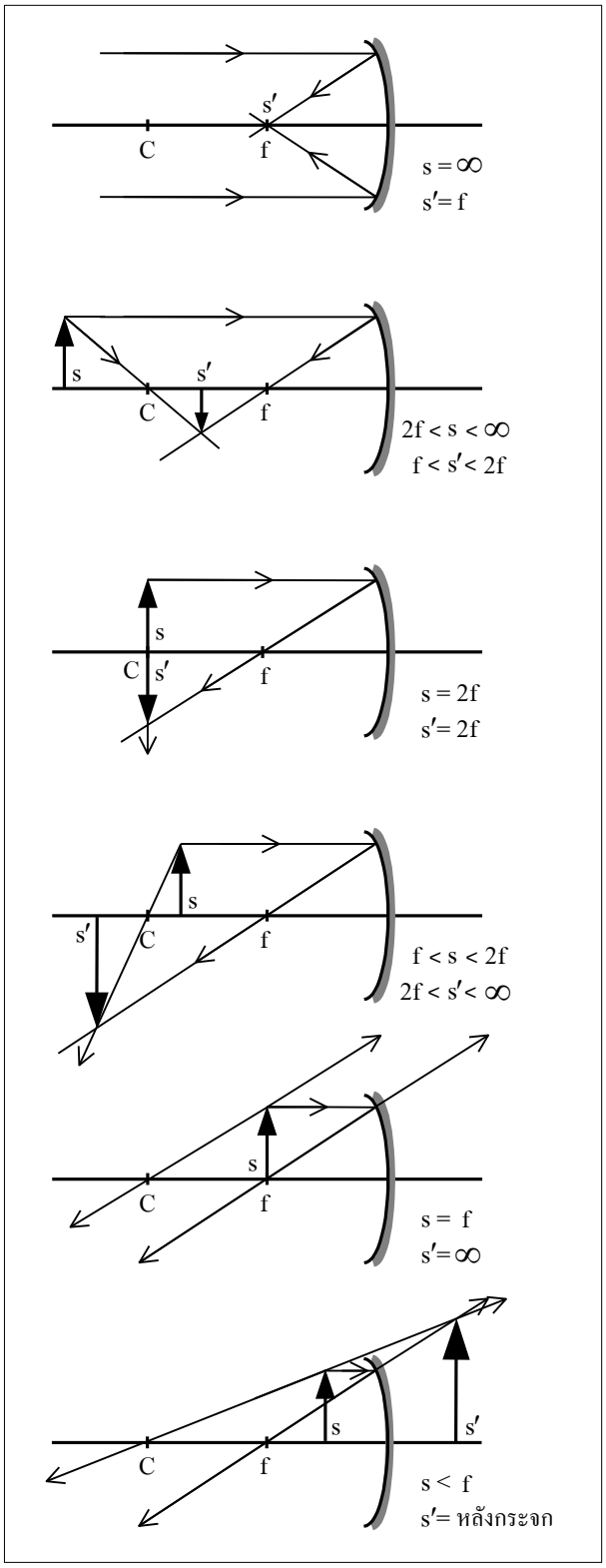
3. กระจกเงาโค้ง

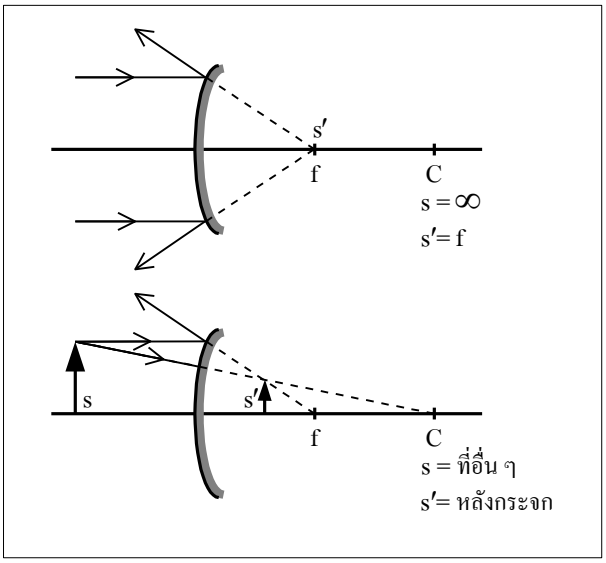
1. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง

ภาพจะเกิดเมื่อรังสี 2 รังสี จากวัตถุ ตกกระทบกระจกแล้วสะท้อนไปตัดกัน

รังสีที่ 1 จากวัตถุ ขนานกับแกนมุขสำคัญ ตกกระทบกระจกแล้วสะท้อนผ่านจุดโฟกัส f

รังสีที่ 2 จากวัตถุ ผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก





ภาพจริง รังสีของแสงตัดกันจริง ต้องใช้ฉากรับ

ภาพเสมือน รังสีแสงเสมือนตัดกัน เห็นด้วยตาเปล่า

ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม2

บทที่ 12. แสงเชิงฟิสิกส์

สารบัญ บทที่ 12. แสงเชิงฟิสิกส์

VDO ครั้งที่	เวลา (ชั่วโมง)	เรื่องที่สอน	หน้า
VDO ครั้งที่ 1	0:29	1. การแทรกสอดของคลื่นแสง	111 – 112
VDO ครั้งที่ 2	1:57	1. การแทรกสอดของคลื่นแสง 2. การเลี้ยวเบนของแสง	113 – 121
VDO ครั้งที่ 3	0:23	2. การเลี้ยวเบนของแสง	122 – 124

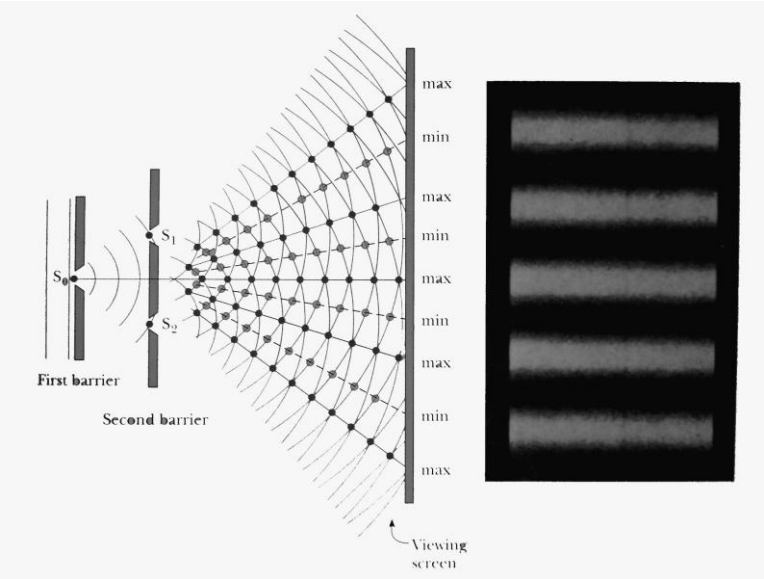
12. แสงเชิงฟิสิกส์

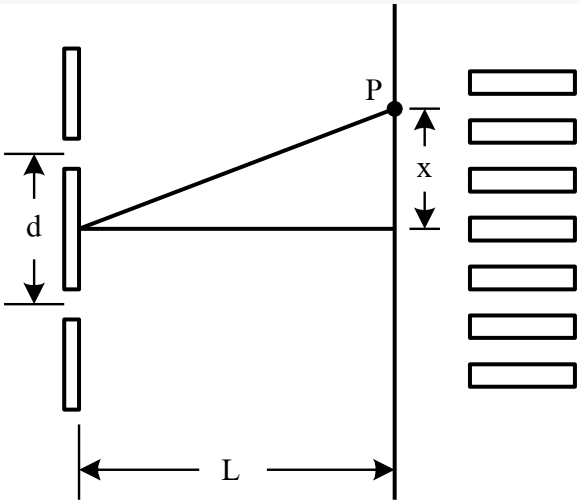
1. การแทรกสอดของคลื่นแสง

1 สลิตคู่ และ เกรตติ้ง (Grating)

แสงจาก**แหล่งกำเนิดเดียว**ผ่านช่องแคบคู่ แล้วไป**แทรกสอดกันบนฉาก** จะปรากฏเป็นแถบสว่าง (ปฏิบัพ, A) และแถบมืด (บัพ, N) สลับกันบนฉาก

ทุกแถบสว่างมีความสว่างเท่ากัน และระยะระหว่างแต่ละแถบเท่ากัน





สมการที่ใช้ในการคำนวณ

เมื่อ d คือ ระยะห่างระหว่างช่องแคบคู่ (m)

L คือ ระยะจากสลิตคู่ถึงฉาก (m)

x คือ ระยะจากจุด P ถึงแนวกลาง (m)

θ คือ มุมที่จุด P เบนจากแนวกลาง

λ คือ ความยาวคลื่นของแสง (m)

n คือ ตำแหน่งการแทรกสอดของจุด P

2. เกรตติ้ง (Grating)

คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสเปกตรัมของแสงโดยอาศัยคุณสมบัติการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของคลื่น

Ex1 ช่องแคบสองช่องห่างกัน 0.4 มิลลิเมตร วางห่างจากฉาก 2 เมตร เมื่อฉายแสงซึ่งมีความยาวคลื่น 800 นาโนเมตร ในแนวตั้งฉากกับช่องแคบทั้งสอง จงหา

1. ระยะห่างของแถบสว่างแรกกับแนวกลาง ……
2. ระยะห่างของแถบมืดแรกกับแนวกลาง ……...
3. ระยะห่างระหว่างแถบมืดที่ 1 กับแถบมืดที่ 2 ……...
4. ระยะห่างระหว่างแถบสว่างที่ 2 กับแถบสว่างที่ 4 …….