

### บทที่ 3 คลื่น (Weve)

**คลื่น (wave)** คือ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนตัวกลางเนื่องจากการรบกวนจากภายนอก เช่น การสั่นของน้ำ การสั่นของเส้นเชือก แล้วมีการส่งผ่านพลังงานผ่านตัวกลางโดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไปด้วยแต่ตัวที่เคลื่อนที่ไป คือ พลังงาน แต่ตัวกลางจะสั่นแบบขึ้น ๆ ลง ๆ อยู่กับที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก

#### องค์ประกอบที่ทำให้เกิดคลื่น

1. มีแหล่งกำเนิดคลื่น
2. มีการสั่นของแหล่งกำเนิดคลื่น
3. มีตัวกลางให้คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน

สำหรับข้อที่ 3. คลื่นบางชนิดไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นแสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด

#### การจำแนกประเภทของคลื่น

##### 1. จำแนกตามลักษณะการสั่น แบ่งได้เป็น

**1.1 คลื่นตามขวาง** คือ คลื่นที่มีทิศเคลื่อนที่กับทิศตัวกลางตั้งฉากกันเวลาเคลื่อนที่ เช่น คลื่นน้ำ คลื่นเชือก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น

**1.2 คลื่นตามยาว** คือ คลื่นที่มีทิศเคลื่อนที่กับทิศตัวกลางขนานกันเวลาเคลื่อนที่ เช่น คลื่นเสียง คลื่นที่เกิดจากการอัดของสปริง เป็นต้น

##### 2. จำแนกโดยอาศัยหลักการใช้ตัวกลางในการส่งคลื่น แบ่งได้เป็น

**2.1 คลื่นกล** คือ คลื่นที่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในลวด สปริง คลื่นของต้นหญ้า หรือต้นข้าวขณะลมพัด คลื่นเสียง เป็นต้น

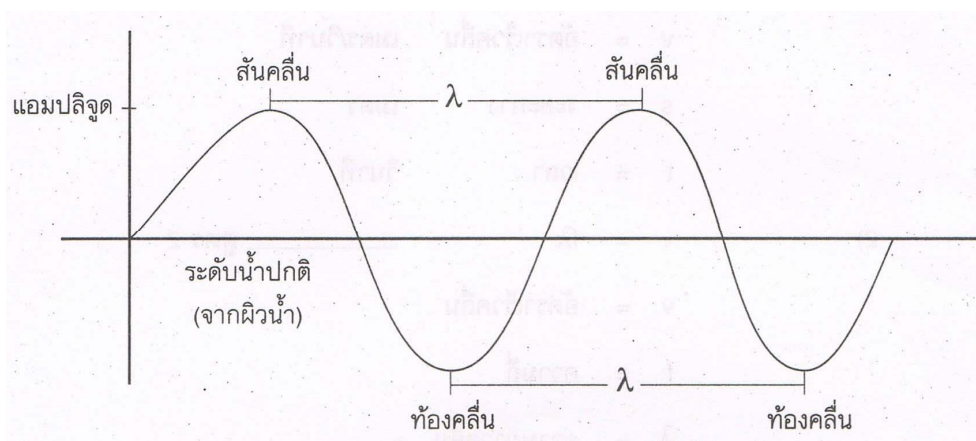
**2.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** คือ คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นแสง เป็นต้น

##### 3. จำแนกตามการเกิดคลื่นเป็นเกณฑ์ แบ่งได้เป็น

**3.1 คลื่นดล** คือ คลื่นที่ส่งออกมาจากแหล่งกำเนิดโดยการรบกวน หนึ่งหรือสองครั้ง เกิดคลื่นแค่ลูกเดียว หรือสองลูก คลื่นดลจะเกิดในระยะเวลาสั้น ๆ

**3.2 คลื่นต่อเนื่อง** คือ คลื่นที่ส่งมาจากแหล่งกำเนิดโดยการรบกวนหลาย ๆ ครั้ง อย่างต่อเนื่อง คลื่นต่อเนื่องจะเกิดขึ้นในระยะเวลายาว

#### ส่วนประกอบของคลื่น



1. ยอดคลื่น หรือสันคลื่น หมายถึง ส่วนบนสุดของคลื่นแต่ละลูก
2. ท้องคลื่น หมายถึง ส่วนล่างสุดของคลื่นแต่ละลูก
3. การกระจัด หมายถึง ระยะจากตำแหน่งใด ๆ บนแนวคลื่นถึงแนวสมดุล
4. ช่วงความกว้างของคลื่นหรือแอมพลิจูด (A) หมายถึง ระยะจากสันคลื่นหรือระยะจากท้องคลื่นถึงแนวสมดุล หรือ แอมพลิจูด คือระยะการกระจัดที่มีค่ามากที่สุด
5. ความยาวคลื่น ( $\lambda$ ) หมายถึง ความกว้างของคลื่นหนึ่งลูก ซึ่งเป็นระยะห่างของตำแหน่งบนคลื่นที่มีลักษณะเดียวกันที่ติดต่อกัน เช่น ระยะจากสันคลื่นหนึ่งถึงสันคลื่นของลูกถัดไประยะจากท้องคลื่นถึงท้องคลื่นของลูกถัดไป

6. หน้าคลื่น (Wave Front) คือ เส้นที่ลากผ่านตำแหน่งที่มีเฟสเหมือนกัน (Same Phas) ซึ่งต้องอยู่บนคลื่นลูกเดียวกัน เช่น เส้นที่ลากระหว่างจุดที่เป็นสันคลื่นในลูกเดียวกัน เป็นต้น หน้าคลื่นจะต้องตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นเสมอ

7. ความถี่ (f) หมายถึง จำนวนลูกคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดในหนึ่งหน่วยเวลา หรือจำนวนลูกคลื่นที่ผ่านจุดใด ๆ ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที หรือ Hertz

8. คาบ (T) หมายถึงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ 1 รอบ หรือเคลื่อนที่เป็นระยะทางหนึ่งความยาวคลื่น มีหน่วยเป็นวินาที

ความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความถี่

$$T = \frac{1}{f}$$

9. อัตราเร็วคลื่นและอัตราเร็วเฟส (v) หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

จะได้ 
$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

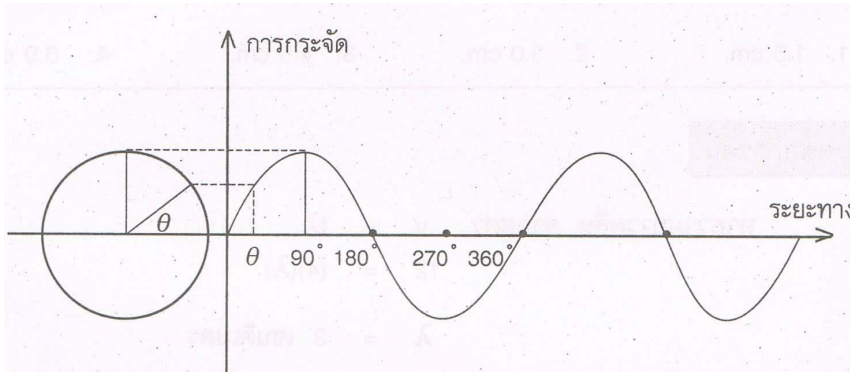
$$v = \lambda f$$

### แบบฝึกหัด 3.1

1. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 900 รอบต่อวินาที ระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันวัดได้ 30 cm. จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่ผิวน้ำ
2. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 800 รอบต่อวินาที ระยะระหว่างท้องคลื่นที่ติดกันวัดได้ 20 cm. จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่ผิวน้ำ
3. คลื่นน้ำเคลื่อนที่เข้ากระทบฝั่งนับได้ 15 ลูก คลื่นทุก ๆ 10 วินาที ถ้าระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันเท่ากับ 3 เมตร คลื่นน้ำมีความเร็วเท่าไร
4. (มข.) เมื่อเรากระทุ้งน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ 3 ครั้งต่อวินาที แล้วจับเวลาที่คลื่นลูกแรกเคลื่อนที่ไปกระทบขอบสระอีกด้านหนึ่งซึ่งอยู่ห่างออกไป 45 เมตร พบว่าใช้เวลา 3 วินาที ความยาวคลื่นของผิวน้ำนี้เท่ากับกี่เมตร (5 เมตร)
5. (มข.) เมื่อสังเกตคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ พบว่าผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลง 600 รอบใน 1 นาที และระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันวัดได้ 20 เซนติเมตร จงหาว่าเมื่อสังเกตคลื่นลูกหนึ่งเคลื่อนที่ไปใน 1 นาที จะได้ระยะทางกี่เมตร (120 เมตร)

## มุมเฟส

มุมเฟส คือ มุมที่ใช้เรียกตำแหน่งใด ๆ บนคลื่น โดยวัดเทียบกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม



## ตัวอย่างการหามุมเฟสเริ่มต้น

มุมเฟสเริ่มต้น 90 องศา	มุมเฟสเริ่มต้น 270 องศา

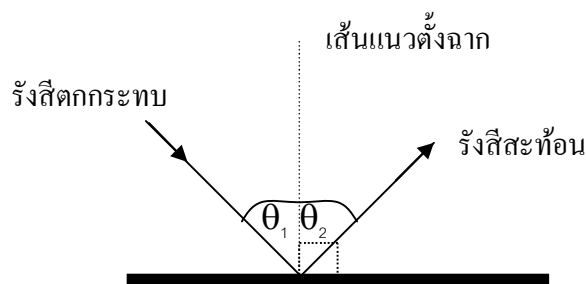
## สมบัติของคลื่น

การที่เราจะตัดสินว่าการเคลื่อนที่แบบใดแบบหนึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบคลื่นหรือไม่นั้น ต้องพิจารณาจากสมบัติของคลื่น 4 ประการ ดังนี้

1. การสะท้อน (Reflection)
2. การหักเห (Refraction)
3. การแทรกสอด (Interference)
4. การเลี้ยวเบน (Diffraction)

สมบัติการสะท้อนและการหักเหเป็นสมบัติร่วมของคลื่นและอนุภาค สมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนเป็นสมบัติเฉพาะของคลื่น

## การสะท้อนของคลื่น (Reflection)



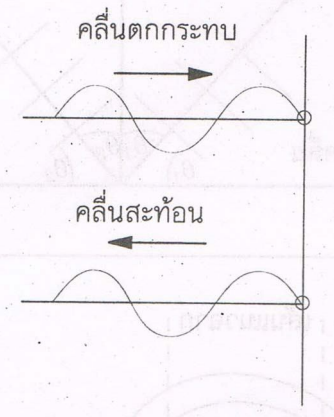
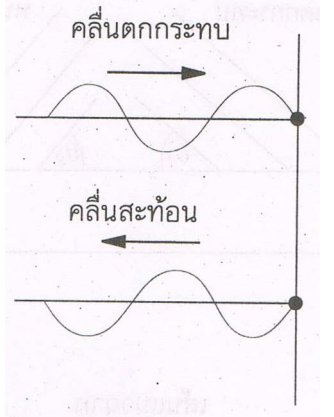
**กฎการสะท้อนมี 2 ข้อ คือ**

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และแนวตั้งฉาก ต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน ( $\theta_1 = \theta_2$ )

**สรุปลักษณะของคลื่นสะท้อน**

1. จุดสะท้อนตรึงแน่น คลื่นสะท้อนมีลักษณะตรงข้ามกับคลื่นตกกระทบคือ เข้าเป็นสันคลื่นออกเป็นท้องคลื่น หรือเข้าเป็นท้องคลื่นออกเป็นสันคลื่น ดังนั้นเฟสเปลี่ยน 180 องศา (เฟสตรงข้ามกัน)
2. จุดสะท้อนอิสระ คลื่นสะท้อนมีลักษณะเหมือนคลื่นตกกระทบ คือ เข้าเป็นสันคลื่นออกเป็นสันคลื่น หรือเข้าเป็นท้องคลื่นออกเป็นท้องคลื่น ดังนั้นเฟสไม่เปลี่ยน (เฟสตรงกัน)

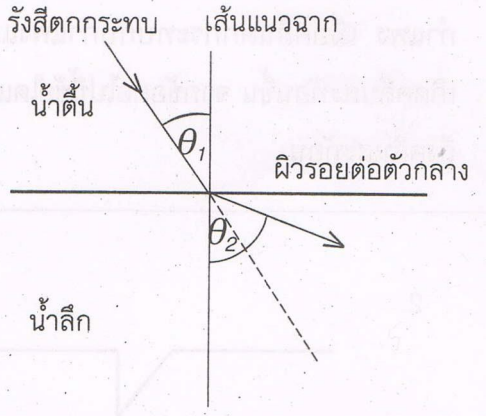
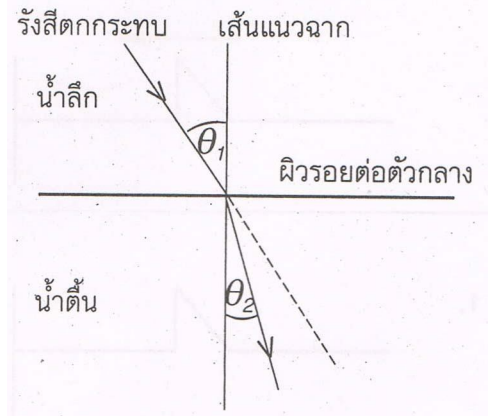
**การสะท้อนในเส้นเชือก มี 2 แบบ คือ**

1. สะท้อนปลายอิสระ	2. สะท้อนปลายตรึงแน่น
 <p>คลื่นตกกระทบ</p> <p>คลื่นสะท้อน</p>	 <p>คลื่นตกกระทบ</p> <p>คลื่นสะท้อน</p>
คลื่นสะท้อนออกมาเฟสตรงกัน (รูปร่างเหมือนเดิม) ความต่างเฟส $0^\circ$	คลื่นสะท้อนออกมาเฟสตรงข้ามกัน (รูปร่างตรงข้าม) ความต่างเฟส $180^\circ$

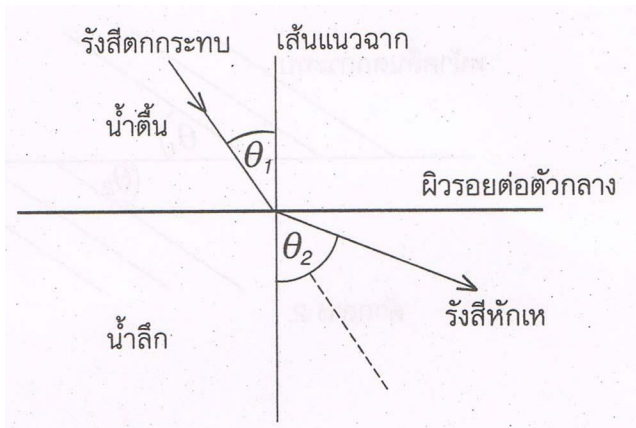
**การหักเหของคลื่น (Refraction)**

การหักเห คือ การที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน เช่น น้ำลึกกับน้ำตื้น ทำให้ทิศทางของคลื่นเปลี่ยนไปและมีความเร็วกับความยาวคลื่นเปลี่ยนไป แต่ความถี่คงที่เสมอ

**ลักษณะของการหักเห มี 2 แบบ คือ**

1. การหักเหออก	2. การหักเหเข้า
 <p>รังสีตกกระทบ</p> <p>เส้นแนวฉาก</p> <p>น้ำตื้น</p> <p>น้ำลึก</p> <p>ผิวรอยต่อตัวกลาง</p> <p><math>\theta_1</math></p> <p><math>\theta_2</math></p>	 <p>รังสีตกกระทบ</p> <p>เส้นแนวฉาก</p> <p>น้ำลึก</p> <p>น้ำตื้น</p> <p>ผิวรอยต่อตัวกลาง</p> <p><math>\theta_1</math></p> <p><math>\theta_2</math></p>
คลื่นเดินทางจากน้ำตื้นไปน้ำลึก รังสีคลื่นจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก	คลื่นเดินทางจากน้ำลึกไปน้ำตื้น รังสีคลื่นจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก

### การหักเหอธิบายโดยใช้กฎของสเนล

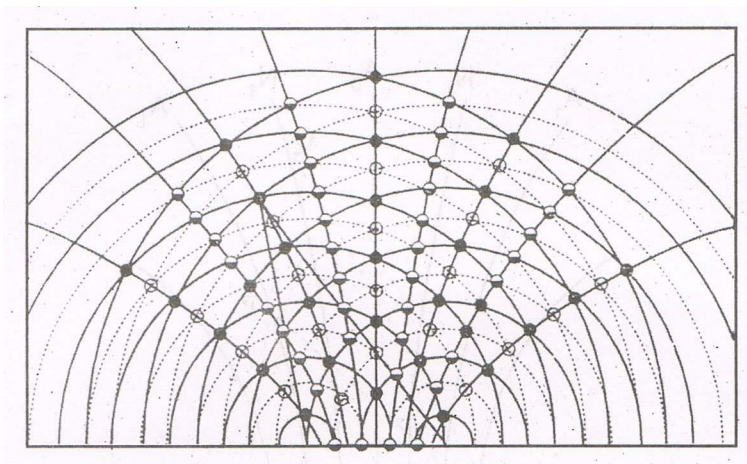


$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = n$$

เมื่อ  $n$  เป็นดัชนีหักเหของน้ำตื้นเทียบกับน้ำลึกและจะได้ว่า

ตัวกลาง	$v$	$\lambda$
น้ำตื้น	น้อย	น้อย
น้ำลึก	มาก	มาก

### การแทรกสอดของคลื่น (Interference)

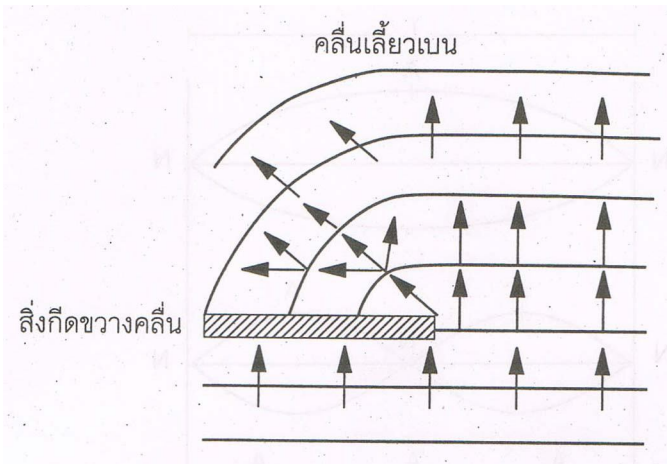


รูปการแทรกสอดของคลื่นน้ำ

#### นิยามเกี่ยวกับการแทรกสอด

1. การแทรกสอด คือ เมื่อมีคลื่นตั้งแต่ 2 คลื่น เคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดการรวมกันแบบเสริม หรือหักล้าง
2. แหล่งกำเนิดอาพันธ์ (Coherent Source) คือแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน มีเฟสต่างกันคงที่ หรือมีเฟสตรงกัน
3. การแทรกสอดแบบเสริม คือ สันคลื่นเจอสันคลื่น หรือท้องคลื่นเจอท้องคลื่นเรียกแนวปฏิบัติ (A)
4. การแทรกสอดแบบหักล้าง คือ สันคลื่นเจอท้องคลื่นเรียกแนวปฏิบัติ (N)
5. แนวปฏิบัติน้ำกระเพื่อมมาก แนวปฏิบัติน้ำกระเพื่อมน้อย

### การเลี้ยวเบนของคลื่น (Diffraction)



#### การเลี้ยวเบนอธิบายโดยใช้กฎของฮอยเกนส์

หลักของฮอยเกนส์กล่าวว่า “แต่ละจุดบนหน้าคลื่น กระทำตัวเหมือนแหล่งกำเนิดของคลื่นอันใหม่จะกระจายคลื่นทุกทิศทุกทางด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วตอนแรกที่ปล่อยคลื่น

การเลี้ยวเบนผ่านช่องเดี่ยว	การเลี้ยวเบนผ่านช่องคู่
1. จะเลี้ยวเบนได้ก็ต่อเมื่อ $\lambda \geq d$	1. จะเลี้ยวเบนปล่อยคลื่นออกมาเหมือนการแทรกสอด
2. จะเกิดแนวบัพหลังสิ่งกีดขวาง	2. การเลี้ยวเบนจะเกิดการแทรกสอดเสมอ
3. จะเกิดการแทรกสอดขึ้น	
4. ถ้าช่องกว้าง $d < \lambda$	

#### แบบทดสอบฟิสิกส์ O-NET เรื่องคลื่นกล

- (O-NET49) เมื่อคลื่นเดินทางจากน้ำลึกสู่ตื้นขึ้น ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง
  - อัตราเร็วคลื่นในน้ำตื้นน้อยกว่าอัตราเร็วคลื่นในน้ำลึก
  - ความยาวคลื่นในน้ำตื้นมากกว่าความยาวคลื่นในน้ำลึก**
  - ความถี่คลื่นในน้ำตื้นมากกว่าความถี่คลื่นในน้ำลึก
  - ความถี่คลื่นในน้ำตื้นน้อยกว่าความถี่คลื่นในน้ำลึก
- (O-NET49) คลื่นใดต่อไปนี้เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
  - คลื่นแสง
  - คลื่นเสียง
  - คลื่นผิวน้ำ

คำตอบที่ถูกต้องคือ

  - ทั้ง 1, 2 และ 3
  - ข้อ 2 และ 3**
  - ข้อ 1 เท่านั้น
  - ผิดทุกข้อ
- (O-NET50) เมื่อคลื่นเคลื่อนจากตัวกลางที่หนึ่งไปตัวกลางที่สองโดยอัตราเร็วของคลื่นลดลง ถ้ามวลสำหรับคลื่นในตัวกลางที่สอง ข้อความใดถูกต้อง
  - ความถี่เพิ่มขึ้น
  - ความถี่ลดลง
  - ความยาวคลื่นมากขึ้น
  - ความยาวคลื่นลดลง**
- (O-NET50) ถ้ากระทุ้งน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ ลูกปิงปองที่ลอยอยู่ห่างออกไปจะเคลื่อนที่อย่างไร
  - ลูกปิงปองเคลื่อนที่ออกห่างไปมากขึ้น
  - ลูกปิงปองเคลื่อนที่เข้ามาหา
  - ลูกปิงปองเคลื่อนที่ขึ้น-ลงอยู่ที่ตำแหน่งเดิม**
  - ลูกปิงปองเคลื่อนที่ไปด้านข้าง

5. (O-NET51) คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ปริมาณใดต่อไปนี้ไม่เปลี่ยนแปลง
1. ความถี่
  2. ความยาวคลื่น
  3. อัตราเร็ว
  4. ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
6. (O-NET52) ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นตามยาว
1. เป็นคลื่นที่ของตัวกลางมีการสั่นในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
  2. เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ไปตามแนวยาวของตัวกลาง
  3. เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
  4. เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางมีการสั่นได้หลายแนว
7. (O-NET53) ในการทดลองเพื่อสังเกตผลของสิ่งกีดขวางเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่าน เป็นการศึกษาสมบัติตามข้อใดของคลื่น
1. การหักเห
  2. การเลี้ยวเบน
  3. การสะท้อน
  4. การแทรกสอด
8. (O-NET53) ทำให้เกิดคลื่นบนเส้นเชือกที่ปลายทั้งสองด้านถูกขึงตึง พบว่ามีความถี่และความยาวคลื่นค่าหนึ่ง ถ้าทำให้ความถี่ในการสั่นเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของความถี่เดิม ข้อใดถูกต้อง
1. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกลดลงเหลือครึ่งหนึ่งเนื่องจากคลื่นเคลื่อนที่ในตัวกลางเดิม
  2. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เนื่องจากปริมาณทั้งสองแปรผันตามกัน
  3. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกเท่าเดิม เนื่องจากคลื่นเกิดบนตัวกลางเดิม
  4. ความยาวคลื่นบนเส้นเชือกเท่าเดิม แต่อัตราเร็วของคลื่นเพิ่มเป็นสองเท่าตามสมการ  $v = f\lambda$
9. (O-NET54) คลื่นกลตามยาวและคลื่นกลตามขวางถูกนิยามขึ้น โดยดูจากปัจจัยใดเป็นหลัก
1. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
  2. ทิศการสั่นของอนุภาคตัวกลาง
  3. ประเภทของแหล่งกำเนิด
  4. ความยาวคลื่น
10. (O-NET54) ลูกบอลลูกหนึ่งตกลงน้ำและสั่นขึ้นลงหลายรอบทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำแผ่ออกไปเป็นรูปวงกลม เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาทีคลื่นน้ำแผ่ออกไปได้รัศมีสูงสุดประมาณ 20 เมตร โดยมีระยะระหว่างสันคลื่นเท่ากับ 2 เมตร จากข้อมูลดังกล่าว ลูกบอลสั่นขึ้นลงด้วยความถี่ประมาณเท่าใด
1. 0.5 Hz
  2. 1.0 Hz
  3. 2.0 Hz
  4. 4.0 Hz

## เสียงและการได้ยิน

### ธรรมชาติของเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ

เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่ทำให้ประสาทหูเกิดความรู้สึกได้

การเคลื่อนที่ของเสียงจากตัวก่อกำเนิดเสียงต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงานการสั่นของตัวก่อกำเนิดเสียงนั้นไปยังสิ่งต่าง ๆ

การเกิดคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้จะต้องประกอบไปด้วย

1. มีแหล่งกำเนิดเสียง
2. มีการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง
3. มีตัวกลางให้คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่าน

### การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง

เสียงต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ลักษณะทั่ว ๆ ไป ของเสียงเป็นดังนี้

1. เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ มีผลให้อนุภาคของตัวกลางที่เสียงเคลื่อนที่ผ่านเกิดการสั่นในลักษณะของการอัดและขยายไปถึงหูจึงเกิดการได้ยิน
2. เสียงเป็นคลื่นเพราะมีคุณสมบัติของคลื่นครบถ้วน คือมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน
3. เสียงเป็นคลื่นตามยาว เพราะอนุภาคของตัวกลางสั่นในทิศทางเดียวกับทิศทางของการเคลื่อนที่ของคลื่น
4. ช่วงอัดเป็นช่วงที่เกิดจากการที่โมเลกุลของอากาศอัดตัวกัน ทำให้บริเวณนั้นเป็นช่วงที่มีความดันสูงกว่าปกติ
5. ช่วงขยายเป็นช่วงที่เกิดจากการที่โมเลกุลของอากาศแยกห่างจากกัน ทำให้บริเวณนั้นเป็นช่วงที่มีความดันต่ำกว่าปกติ

### ความเข้มเสียงและการได้ยิน

#### ความเข้มเสียง

แหล่งกำเนิดที่มีช่วงกว้างของการสั่น (amplitude) กว้างมาก จะเกิดเสียงดังกว่าเสียงที่มี amplitude น้อย ในทางวิทยาศาสตร์ เรียกความดังของเสียงว่า *ความเข้มของเสียง* การวัดความเข้มของเสียงวัดได้จากพลังงานของเสียงที่ตกตั้งฉากบน 1 หน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $\text{Watt/m}^2$ ) และหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

เมื่อ  $I$  คือ ความเข้มของเสียงที่จุดใดจุดหนึ่ง ( $\text{Watt/m}^2$ )

$P$  คือ กำลังของเสียงจากแหล่งกำเนิด (Watt)

$R$  คือ ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับจุดที่พิจารณา (m)

$A$  คือ พื้นที่ของเสียงที่ตกตั้งฉากกับแหล่งกำเนิด ( $\text{m}^2$ )

$S$  คือ จุดกำเนิดคลื่นเสียงที่มีหน้าคลื่นเป็นรูปทรงกลม

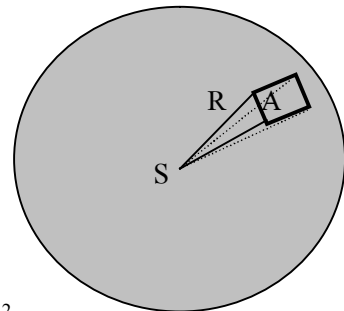
$\therefore$  พื้นที่ ๆ เสียงตกตั้งฉากก็คือ พื้นที่ผิวทรงกลม ซึ่งมีพื้นที่  $= 4\pi R^2$

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\therefore I \propto \frac{1}{R^2}$$

ความเข้มเสียงสูงสุดที่มนุษย์ได้ยิน (เสียงดัง) 1 watt / m<sup>2</sup>

ความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน (เสียงเบา) 10<sup>-12</sup> watt/m<sup>2</sup>



### ระดับความเข้มของเสียง

เมื่อหาอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงที่ดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้กับความเข้มเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยิน มีค่ามากถึง 10<sup>12</sup> ดังนั้นเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติ จึงนิยมใช้ *ระดับความเข้มเสียง* เป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียงแทน ความเข้มเสียง และเป็นเกียรติก่อ อเล็กซานเดอร์ เกรแฮม เบล ระดับความเข้มของเสียงและมีหน่วยเรียกว่า เบล แต่เนื่องจากเบลเป็นหน่วยที่ใหญ่เกินไป ไม่สามารถบอกความละเอียดที่จะบอกค่าความดังของเสียงต่าง ๆ ได้ จึงแบ่งเป็นหน่วยย่อยลงไป เรียกว่า เดซิเบล (dB)



มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความดังที่ระดับความเข้มของเสียงตั้งแต่ 0 – 120 เดซิเบล เสียงที่ดังมากเกินไปอาจทำให้หูหนวกได้ เช่น เสียงฟ้าผ่าใกล้ๆ ตัว ที่มีค่าความดังเกิน 120 dB เป็นต้น เสียงที่มีความดังไม่มากแต่ได้ยินเป็นเวลานานหลายชั่วโมงก็อาจเป็นอันตรายได้ เช่น เสียงเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม (มลภาวะทางเสียง) องค์การอนามัยโลกจึงกำหนดว่าเสียงที่ปลอดภัยต้องมีความเข้มไม่เกิน 85 dB เมื่อต้องได้ยินติดต่อกันวันละ 8 ชั่วโมงขึ้นไป เสียงที่ดังไม่ถึงขั้นเป็นอันตรายกับหู แต่อาจมีผลกระทบทางด้านจิตใจได้ เช่น ทำให้เกิดความเครียด ไม่มีสมาธิ เป็นต้น

เราสามารถหาระดับความเข้มของเสียง ได้ดังนี้

เมื่อ  $\beta$  คือ ระดับความเข้มของเสียงที่จุดพิจารณา (dB , เดซิเบล )

$I$  คือ ความเข้มของเสียงขณะใดขณะหนึ่งที่จุดพิจารณา ( $\text{watt/m}^2$ )

$I_0$  คือ ความเข้มของเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน =  $10^{-12} \text{ watt/m}^2$

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

ตาราง แสดงระดับความเข้มเสียงจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

แหล่งกำเนิด	ระดับความเข้มเสียง (dB)	ผลการรับฟัง
การหายใจปกติ	10	แทบจะไม่ได้ยิน
การกระซิบแผ่วเบา	30	เสียงมาก
สำนักงานที่เงียบ	50	เงียบ
การพูดคุยธรรมดา	60	ปานกลาง
เครื่องดูดฝุ่น	75	ดัง
โรงงานทั่วไป, ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	80	ดัง
เครื่องเสียงสเตอริโอในห้อง, เครื่องเจาะถนน	90	รับฟังบ่อย ๆ
แบบอัดลม	100	การได้ยินจะเสื่อมอย่างถาวร
เครื่องตัดหญ้า		
ดิสโก้เทค การแสดงดนตรีประเภทร็อก	120	ไม่สบายหู
ฟ้าผ่าระยะใกล้	130	
เครื่องบินไอพ่นกำลังขึ้นที่ระยะใกล้	150	เจ็บปวดในหู
จรวดขนาดใหญ่กำลังขึ้นที่ระยะใกล้	180	แก้วหูชำรุดทันที

### มลภาวะของเสียง

เมื่อเราอยู่ใกล้บริเวณที่กำลังมีการตอกเสาเข็มหรือมีการขุดเจาะถนนด้วยเครื่องเจาะหรือบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมที่มีเครื่องจักรขนาดใหญ่ หรือแม้แต่ในบริเวณสนามบิน เสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณเหล่านี้ จะเป็นเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง ถ้าหูรับฟังเสียงเหล่านี้ติดต่อกันนาน ๆ จำทำให้สภาพหูและสภาพจิตใจของผู้ฟังผิดปกติได้ ดังนั้นผู้ที่ทำงานในบริเวณที่มีระดับความเข้มสูง จึงต้องมีจุกอุดหูหรือที่ครอบหูหรือวัสดุเก็บเสียงอื่นๆ เพื่อช่วยลดระดับความเข้มเสียงให้หูปลอดภัย

เนื่องจากเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง เป็นอันตรายต่อผู้ฟังที่อยู่ใกล้ กระทรวงมหาดไทยจึงได้ออกประกาศเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานในบริเวณที่มีเสียงดัง โดยมีเกณฑ์ ดังแสดงในตาราง

**ตาราง ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับเสียง**

เวลาในการทำงานต่อวัน ( ชั่วโมง )	ระดับความเข้มเสียงที่คนทำงานได้รับอย่างต่อเนื่องต้องไม่เกิน (เดซิเบล)
น้อยกว่า 7	91
7 – 8	90
มากกว่า 8	80

เสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง และเสียงที่ทำความรำคาญแก่หูผู้ฟัง คือ **มลภาวะของเสียง**

การปรับปรุงหรือแก้ไข แหล่งกำเนิดเสียงให้มีกำลังเสียงลดลง จะทำให้ระดับความเข้มของเสียงลดลงด้วย จึงจัดเป็นการลดมลภาวะของเสียงวิธีหนึ่ง ในกรณีที่เราไม่สามารถแก้ไขความดังของเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงได้ การป้องกันโดยวิธีอื่น ๆ เช่น การใช้จุกอุดหู หรือที่ครอบหู หรือการติดตั้งวัสดุเก็บเสียง จะสามารถช่วยลดมลภาวะของเสียงได้

**หูกับการได้ยิน**

หูเป็นอวัยวะสำคัญในการรับเสียง แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

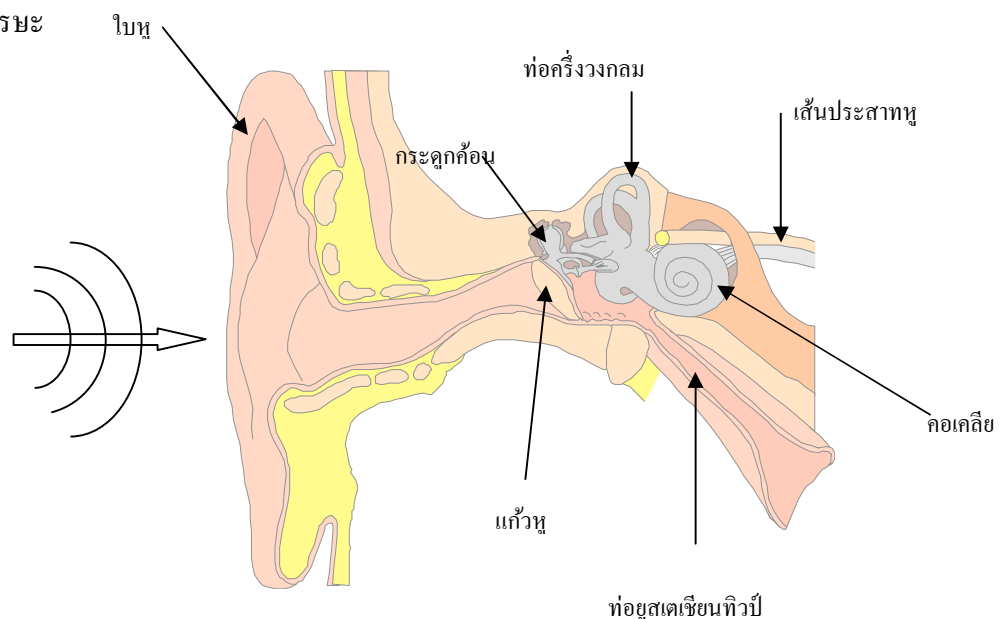
1. หูส่วนนอก ( external ear ) ประกอบด้วยใบหู รูหูหรือช่องหู จนถึงแก้วหู ทำหน้าที่รับเสียงจากภายนอก คลื่นเสียงเดินทางไปทางรูหู โดยมีช่องหูทำหน้าที่รวมเสียงไปสู่แก้วหู

2. หูส่วนกลาง ( middle ear ) อยู่ถัดจากแก้วหูเข้าไป มีลักษณะเป็นโพรงอากาศ ภายในมีกระดูก 3 ชิ้น ได้แก่กระดูกค้อน อยู่ชิดแนบกับแก้วหู กระดูกโกลนมีฐานวางปิดช่องที่ต่อไปยังหูชั้นใน และกระดูกทั่งทำหน้าที่ส่งต่อแรงสั่นสะเทือนของเสียงไปยังหูส่วนใน และหูส่วนกลาง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ปรับความดันอากาศภายในให้เท่ากับความดันอากาศภายนอก โดยอาศัยท่อที่ติดต่อกับโพรงอากาศ หากความดันไม่เท่ากันจะทำให้หูอื้อ ได้ยินเสียงไม่ชัดเจน

3. หูส่วนใน ( inner ear ) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน

**ส่วนแรก** คือ คอเคลีย ( cochlea ) เป็นท่อขดคล้ายรูปหอยโข่ง ภายในมีของเหลว มีเซลล์รับความสั่นสะเทือนของของเหลวภายในคอเคลีย ทำหน้าที่รับคลื่นเสียง และแปลงเป็นคลื่นไฟฟ้าไปตามประสาทได้ยินไปยังสมอง เพื่อรับรู้การได้ยินและแปลความหมายโดยสมอง

**ส่วนที่สอง** คือ ท่อครึ่งวงกลม 3 ท่อ ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ทำหน้าที่รับการทรงตัวของร่างกายและการเคลื่อนไหวของศีรษะ



## คุณภาพเสียง

**คุณภาพของเสียง (Quality)** หมายถึงความไพเราะของเสียง ขึ้นอยู่กับจำนวนโอเวอร์โทนของเสียง ถ้าจำนวนโอเวอร์โทนมากเสียงจะนุ่มนวล ถ้าจำนวนโอเวอร์โทนน้อยความนุ่มนวลของเสียงจะน้อยลง

### เสียงดนตรี

เสียงดนตรีเป็นจะเป็นเสียงที่น่าฟังหรือไม่ต้องประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

- ระดับเสียง ขึ้นอยู่กับความถี่ ความถี่สูงเสียงจะแหลม ความถี่ต่ำเสียงจะทุ้ม
- ความดัง ขึ้นอยู่กับความเข้มของเสียงหรือแอมพลิจูด แอมพลิจูดมากเสียงจะดัง แอมพลิจูดน้อยจะมี

เสียงค่อย

- **คุณภาพของเสียง** ขึ้นอยู่กับค่าความเข้มของเสียง (I) และความถี่ของเสียง (f) คุณภาพของเสียงทำให้เราแยกได้ว่าเสียงดังกล่าวมาจากเครื่องดนตรีชนิดใด

### แบบทดสอบฟิสิกส์ O-NET เรื่องคลื่นเสียง

1. (O-NET49) คลื่นใดต่อไปนี้ เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
  1. คลื่นแสง
  2. คลื่นเสียง
  3. คลื่นผิวน้ำ

คำตอบที่ถูกต้องคือ

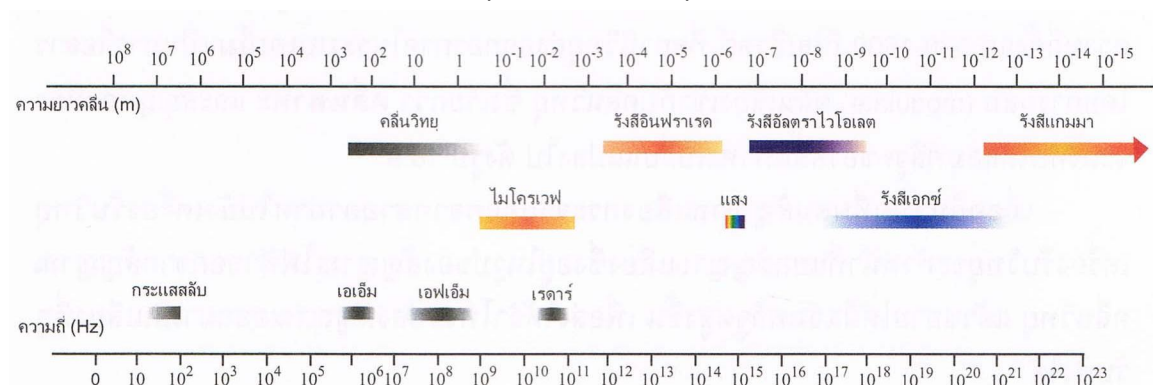
  1. ทั้ง 1, 2 และ 3
  2. ข้อ 2 และ 3
  3. ข้อ 1 เท่านั้น
  4. ผิดทุกข้อ
2. (O-NET49) ถ้าคิดคитарแล้วพบว่าเสียงที่ได้ยินต่ำกว่าปกติ จะมีวิธีปรับแก้ไขให้เสียงสูงขึ้นได้อย่างไร
  1. เปลี่ยนใช้สายเส้นใหญ่ขึ้น
  2. ปรับสายให้หย่อนลง
  3. ปรับตำแหน่งสายให้ยาวขึ้น
  4. ปรับสายให้ตึงขึ้น
3. (O-NET49) เสียงผ่านหน้าต่างในแนวตั้งจาก มีค่าความเข้มเสียงที่ผ่านหน้าต่างเฉลี่ย  $1.0 \times 10^{-4}$  วัตต์ต่อตารางเมตร หน้าต่างกว้าง 80 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร กำลังเสียงที่ผ่านหน้าต่างมีค่าเท่าใด
  1.  $0.8 \times 10^{-4}$  W
  2.  $1.2 \times 10^{-4}$  W
  3.  $1.5 \times 10^{-4}$  W
  4.  $8.0 \times 10^{-4}$  W
4. (O-NET49) ชาวประมงส่งคลื่นโซนาร์ไปยังฝูงปลา พบว่าช่วงเวลาที่คลื่นออกไปจากเครื่องส่งจนกลับมาถึงเครื่องเป็น 1.0 วินาทีพอดี จงหาว่าปลาอยู่ห่างจากเรือเท่าใด กำหนดให้อัตราเร็วของคลื่นในน้ำเป็น 1,540 เมตร/วินาที
  1. 260 m
  2. 520 m
  3. 770 m
  4. 1,540 m
5. (O-NET50) ระดับเสียงและคุณภาพเสียงขึ้นอยู่กับสมบัติใดตามข้อใด
  1. ความถี่ รูปร่างคลื่น
  2. รูปร่างคลื่น ความถี่
  3. แอมพลิจูด ความถี่
  4. ความถี่ แอมพลิจูด
6. (O-NET50) ข้อใดต่อไปนี้ เป็นวัตถุประสงค์ของการบุผนังของโรงงานภาพยนตร์ด้วยวัสดุกลืนเสียง
  1. ลดความถี่ของเสียง
  2. ลดความดังของเสียง
  3. ลดการสะท้อนของเสียง
  4. ลดการหักเหของเสียง
7. (O-NET51) ในการเปรียบเทียบเสียงกึ่งตันกับหลอดเทียบเสียงมาตรฐาน เมื่อดีดสายกีตาร์พร้อมกับหลอดเทียบเสียงเกิดบีตส์ขึ้นที่ความถี่หนึ่ง แต่เมื่อขันให้สายตึงขึ้นเล็กน้อยความถี่ของบีตส์สูงขึ้น ความถี่ของเสียงกีตาร์เดิมเป็นอย่างไร
  1. สูงกว่าเสียงมาตรฐาน
  2. ต่ำกว่าเสียงมาตรฐาน
  3. เท่ากับเสียงมาตรฐาน
  4. อาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าเสียงมาตรฐานก็ได้

8. (O-NET52) ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ต้องเกี่ยวกับคลื่นตามยาว
1. เป็นคลื่นที่ของตัวกลางมีการสั่นในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
  2. เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ไปตามแนวยาวของตัวกลาง
  3. เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
  4. เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางมีการสั่นได้หลายแนว
9. (O-NET52) ข้อใดต่อไปนี้มีผลทำให้อัตราเร็วของคลื่นเสียงในอากาศเปลี่ยนแปลงได้
1. ลดความถี่
  2. เพิ่มความยาวคลื่น
  3. เพิ่มแอมพลิจูด
  4. ลดอุณหภูมิ
10. (O-NET52) สมบัติตามข้อใดของคลื่นเสียงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดบีตส์
1. การสะท้อน
  2. การหักเห
  3. การเลี้ยวเบน
  4. การแทรกสอด
11. (O-NET52) ข้อใดไม่ถูกต้อง
1. ค้างคาว่าอัสคลื่นเสียงในย่านอินฟราโซนิกในการบอกทิศทางและจับเหยื่อ
  2. สุนัขสามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ในย่านอัลตราโซนิกได้
  3. เสียงที่มีความถี่ในย่านอินฟราโซนิกจะมีความถี่ต่ำกว่าความถี่ที่มนุษย์สามารถได้ยิน
  4. คลื่นเสียงในย่านอัลตราโซนิกสามารถใช้ทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์
12. (O-NET52) เครื่องโซนาร์ในเรือประมงได้รับสัญญาณสะท้อนจากท้องทะเล หลังจากส่งสัญญาณลงไปเป็นเวลา 0.4 วินาที ถ้าอัตราเร็วเสียงในน้ำเป็น 1,500 เมตรต่อวินาที ทะเลมีความลึกเท่าเท่ากับข้อใด
1. 150 เมตร
  2. 300 เมตร
  3. 600 เมตร
  4. 900 เมตร
13. (O-NET53) วัสดุที่ใช้ในการบุผนังโรงภาพยนตร์มีผลในการลดปรากฏการณ์ใดของเสียง
1. การหักเห
  2. การสะท้อน
  3. การสั่นพ้อง
  4. ดอปเพลอร์
14. (O-NET54) ปัจจัยต่อไปนี้มีผลต่อความเร็วเสียงในอากาศ
1. ความถี่
  2. อุณหภูมิ
  3. ความดัน
  4. ความเข้มเสียง
15. (O-NET54) ห้องประชุมหรือโรงภาพยนตร์ มักบุเพดานห้องด้วยกระดาษชานอ้อย ติดผ้าม่านที่ผนังห้อง และปูพรมที่พื้น ทั้งนี้เพื่อช่วยลดเสียงที่เกิดจากคุณสมบัติข้อใด
1. การสะท้อนของเสียง
  2. การหักเหของเสียง
  3. การแทรกสอดของเสียง
  4. การเลี้ยวเบนของเสียง

### คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

#### สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ แถบแสดงความถี่ หรือความยาวคลื่นต่าง ๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรียงตามลำดับความถี่ เรียงจากความถี่น้อยที่สุดถึงความถี่มากที่สุด



รูป 3.1 ชนิดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงเป็นคลื่นที่มีความถี่ตั้งแต่หลายสิบกิโลเฮิร์ตซ์ จนกระทั่งถึงรังสีเอ็กซ์หรือรังสีแกมมาที่มีความถี่สูงมากๆ เมื่อความถี่เปลี่ยนไปคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้นๆ ก็ย่อมเปลี่ยนแปลงไปด้วยแต่ก็ยังมีคุณสมบัติร่วมกันอยู่คือมีอัตราเร็วเท่ากับ  $3 \times 10^8$  เมตร/วินาที

### 1. คลื่นวิทยุ

1. ช่วงความถี่อยู่ในช่วง  $10^3 - 10^9$  เฮิร์ตซ์
2. คลื่นวิทยุความถี่ตั้งแต่ 530 – 1600 กิโลเฮิร์ตซ์ สถานีวิทยุจะส่งออกอากาศในระบบ A.M.
3. ช่วงความถี่ที่ต่ำกว่าช่วง 530 – 1600 กิโลเฮิร์ตซ์ เรียกว่าคลื่นยาว ความถี่ที่สูงกว่านี้เรียกว่าคลื่นสั้น
4. ช่วงความถี่จาก 88 – 108 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นการส่งคลื่นแบบ F.M.
5. สัญญาณคลื่นวิทยุที่ส่งออกจากสถานีส่งไปถึงเครื่องรับมี 2 ชนิด คือ
  - 5.1 คลื่นพื้นดินหมายถึงคลื่นวิทยุที่ส่งจากสถานีส่งไปถึงเครื่องรับวิทยุโดยตรงมีทั้งระบบ A.M. และ F.M.
  - 5.2 คลื่นฟ้า หมายถึง คลื่นวิทยุที่ส่งขึ้นไปสะท้อนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ แล้วกลับมายังเครื่องรับวิทยุ (มีในระบบ A.M. ส่วนระบบ F.M. ไม่มีเพราะคลื่น F.M. ทะลุผ่านบรรยากาศชั้นนี้ได้)
6. คลื่นวิทยุสามารถผลิตขึ้นได้ โดยอาศัยวงจรวิทยุของหลอดสุญญากาศหรือวงจรทรานซิสเตอร์
7. ไม่สามารถทะลุผ่านโลหะ หรือสิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ แต่สามารถอ้อมผ่านสิ่งกีดขวางที่มีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่นได้
8. สามารถสะท้อนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ได้

### 2. คลื่นโทรทัศน์

1. มีความถี่ประมาณ  $10^8 - 10^{11}$  เฮิร์ตซ์
2. การส่งโทรทัศน์ต้องใช้กล้องถ่ายโทรทัศน์ ซึ่งสามารถเปลี่ยนภาพให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าได้ในอัตรา  $\frac{1}{25}$  วินาที ใช้คลื่นวิทยุที่มีความถี่สูง เช่น สถานีโทรทัศน์ช่อง 9 อ.ส.ม.ท. ใช้ความถี่ในช่วง 202 ถึง 209 เมกะเฮิร์ตซ์
3. ภาพส่งออกไปในระบบเอเอ็ม (A.M.) ส่วนเสียงส่งออกไปในระบบเอฟเอ็ม (F.M.)
4. หลอดส่งภาพทำหน้าที่สร้างสัญญาณไฟฟ้าของภาพ มีส่วนประกอบสำคัญคือ แผ่นรับภาพ แผ่นรับสัญญาณ ปืนอิเล็กตรอน วงแหวนโลหะ
5. เครื่องรับโทรทัศน์ รับคลื่นโทรทัศน์จากเครื่องส่งแล้วจะแยกสัญญาณไฟฟ้าของภาพส่งไปยังหลอดภาพ เพื่อเปลี่ยนเป็นภาพได้ในอัตราภาพละ  $\frac{1}{50}$  วินาที
6. เครื่องรับโทรทัศน์ระบบ 625 เส้น เป็นระบบสากล
7. เครื่องรับวิทยุโทรทัศน์ ระบบจะมีหลอดภาพซึ่งภายในมีเครื่องกำเนิดอิเล็กตรอนจะถูกยิงออกไปบนจอภาพ ตามสัญญาณไฟฟ้าที่ได้รับ สำหรับโทรทัศน์สีจะมีแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน 3 ชุด ใช้ควบคุมความเข้มสัญญาณ สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียว

### 3. คลื่นไมโครเวฟ

1. ช่วงความถี่อยู่ในช่วง  $10^9 - 3 \times 10^{11}$  เฮิร์ตซ์
2. ใช้ในการสื่อสาร เช่น ดาวเทียม โทรศัพท์มือถือ
3. ใช้ทำเรดาร์

### เรดาร์(RADAR ย่อมาจาก Radio Detection And Ranging)

1. เรดาร์เป็นการส่งคลื่นไมโครเวฟออกไปเป็นช่วง ๆ แล้วรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมาเข้าสู่เครื่องรับ ปรากฏให้เห็นบนจอภาพ ซึ่งจะบอกชนิดและระยะห่างของวัตถุที่สะท้อนได้
2. สายอากาศของเรดาร์ มีลักษณะเป็นจานโค้งรูปพาราโบลา หมุนได้รอบแกน ทำหน้าที่ส่งและรับคลื่นไมโครเวฟ เหตุที่นิยมใช้คลื่นไมโครเวฟในระบบเรดาร์เพราะคลื่นไมโครเวฟมีความถี่สูงสามารถทะลุบรรยากาศ และสะท้อนที่ผิววัตถุที่เปียกได้ดี
3. จอรับคลื่นภาพ ลักษณะเป็นวงกลมมีเส้นบอกระยะทางเป็นวงรอบศูนย์กลาง และมีทิศทางกำกับภาพที่ปรากฏบนจอโดยจะบอกตำแหน่งระยะห่าง และทิศทางของวัตถุจากจานสายอากาศด้วย
4. ประโยชน์ของเรดาร์
  - 4.1 ใช้ในการคมนาคม ควบคุมการจราจรทางอากาศ สนามบิน การเดินเรือ นำทางเรือเมื่อหมอกลงจัด
  - 4.2 ใช้ในกรมอุตุนิยมวิทยา เช่น ใช้ตรวจหาตำแหน่งและทิศทางของลมพายุ พยากรณ์อากาศ
  - 4.3 ใช้ในทางการทหาร ใช้ตรวจหาเครื่องบินข้าศึกเพื่อออกสกัด หรือเตือนภัยทางอากาศ และตรวจการเคลื่อนไหวของศัตรู

#### 4.4 ด้านประมง เช่น ใช้ตรวจหาฝูงปลา

โดยทั่วไปเรามักจะพบการนำคลื่นไมโครเวฟไปใช้ในการสื่อสาร ปัจจุบันการปรุงอาหารนิยมใช้เตาไมโครเวฟกันทั้งนี้เพราะสะดวกและรวดเร็ว หลักการทำงานของเตาไมโครเวฟคือ แหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟยิงคลื่นไมโครเวฟไปยังพัลคมเพื่อให้พัลคมกระจายคลื่นไมโครเวฟไปทั่วเตา เมื่อคลื่นไมโครเวฟกระทบกับอาหารมันจะส่งสนามไฟฟ้าเข้าไปในอะตอมของน้ำที่อยู่ในอาหารนั้น ทำให้อะตอมของน้ำซึ่งมีประจุชนิดตรงกันข้าม (dipole) เกิดการหมุนอย่างรวดเร็วทั่วไปประมาณ  $2.4 \times 10^9$  รอบต่อวินาที ทำให้เกิดพลังงานความร้อนขึ้น อาหารที่ถูกปรุงโดยไมโครเวฟจะสุกทั่วหมดและรวดเร็ว เพราะคลื่นไมโครเวฟกระจายไปทั่ว

### 4. รังสีอินฟราเรด

1. มีความถี่อยู่ในช่วง  $10^{11} - 10^{14}$  เฮิรตซ์
2. วัตถุร้อนจะแผ่รังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า  $10^{-4}$  เมตรออกมา
3. ประสาทสัมผัสทางผิวหนังของมนุษย์สามารถรับรังสีอินฟราเรดได้
4. फिल्मถ่ายภาพบางชนิดสามารถถ่ายภาพได้โดยอาศัยรังสีอินฟราเรด
5. สิ่งมีชีวิตจะแผ่รังสีอินฟราเรดออกมาตลอดเวลา
6. สามารถทะลุผ่านเมฆหมอกที่หนาเกินกว่าแสงธรรมดาคะผ่านได้ จึงอาศัยสมบัตินี้ถ่ายภาพพื้นโลกจากดาวเทียม เพื่อศึกษาการแปรสภาพของป่าไม้หรือการเคลื่อนย้ายของฝูงสัตว์
7. รังสีอินฟราเรดเป็นตัวนำคำสั่งจากอุปกรณ์ควบคุมไปยังเครื่องรับที่เรียกว่า รีโมทคอนโทรล หรือการควบคุมระยะไกล สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์ เช่น การปิด การเปิด การเปลี่ยนสถานี
8. ใช้ในทางการทหารนำไปใช้เกี่ยวกับการควบคุมการใช้อาวุธนำวิถีเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมาย
9. แหล่งกำเนิดของรังสีอินฟราเรด ได้จากแหล่งกำเนิดความร้อนทุกชนิด เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ
10. ใช้ในวงการแพทย์ เช่น การฆ่าเชื้อโรค กายภาพบำบัด การตรวจวินิจฉัยโรค
11. ใช้ในวงการอุตสาหกรรม เช่น การผลิตรถยนต์ การอบสีรถ การฆ่าเชื้อโรคก่อนบรรจุใส่ภาชนะ

## 5. แสง

1. มีความถี่ประมาณ  $10^{14}$  เฮิร์ตซ์ ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง  $4 \times 10^{-7} - 7 \times 10^{-7}$  เมตร
2. ประสาทตาของมนุษย์ไวต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงนี้มาก
3. วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ จะเปล่งแสงได้ เช่น ไส้หลอดไฟฟ้า ดวงอาทิตย์
4. เครื่องกำเนิดเลเซอร์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงอาพันธ์ที่ให้แสงได้โดยไม่อาศัยความร้อน เช่น วงการแพทย์ ใช้เลเซอร์ในการผ่าตัดต้อหินตา

## 6. รังสีอัลตราไวโอเล็ต

1. มีความถี่อยู่ในช่วง  $10^{15} - 10^{18}$  เฮิร์ตซ์
2. รังสีนี้เป็นตัวการที่ทำให้เกิดมะเร็ง และไอออนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์
3. ทำให้สารเรืองแสง เกิดการเรืองแสง
4. สามารถทะลุผ่านวัตถุบาง ๆ บางชนิดได้ เช่น เสื้อผ้า แผ่นพลาสติก
5. ทำลายเซลล์เล็ก ๆ บางชนิดได้ เช่น เชื้อโรค
6. ประโยชน์ของรังสีอัลตราไวโอเล็ต
  - 6.1 ใช้ทำการพิสูจน์เอกสาร ตรวจสอบลายเซ็น
  - 6.2 ช่วยร่างกายสังเคราะห์วิตามินดี
  - 6.3 ใช้ตรวจคุณภาพอาหารว่าเสียหรือไม่
  - 6.4 ใช้ในการแสดงบนเวที
  - 6.5 ใช้ตรวจสอบสารเคมี

โทษจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต อันตรายต่อผิวหนัง และตาคน เมื่อรับมาจำนวนมาก ๆ อาจเป็นมะเร็งที่ผิวหนังได้

รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มาจากดวงอาทิตย์ ส่วนใหญ่จะถูกสกัดกั้นไว้จากบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ ซึ่งมีแก๊สโอโซนเป็นองค์ประกอบ แต่ปัจจุบันโอโซนในบรรยากาศมีจำนวนลดลงมากจึงทำให้อัลตราไวโอเล็ตแผ่ลงมายังผิวโลกมากขึ้น

## 7. รังสีเอกซ์

1. มีความถี่อยู่ในช่วง  $10^{16} - 10^{22}$  เฮิร์ตซ์
2. แหล่งกำเนิดของรังสีเอกซ์ คือ ดวงอาทิตย์ หลอดรังสีเอกซ์ เครื่องรับโทรทัศน์
3. คุณสมบัติของรังสีเอกซ์
  - 3.1 ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
  - 3.2 เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก
  - 3.3 มีอำนาจทะลุทะลวงสูง
  - 3.4 ทำให้แก๊สหรืออากาศรอบ ๆ แฉกตัวเป็นไอออนได้
  - 3.5 ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสง
  - 3.6 ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มถ่ายรูปเหมือนกับแสง
  - 3.7 รังสีเอกซ์มีอันตรายและทำลายเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้

#### 4. ประโยชน์ของรังสีเอกซ์

- 4.1 ใช้ในวงการแพทย์ ตรวจวินิจฉัยโรค ตลอดจนการรักษาโรคมะเร็ง
- 4.2 ใช้ในวงการอุตสาหกรรม และการก่อสร้าง เพื่อตรวจสอบรูรั่วหรือรอยร้าวต่าง ๆ
- 4.3 ใช้ตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม หรืออาวุธในกระเป๋าหรือหีบห่อต่าง ๆ
- 4.4 ใช้ตรวจสอบวัตถุโบราณว่ามีอายุยาวนานเท่าไร

#### 5. โทษของรังสีเอกซ์

- 5.1 เมื่อร่างกายรับเข้าไปมาก เซลล์จะตายหรือเสื่อมคุณภาพ
- 5.2 อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งได้
- 5.3 อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในยีน มีผลกระทบต่อกรรมพันธุ์

### 8. รังสีแกมมา

1. มีความถี่สูงกว่ารังสีเอกซ์

2. แหล่งกำเนิดของรังสีแกมมา คือ การสลายตัวของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี รังสีคอสมิกที่มาจากนอกโลก จะมีรังสีแกมมาอยู่ด้วย การแผ่รังสีของอนุภาค ประจุไฟฟ้าที่ถูกเร่งในเครื่องเร่งอนุภาคก็ทำให้เกิดรังสีแกมมาได้

#### 3. คุณสมบัติของรังสีแกมมา

- 3.1 ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
- 3.2 ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสง
- 3.3 ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มถ่ายภาพ และฟิล์มที่ไม่ไวต่อแสง

#### 4. ประโยชน์ของรังสีแกมมา

- 4.1 ใช้ในวงการแพทย์ ใช้รักษาโรคมะเร็ง
- 4.2 ใช้ในวงการเกษตร ศึกษาโรคพืชต่างๆ การดูซึมแร่ธาตุของรากพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การเปลี่ยนแปลงพันธุ์พืช
- 4.3 อาบผลไม้ต่างๆ ตลอดจนผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ให้เก็บรักษาไว้ได้นาน ๆ

#### 5. โทษของรังสีแกมมา ทำลายเซลล์ร่างกาย เนื้อเยื่อต่าง ๆ อาจทำให้เกิดมะเร็งได้

### แบบทดสอบเรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (O-NET)

1. (O-NET49) คลื่นวิทยุที่ส่งออกจากสถานีวิทยุสองแห่ง มีความถี่ 90 เมกะเฮิรตซ์ และ 100 เมกะเฮิรตซ์ ความยาวคลื่นของคลื่นวิทยุทั้งสองนี้ต่างกันเท่าใด

1. 3.33 m                      2. 3.00 m                      3. 0.33 m                      4. 0.16 m

2. (O-NET49) ข้อใดเป็นการเรียงลำดับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากความยาวคลื่นน้อยไปมากที่ถูกต้อง

1. รังสีเอกซ์ อินฟราเรด ไมโครเวฟ                      2. อินฟราเรด ไมโครเวฟ รังสีเอกซ์
3. รังสีเอกซ์ ไมโครเวฟ อินฟราเรด                      4. ไมโครเวฟ อินฟราเรด รังสีเอกซ์

3. (O-NET49) การฝากสัญญาณเสียงไปกับคลื่นในระบบวิทยุแบบ เอ เอ็ม คลื่นวิทยุที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร

1. คลื่นวิทยุจะเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดตามแอมพลิจูดของคลื่นเสียง
2. คลื่นวิทยุจะเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดตามความถี่ของคลื่นเสียง
3. คลื่นวิทยุจะเปลี่ยนแปลงความถี่ตามแอมพลิจูดของคลื่นเสียง
4. คลื่นวิทยุจะเปลี่ยนแปลงความถี่ตามความถี่ของคลื่นเสียง



4. (O-NET50) มนุษย์อวกาศสองคนปฏิบัติภารกิจบนพื้นผิวดวงจันทร์ สื่อสารกันด้วยวิธีใดสะดวกที่สุด
1. คลื่นเสียงธรรมดา
  2. คลื่นเสียงอัลตราซาวด์
  3. คลื่นวิทยุ
  4. คลื่นโซนาร์
5. (O-NET50) เมื่อกลื่นเคลื่อนจากตัวกลางที่หนึ่งไปตัวกลางที่สองโดยอัตราเร็วของคลื่นลดลง ถ้ามว่าสำหรับคลื่นในตัวกลางที่สอง ข้อความใดถูกต้อง
1. ความถี่เพิ่มขึ้น
  2. ความถี่ลดลง
  3. ความยาวคลื่นมากขึ้น
  4. ความยาวคลื่นลดลง
6. (O-NET50) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่นิยมใช้ในรีโมทควบคุมการทำงานของเครื่องโทรทัศน์คือข้อใด
1. อินฟราเรด
  2. ไมโครเวฟ
  3. คลื่นวิทยุ
  4. อัลตราไวโอเลต
7. (O-NET51) คลื่นวิทยุ FM ความถี่ 88 เมกะเฮิรตซ์ มีความยาวคลื่นเท่าใด กำหนดให้ความเร็วของคลื่นวิทยุเท่ากับ  $3.0 \times 10^8$  เมตร/วินาที
1. 3.0 m
  2. 3.4 m
  3. 6.0 m
  4. 6.8 m
8. (O-NET51) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใดต่อไปนี้ที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด
1. อินฟราเรด
  2. ไมโครเวฟ
  3. คลื่นวิทยุ
  4. อัลตราไวโอเลต
9. (O-NET52) คลื่นในข้อใดต่อไปนี้ที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด
1. คลื่นวิทยุ
  2. คลื่นอินฟราเรด
  3. คลื่นไมโครเวฟ
  4. คลื่นแสงที่ตามองเห็น
10. (O-NET53) ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในข้อใดที่ไม่มีผลต่อการแผ่กระจายของคลื่นวิทยุ
1. การเปลี่ยนขนาดของจุดดับบนดวงอาทิตย์
  2. การเกิดแสงเหนือแสงใต้
  3. การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง
  4. การเกิดกลางวัน กลางคืน
11. (O-NET53) ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมีอัตราเร็วในสุญญากาศเท่ากัน
  2. มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบางชนิดต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง
  3. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่มีทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
  4. เมื่อกลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางในตัวกลางที่เปลี่ยนไป อัตราเร็วของคลื่นจะเปลี่ยนไป
12. (O-NET54) เหตุใดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงจัดเป็นคลื่นตามขวาง
1. เพราะสนามแม่เหล็กมีทิศตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า
  2. เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
  3. เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
  4. เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
13. (O-NET54) ถ้าสถานีวิทยุเอเอ็มแห่งหนึ่งกระจายเสียงที่มีความถี่ 800 kHz ข้อใดกล่าวถูกต้อง
1. เสียงพูดถูกนำไปเพิ่มแอมพลิจูดและส่งออกไปโดยมีสัญญาณความถี่ 800 kHz นั้นเป็นระยะ ๆ
  2. เสียงพูดถูกนำไปผสมกับคลื่นพาหะที่มีความถี่ 800 kHz
  3. เสียงพูดถูกนำไปผสมกับคลื่นพาหะที่มีความถี่ไม่คงที่แต่ให้ผลลัพธ์ที่มีความถี่ 800 kHz คงที่
  4. คลื่นพาหะความถี่ 800 kHz ถูกปรับความถี่ลงให้เหลือไม่เกิน 20 kHz เพื่อให้หูมนุษย์รับฟังได้