

## บทที่ 10

### คลื่น แสง เสียง และความร้อน

#### เค้าโครงเรื่อง

##### 10.1 คลื่น

- 10.1.1 ประเภทของคลื่น
- 10.1.2 การรวมกันของคลื่น
- 10.1.3 สมบัติของคลื่น

##### 10.2 แสง

- 10.2.1 สมบัติของแสง
- 10.2.2 ตาและการมองเห็น

##### 10.3 เสียง

- 10.3.1 ปรัชญาการณ์ทางเสียง
- 10.3.2 คุณภาพของเสียง
- 10.3.3 อันตรายจากเสียง

##### 10.4 ความร้อน

- 10.4.1 ผลของความร้อนต่อวัตถุ
- 10.4.2 ประโยชน์ของความร้อน

#### สาระสำคัญ

1. คลื่นเป็นรูปแบบหนึ่งของการถ่ายโอนพลังงานของวัตถุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งคลื่นจะมีคุณสมบัติต่างจากอนุภาค
2. แสงเป็นคลื่น จากคุณสมบัติของแสงในเรื่องการสะท้อนและการหักเห จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางอย่างได้ เช่น มิราจ แสงมีความสำคัญต่อการมองเห็นวัตถุ
3. เสียงเป็นคลื่นตามยาว มนุษย์จะได้ยินเสียงที่มีความถี่ในช่วง 20-20,000 เฮิรตซ์ สมบัติของเสียงทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางเสียงหลายอย่าง เช่น เสียงก้อง บีตส์ เป็นต้น ระดับความดังของเสียงมีหน่วยเป็นเดซิเบล เสียงที่ดังมากจะเป็นอันตรายต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้

4. ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงได้หลายอย่าง เมื่อวัตถุนั้นได้รับความร้อน เช่น ขนาดเปลี่ยนแปลง มีการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนแปลงการรับความร้อนของวัตถุแต่ละชนิดจะมีค่าต่างกัน ขึ้นอยู่กับสมบัติของวัตถุเหล่านั้น ความร้อนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและเราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถจำแนกประเภท และบอกสมบัติของคลื่นได้
2. สามารถนำความรู้เกี่ยวกับแสงไปอธิบายปรากฏการณ์บางอย่าง และนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
3. สามารถนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
4. บอกถึงผลของความร้อนที่มีต่อวัตถุได้ และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับความร้อนไปใช้ประโยชน์ได้

## 10.1 คลื่น

ถ้ามีการรบกวนตัวกลาง จะทำให้อนุภาคของตัวกลางเกิดการสั่น มีการส่งถ่ายพลังงานจากจุดที่ถูกรบกวนไปยังบริเวณอื่น ในลักษณะของคลื่น เช่น โยนก้อนหินลงไปในน้ำจะเห็นคลื่นบนผิวน้ำแผ่กระจายออกจากบริเวณที่ก้อนหินกระทบผิวน้ำ ซึ่งมีการส่งถ่ายพลังงานโดยอาศัยโมเมนตัมของน้ำ ในขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ไปโมเมนตัมของน้ำไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วยเพียงแต่สั่นขึ้นลงในบริเวณแคบๆ เส้นเชือกที่ถูกสั่นก็จะเกิดคลื่นในเส้นเชือก พลังงานก็ถูกถ่ายโอนจากปลายเชือกที่สั่นสลับผ่านเส้นเชือกไปที่ปลายอีกข้างหนึ่ง แต่ถ้าพิจารณาการเคลื่อนที่ของแสงจากดวงอาทิตย์มายังโลก จะพบว่าแสงสามารถผ่านบริเวณที่ไม่มีตัวกลางได้

### 10.1.1 ประเภทของคลื่น

ในการจัดประเภทของคลื่น จะต้องพิจารณาลักษณะต่างๆของคลื่นเป็นเกณฑ์ เช่น พิจารณาการเคลื่อนที่ในตัวกลาง หรือลักษณะการสั่นของอนุภาคตัวกลางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เป็นต้น

พิจารณาการอาศัยและไม่อาศัยตัวกลาง คลื่นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. คลื่นกล เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่โดยอาศัยตัวกลาง
2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือคลื่นบริสุทธ์ เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

พิจารณาจากการสั่นของอนุภาคตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน คลื่นแบ่งออกเป็น 2

ประเภท คือ

1. คลื่นตามยาว เกิดจาก อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
2. คลื่นตามขวาง เกิดจากอนุภาคของตัวกลางสั่นในทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่

ของคลื่น



(a) คลื่นตามยาว

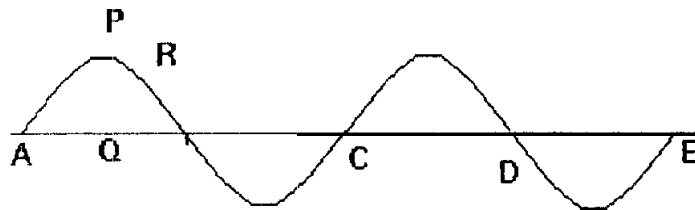


(b) คลื่นตามขวาง

รูป 10-1 ลักษณะของคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง

(a) คลื่นตามยาว

(b) คลื่นตามขวาง



รูป 10-2 รูปแสดงส่วนต่างๆของคลื่นตามขวาง

จากรูป 10-2 เป็นรูปของคลื่นตามขวาง ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆของคลื่นดังนี้ ส่วนที่สูงที่สุดของคลื่น เรียกว่า **สันคลื่น** และส่วนที่ต่ำที่สุด เรียกว่า **ท้องคลื่น** การเคลื่อนที่ของคลื่นเป็นคาบเวลา เมื่อเคลื่อนที่ครบรอบก็จะซ้ำรอยเดิมอีก คลื่น 1 คลื่น ประกอบด้วยคลื่นทางด้านสันคลื่น และคลื่นทางด้านท้องคลื่น ก็คือคลื่นในช่วง AC ซึ่งความยาวของหนึ่งช่วงคลื่น เรียกว่า **ความยาวคลื่น** ซึ่งในการวัดนั้นอาจจะวัดจากสันคลื่นลูกหนึ่งไปยังสันคลื่นอีกลูกหนึ่งที่อยู่ติดกัน เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียกว่า **คาบ** จำนวนของคลื่นในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า **ความถี่** ระยะ RS เรียกว่า **การกระจัด** ระยะ PQ เรียกว่า **อัมพลิจูด** ซึ่งก็คือ การกระจัดที่มีค่ามากที่สุด อัตราเร็วของคลื่น หาได้จาก ผลคูณระหว่างความยาวคลื่นกับความถี่ของคลื่น

ในกรณีของคลื่นตามยาว คลื่น 1 ลูก จะประกอบไปด้วยส่วนที่มีความหนาแน่นของอนุภาคมาก เรียกว่า **ส่วนอัด** และบริเวณที่มีอนุภาคน้อย เรียกว่า **ส่วนขยาย** ดังนั้นในการวัดความยาวคลื่น ก็จะวัดระยะระหว่างส่วนอัดกับส่วนขยาย

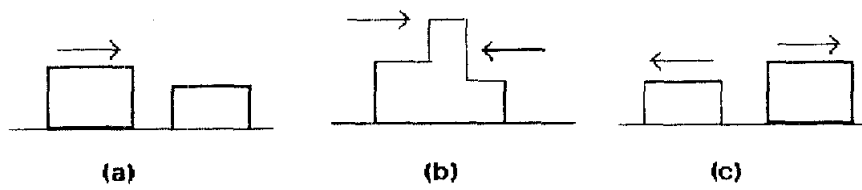
#### 10.1.2 การรวมกันของคลื่น

ถ้าคลื่น 2 ขบวน เคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดการรวมกัน การรวมกันของคลื่นมี 2 แบบ คือ

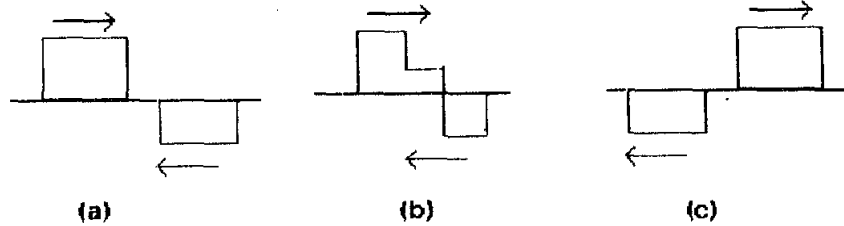
1. การรวมกันแบบเสริมกัน เกิดจากคลื่นที่รวมกันทางด้านสันคลื่นทั้งสองขบวน หรือรวมกันทางด้านท้องคลื่น

2. การรวมกันแบบหักล้างกัน เกิดจากการรวมกันของคลื่นที่เคลื่อนที่เข้าหากันโดยที่คลื่นขบวนหนึ่งหันทางด้านสันคลื่นเข้าหาด้านท้องคลื่นของคลื่นอีกขบวนหนึ่ง

ขณะที่คลื่นเกิดการรวมกัน ลักษณะของคลื่นรวม จะต่างไปจากคลื่นเดิม ดังรูป (a) แต่เมื่อเวลาผ่านไป คลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันไปแล้วคลื่นทั้งสองก็จะมีลักษณะเหมือนเดิม ดังรูป (c) ซึ่งจากรูป 10-3 แสดงถึงการรวมกันของคลื่นแบบเสริมกันและแบบหักล้างกัน



การรวมกันของคลื่นแบบเสริมกัน



การรวมกันของคลื่นแบบหักล้างกัน

รูป 10-3 ภาพแสดงการรวมกันของคลื่น

### 10.1.3 สมบัติของคลื่น

สิ่งที่เป็นคลื่นจะมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. การสะท้อน จะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบสิ่งกีดขวาง คลื่นจะเกิดการสะท้อนกลับ ตัวอย่างการเกิดการสะท้อนของคลื่น เช่น การเกิดเสียงก้อง

2. การหักเห เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน จะทำให้แนวทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเบนไปจากแนวเดิม หรือมีอัตราเร็วเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม การเกิดการหักเห เช่น เรามองเห็นแท่งดินสอด่ส่วนที่อยู่ในแก้วที่ใส่น้ำไว้ จะหักงอไม่เป็นเส้นตรง เดียวกับส่วนที่พ้นน้ำ

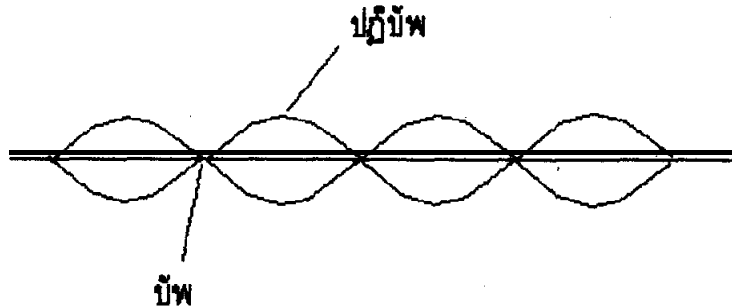
3. การเลี้ยวเบน คลื่นสามารถเคลื่อนที่อ้อมไปทางด้านหลังสิ่งกีดขวางได้ ตัวอย่างของการหักเหที่เราพบเห็น ได้แก่ การเกิดเงามัวของวัตถุ

4. การแทรกสอด เกิดจากการรวมกันของคลื่นตั้งแต่ 2 ขบวนขึ้นไป ซึ่งมีทั้งการรวมกันแบบเสริมกันและหักล้างกัน เช่น การแทรกสอดของคลื่นน้ำ ถ้าเราโยนก้อนหิน 2 ก้อนลงบนผิวน้ำ จะเห็นคลื่นน้ำเคลื่อนที่เข้าหากัน จะเกิดการแทรกสอดขึ้น ส่วนที่รวมแบบเสริมกันจะเห็น

ผิวน้ำมีความสูง หรือต่ำจากผิวน้ำเดิมมากที่สุด ส่วนบริเวณที่มีการแทรกสอดแบบหักล้างกัน ผิวน้ำจะราบ เหมือนกับ ไม่มีคลื่น

5. การกำทอน เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นถูกทำให้สั่นด้วยความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติ จะทำให้เกิดการสั่นที่แรงที่สุด

**คลื่นนิ่ง** เกิดจากการรวมกันของคลื่นต่อเนื่อง 2 ขบวนที่เคลื่อนที่สวนทางกัน มีความถี่เท่ากัน โดยการรวมกันของคลื่นทั้งสองนั้นจะหักล้างกันตรงกันข้ามเข้าหากัน จะได้คลื่นลักษณะดังรูป 10-4 ซึ่งบริเวณคลื่นที่มีการสั่นมากที่สุด เรียกว่า ปฏิบัพ และบริเวณที่มีการสั่นน้อยที่สุด เรียกว่า บัพ



รูป 10-4 ลักษณะของคลื่นนิ่งในเส้นเชือก

## 10.2 แสง

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านที่อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของแสง เช่น นิวตัน เสนอแนวความคิดว่า แสงเป็นอนุภาค ซึ่งทำให้มีการค้นพบปรากฏการณ์ต่างๆของแสงมากมาย ได้แก่ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ปรากฏการณ์คอมป์ตัน ฯ เหล่านี้ล้วนแต่สนับสนุนว่าแสงเป็นอนุภาค และฮอยเกน ได้เสนอว่า แสงเป็นคลื่น ซึ่งมีการทดลองสนับสนุนว่าแสงมีคุณสมบัติของคลื่น ซึ่งในปัจจุบันก็เชื่อว่าแสงมีคุณสมบัติทั้งสองอย่าง คือ เป็นทั้งอนุภาคและคลื่น

มนุษย์ในสมัยก่อนเชื่อว่าแสงมีอัตราเร็วเป็นอนันต์ เพราะแสงเดินทางในระยะทางไกลๆ ใช้เวลาสั้นมาก กาลิเลโอ เป็นคนแรกที่พยายามวัดอัตราเร็วแสง แต่เขาไม่สามารถจะวัดได้ เขาจึงสรุปว่าแสงมีอัตราเร็วสูงมากจนเป็นค่าอนันต์ ต่อมา โรเมอร์ ซึ่งเป็นนักดาราศาสตร์ชาว

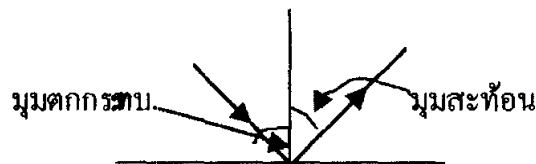
เคนมาร์ก ได้ทำการวัดอัตราเร็วแสง โดยการสังเกตการโคจรของดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดี ทำให้เขาหาค่าอัตราเร็วแสงได้ แต่ค่าที่ได้นั้นยังมีค่าต่างจากอัตราเร็วจริงของแสง ค่าอัตราเร็วแสงที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่เป็นจริงนั้น ได้จากการทดลองของไมเคิลสัน อัตราเร็วแสงในสุญญากาศนิยมเขียนแทนด้วย  $c$  มีค่าประมาณ  $3 \times 10^8$  เมตร/วินาที

### 10.2.1 สมบัติของแสง

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และเป็นคลื่นตามขวาง เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ในการเขียนภาพของแสง จะใช้เส้นตรงมีลูกศรบอกทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ซึ่งเรียกว่า รังสีของแสง แสงมีสมบัติ ดังนี้

1. การสะท้อน เมื่อแสงเดินทางกระทบกับสิ่งกีดขวางจะเกิดการสะท้อน ซึ่งจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง คือ

มุมตกกระทบ จะเท่ากับมุมสะท้อน



รูป 10-5 ภาพแสดงการสะท้อนของแสง

เมื่อแสงสะท้อนกับวัตถุผิวเป็นมันวาว จะทำให้เกิดภาพขึ้นได้ เช่น การเกิดภาพของกระจกเงาราบ การเกิดภาพของกระจกผิวโค้ง

การสะท้อนที่เกิดจากวัตถุผิวเรียบ ถ้ารังสีตกกระทบเป็นรังสีขนาน รังสีสะท้อนก็จะเป็นรังสีขนาน

การสะท้อนที่เกิดจากวัตถุผิวโค้ง แบ่งออกเป็น

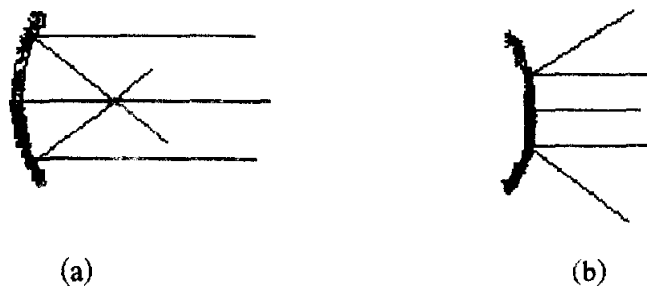
- วัตถุผิวเว้า เมื่อรังสีขนานตกกระทบ จะสะท้อนมารวมกันที่จุดๆหนึ่ง
- วัตถุผิวนูน เมื่อรังสีขนานตกกระทบ จะสะท้อนกระจายออก

การสะท้อนของแสงจากกระจกจะทำให้เกิดภาพได้ ในกรณีของกระจกเงาราบ จะได้ภาพเสมือนขนาดเท่ากับวัตถุ ส่วนกระจกนูนจะได้ภาพเสมือนขนาดเล็กกว่าวัตถุ และกระจกเว้า

จะให้ภาพจริงมีหลายขนาดและให้ภาพเสมือนขนาดใหญ่กว่าวัตถุ การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันในกรณีของกระจกผิวโค้ง ได้แก่

- กระจกนูน ใช้ทำกระจกมองหลังของรถยนต์ กระจกที่ติดอยู่บริเวณทางสามแยกที่มีสิ่งก่อสร้างบัง

- กระจกเว้า ใช้ทำกระจกตรวจฟันของทันตแพทย์ ใช้ในการรวมแสง

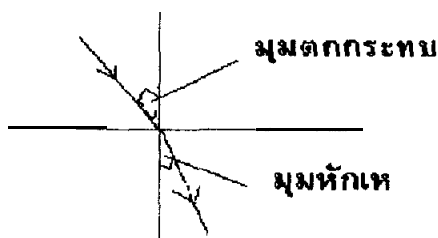


รูป 10-6 ภาพแสดงการสะท้อนแสงของกระจกเว้าและกระจกนูน

(a) การสะท้อนแสงของกระจกเว้า

(b) การสะท้อนแสงของกระจกนูน

2. การหักเหของแสง เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกันจะเกิดการหักเห เส้นทางการเคลื่อนที่จะเบนไปจากแนวเดิม ซึ่งมีลักษณะดังรูป 10-7

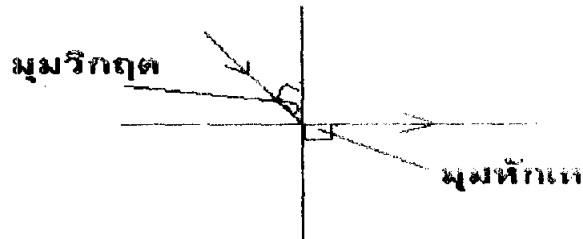


รูป 10-7 ภาพแสดงการหักเหของแสง

การหักเหของแสง ถ้ารังสีตกกระทบอยู่ในตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากและรังสีหักเหอยู่ในตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย มุมหักเหจะโตกว่ามุมตกกระทบ ถ้ามุมตกกระทบทำให้



มุมหักเหทาง 90 องศา ดังแสดงในรูป 10-8 มุมตกกระทบนี้จะเรียกว่า มุมวิกฤต และถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤต จะเกิดการสะท้อนกลับหมด คือไม่มีแสงหักเหผ่านตัวกลางอีกตัวกลางหนึ่ง

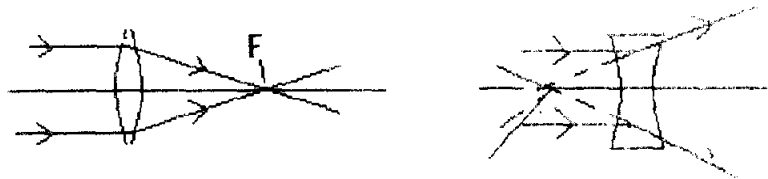


รูป 10-8 ภาพแสดงมุมวิกฤต

การหักเหของแสงในธรรมชาติ จะทำให้เรามองเห็นระยะวัตถุผิดไปจากความเป็นจริง เช่น มองเห็นวัตถุใต้น้ำอยู่ตื้นจากระยะจริง

มิราจ เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากการสะท้อนกลับหมดของแสง จึงทำให้มองเห็นภาพลวงตาเกิดขึ้น เช่น มองเห็นผิวน้ำบนมีน้ำขังอยู่

การหักเหผ่านเลนส์ ในกรณีของเลนส์นูนและเลนส์เว้า แสงจะรวมกันที่จุดๆหนึ่ง เรียกว่าจุดโฟกัส เมื่อแสงหักเหผ่านเลนส์นูนและจะกระจายแสงเมื่อหักเหผ่านเลนส์เว้า ดังแสดงในรูป 10-9



รูป 10-9 ภาพแสดงลักษณะของแสงที่หักเหผ่านเลนส์

ภาพซ้ายมือแสดงการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน

ภาพขวามือแสดงการหักเหของแสงผ่านเลนส์เว้า

ภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์จะได้ภาพลักษณะเดียวกับภาพจากการสะท้อนของแสงกับกระจกผิวโค้ง ซึ่งเลนส์นูนจะได้ภาพแบบเดียวกับกระจกเว้า และเลนส์เว้าจะได้ภาพเช่นเดียวกับกระจกนูน ในชีวิตประจำวันเรานำเลนส์นูนมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น ใช้ทำแว่นขยาย กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ ฯลฯ

**การกระจายแสง** เมื่อให้แสงขาวผ่านปริซึม จะเกิดการกระจายแสงออกเป็นแสงสีต่างๆ 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ปรากฏการณ์ในธรรมชาติที่เกิดการกระจายแสง ได้แก่ การเกิดรุ้ง ซึ่งเกิดจากการหักเหและการสะท้อนของแสงภายในหยดน้ำในบรรยากาศ

3. การเลี้ยวเบนของแสง แสงสามารถอ้อมไปทางด้านหลังสิ่งกีดขวางได้ สังเกตได้จากด้านหลังของสิ่งกีดขวางที่เป็นวัตถุทึบแสงและขนาดใหญ่กว่าแหล่งกำเนิดแสง เมื่อนำวัตถุนี้มาบังขวางทางเดินแสงแล้วทางด้านหลังควรจะมีดสนิท แต่จริงๆแล้วไม่เป็นเช่นนั้น เพราะทางด้านหลังวัตถุนี้จะมีแสงอยู่บ้างจะไม่มีดสนิท หรืออาจจะสังเกต แสงที่ผ่านช่องเล็กๆของฝาห้อง แสงทางด้านตรงข้ามกับแหล่งกำเนิดแสงจะมีการเลี้ยวเบน

4. การแทรกสอด ถ้าให้แสงผ่านช่องเล็กๆ 2 ช่อง ที่อยู่ใกล้ๆกัน จะพบการแทรกสอดของแสง โดยจะมีแถบมืดแถบสว่างเกิดขึ้นหลังจากที่แสงผ่านช่องเล็กๆนั้นออกมา ซึ่งแถบสว่างจะได้จากการแทรกสอดแบบเสริมกัน และแถบมืดจะได้จากการแทรกสอดแบบหักล้างกัน

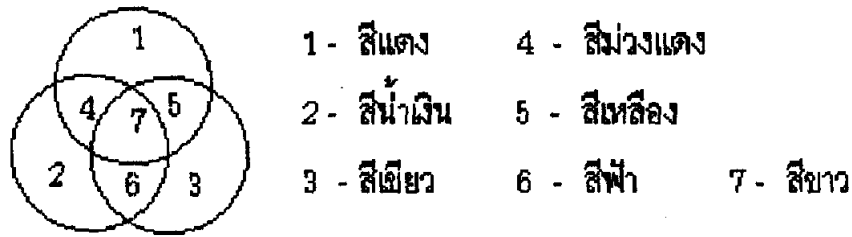
#### 102.2 ตาและการมองเห็น

**การมองเห็นวัตถุ** ในการมองเห็นวัตถุนั้นอาจเกิดจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุมาสู่ตา ในกรณีของวัตถุทึบแสง แต่ถ้าเป็นวัตถุโปร่งใสและวัตถุโปร่งแสงที่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านก็จะเกิดจากแสงทะลุผ่านวัตถุนั้นมาสู่ตา และถ้ามองเห็นวัตถุเป็นสีต่างๆ ก็ขึ้นอยู่กับแสงสีที่มาสู่ตา

- วัตถุทึบแสงสี เกิดจากวัตถุสะท้อนแสงสีที่มีสีเดียวกับตัววัตถุนั้นมาเข้าตาเรา ส่วนแสงสีอื่นจะถูกดูดกลืน เช่น มองวัตถุเป็นสีขาว เพราะวัตถุสะท้อนแสงทุกสี แต่ถ้ามองเห็นวัตถุเป็นสีดำ แสดงว่าวัตถุนั้นดูดกลืนแสงสีทุกสี มองวัตถุเป็นสีน้ำเงิน เพราะวัตถุนั้นสะท้อนแสงสีน้ำเงิน ส่วนแสงสีอื่นจะถูกดูดกลืน

- วัตถุโปร่งใส และวัตถุโปร่งแสงสี วัตถุนั้นจะยอมให้แสงสีที่มีสีเดียวกับตัววัตถุทะลุผ่านและดูดกลืนแสงสีอื่นไว้ เช่น กระจกสีต่างๆ

- **การผสมแสงสี** การมองเห็นวัตถุเป็นสีต่างๆก็ขึ้นอยู่กับแสงสี ซึ่งแสงสีปฐมภูมิ มีอยู่ 3 สี คือ แสงสีแดง แสงสีเขียว แสงสีน้ำเงิน การเห็นวัตถุที่มีสีต่างไปจากแสงสีปฐมภูมิก็เกิดจากการผสมแสงสี ดังแสดงในรูป 10-10



รูป 10-10 การผสมแสงสีของแสงสีปฐมภูมิ

**ตา** เป็นอวัยวะสำคัญสำหรับการมองเห็น ซึ่งตามีลักษณะคล้ายกับกล้องถ่ายรูป เลนส์ตาเป็นเลนส์นูน ที่ทำหน้าที่รับภาพ ภาพที่เกิดขึ้นจะไปตกที่เรตินา บริเวณเรตินาจะมีประสาทที่เกี่ยวข้องกับการรับแสงและแสงสีอยู่ ซึ่งประสาทที่ไวต่อแสงสีจะมีอยู่ 3 ชนิด คือ ไวต่อแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน ถ้าเซลล์ที่ไวต่อแสงสีใดสีหนึ่งผิดปกติ จะทำให้การมองเห็นแสงสีบกพร่องไป เรียกว่า **ตาบอดสี**

**ตาบอดสั้น** เกิดจากความผิดปกติ ที่ภาพที่เกิดขึ้นนั้น เกิดก่อนถึงเรตินา สามารถแก้ไขได้โดยใช้แว่นตาที่ทำด้วยเลนส์เว้า

**ตาบอดยาว** เกิดจากความผิดปกติ ที่ภาพที่เกิดขึ้นนั้น เกิดหลังเรตินา สามารถแก้ไขได้โดยใช้แว่นตาที่ทำด้วยเลนส์นูน

### 10.3 เสียง

เสียงเป็นคลื่นตามยาว เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เสียงที่มนุษย์ได้ยินจะมีความถี่อยู่ในช่วง 20 - 20,000 เฮิรตซ์ เสียงต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเสียงมีค่าขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางที่เคลื่อนที่ผ่าน อัตราเร็วเสียงในตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากจะมีค่ามากกว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย อัตราเร็วเสียงในอากาศจะแปรผันตามอุณหภูมิ

**เสียงกับการได้ยิน** ในการได้ยินเสียงจะต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่างด้วยกัน คือ

1. แหล่งกำเนิดเสียง ให้เสียงที่มีความถี่ในช่วงที่มนุษย์รับได้
2. ตัวกลาง
3. เครื่องรับ ก็คืออวัยวะที่ทำหน้าที่รับเสียง

#### 10.3.1 ปฏิกิริยาทางเสียงที่เกิดจากคุณสมบัติของเสียง

เสียงเป็นคลื่น ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติของคลื่น และจากคุณสมบัติดังกล่าว จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางเสียงมากมาย ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น

เสียงก้อง เกิดจากการสะท้อนของเสียง และจากคุณสมบัติของเสียงเกี่ยวกับการสะท้อนนั้น เราสามารถนำคุณสมบัติของเสียงในด้านนี้มาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ใช้ในทางบันเทิง , ออกแบบตกแต่งสถานที่เพื่อลดเสียงสะท้อน หรือใช้อัลตราซาวด์ ซึ่งเป็นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน ในการสำรวจทรัพยากร, ทางการแพทย์ ฯลฯ

การหักเหของเสียง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากการหักเหของเสียง เช่น มองเห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง ก็เกิดจากเสียงนั้นหักเหกลับไปในชั้นบรรยากาศเนื่องจากความแตกต่างของความหนาแน่นของชั้นบรรยากาศที่เสียงเคลื่อนที่ผ่าน

บีตส์ เกิดจากการแทรกสอดของเสียง 2 เสียงที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย ทำให้เราได้ยินเสียงดังค่อยสลับกัน ผลต่างของความถี่ที่ทำให้เกิดเสียงบีตส์นั้นจะต้องมีความถี่ไม่เกิน 10 Hz

การกำทอน เกิดจากเสียงที่เคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง ทำให้ตัวกลางนั้นสั่นด้วยความถี่เดียวกับความถี่ธรรมชาติ จึงทำให้เกิดการสั่นที่รุนแรง จะทำให้ได้ยินเสียงดังขึ้น เช่น การกำทอนของเสียงในกล่องเสียงของเครื่องดนตรีประเภทสาย

ปรากฏการณ์เคออปเปิลอร์ เกิดจากผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่สูงหรือต่ำกว่าความถี่เดิมของเสียง เนื่องจากการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดเสียง และผู้สังเกต ความถี่ของเสียงที่ผู้สังเกตได้ยินนี้เรียกว่า ความถี่ปรากฏ ซึ่งความถี่ปรากฏของเสียงจะสูงเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหากัน แต่ถ้าเคลื่อนที่ออกจากกัน ความถี่ปรากฏของเสียงจะมีความถี่ต่ำ

โชนิกนัม เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เร็วกว่าเสียง ทำให้เกิดคลื่นกระแทก ดังนั้นบริเวณที่คลื่นนี้เคลื่อนที่ผ่าน จะมีเสียงจะดังมาก

#### 10.3.2 คุณภาพเสียง

เสียงที่ผู้ฟังได้ยินและสามารถแยกได้ว่าเป็นเสียงของอะไรนั้น แสดงว่ามีคุณภาพเสียง

เสียงที่ได้ยินจะประกอบด้วยความถี่ต่างๆกันหลายความถี่ ซึ่งค่าของความถี่นั้นจะบอกถึงระดับของเสียง เสียงแหลมเป็นเสียงที่มีความถี่สูงหรือระดับเสียงสูง และเสียงทุ้มเป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำหรือระดับเสียงต่ำ ส่วนความดังของเสียงที่เราได้ยินนั้น ไม่ขึ้นกับค่าความถี่ แต่ขึ้นอยู่กับ การสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงว่าสั่นมากหรือน้อยแค่ไหน ความดังของเสียงนิยมนบอกในรูปของระดับความเข้มเสียง ในหน่วย เดซิเบล

### 10.3.3 อันตรายจากเสียง

เสียงที่มนุษย์ได้ยินจะมีระดับความเข้มเสียงอยู่ระหว่าง 0 - 120 เดซิเบล ถ้าได้ยินเสียงดังมากๆเป็นเวลานานๆ จะมีผลเสียต่อร่างกาย เสียงที่นับว่ามีอันตรายมาก เมื่อมีระดับความเข้มเสียงเกินกว่า 85 เดซิเบล ในการได้ยินเสียงใดเป็นเวลานานๆ ถึงแม้ว่าจะมีความดังไม่มากนักก็อาจมีผลกระทบต่ออารมณ์และจิตใจของผู้ที่ได้ยิน เพราะเสียงนั้นจะก่อให้เกิดความรำคาญ เสียงที่เราได้ยินจะมีผลทำให้เกิดการห่อนสมรรถภาพในการฟังลง ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น

- ระยะเวลาในการได้ยิน
- ระดับความเข้มเสียง
- ความถี่ของเสียง
- ตัวบุคคลที่ได้รับเสียง

ดังนั้น ถ้าต้องปฏิบัติหน้าที่ในบริเวณที่มีเสียงดังมากๆ ควรจะป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับหู โดยการ ใช้เครื่องครอบหูเพื่อลดความดังของเสียงลง

## 10.4 ความร้อน

ความร้อน เป็นพลังงานรูปหนึ่ง และเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การถ่ายเทพลังงานความร้อนนั้นจะอาศัยตัวกลางหรือไม่อาศัยตัวกลางก็ได้ ซึ่งวิธีการถ่ายเทความร้อนมีอยู่ 3 แบบ คือ

1. การนำความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยตัวกลาง แต่โมเลกุลของตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่ เกิดในตัวกลางที่อยู่ในสถานะของแข็ง
2. การพาความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยตัวกลาง และ โมเลกุลของตัวกลางจะเคลื่อนที่ไปด้วย เกิดในตัวกลางที่อยู่ในสถานะของเหลวและก๊าซ
3. การแผ่รังสี เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยไม่อาศัยตัวกลาง

การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นเมื่อในบริเวณต่าง ๆ นั้นมีระดับความร้อนไม่เท่ากัน ซึ่งระดับความร้อนนั้น เรียกว่า **อุณหภูมิ** โดยความร้อนจะถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ผิวหนังของมนุษย์สามารถบอกระดับความร้อนได้ แต่ความรู้สึของแต่ละคนย่อมแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการสร้างเครื่องมือขึ้นเพื่อวัดระดับความร้อน เรียกว่า **เทอร์โมมิเตอร์** ซึ่งเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมินั้นจะมีอยู่หลายหน่วย แต่ที่นิยมใช้ในปัจจุบันจะบอกหน่วยอุณหภูมิเป็น องศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮต์ อุณหภูมิต่ำสุดของเทอร์โมมิเตอร์ จะเป็นอุณหภูมิของจุดหลอมเหลวของน้ำ คือ 0 องศาเซลเซียส หรือ 32 องศาฟาเรนไฮต์ และอุณหภูมิสูงสุดเป็นอุณหภูมิของจุดเดือดของน้ำ คือ 100 องศาเซลเซียส หรือ 212 องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าจะเปลี่ยนหน่วยของอุณหภูมิระหว่างองศาเซลเซียสกับองศาฟาเรนไฮต์ สามารถใช้ความสัมพันธ์จากสมการข้างล่างนี้ได้

$$C/5 = (F - 32) / 9$$

C คือ อุณหภูมิหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

F คือ อุณหภูมิหน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์

#### 10.4.1 ผลของความร้อนต่อวัตถุ

เมื่อให้ความร้อนกับวัตถุจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น ซึ่งพอจะสรุปผลได้ดังนี้

- อุณหภูมิเปลี่ยน วัตถุที่ได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น
- เกิดการเปลี่ยนสถานะ วัตถุที่ได้รับความร้อนอุณหภูมิจะสูงขึ้นถึงจุดหนึ่งก็จะคงที่

และจะเกิดการเปลี่ยนสถานะ ความร้อนที่ได้รับ ถูกใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะ เรียกว่า ความร้อนแฝง ในการเปลี่ยนสถานะนั้น จะมีการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว อุณหภูมิจะคงที่ที่จุดหลอมเหลว แต่ถ้าของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ อุณหภูมิจะคงที่ที่ จุดเดือด

- ขนาดเปลี่ยนแปลง ความร้อนทำให้สสารเกิดการขยายตัว ดังนั้น ขนาดของวัตถุจะเปลี่ยนไปจากเดิม ความยาว หรือพื้นที่ หรือปริมาตรจะมากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งการขยายตัวที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับชนิดของสสาร

การรับ ความร้อนของวัตถุจะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ

- ขนาดพื้นที่ที่รับรังสี พื้นที่มากก็จะรับความร้อนได้มาก
- สีของวัตถุ วัตถุสีเข้มจะรับและคายความร้อนได้ดีกว่าวัตถุสีอ่อน
- ลักษณะของผิว วัตถุผิวขรุขระจะรับและคายความร้อนได้ดีกว่าผิวเรียบ

ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ เช่น การเกิดลม ก็เป็นผลมาจากความร้อน เพราะอากาศที่ได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงจะลอยตัวขึ้นสูง ทำให้บริเวณที่อากาศมีอุณหภูมิต่ำกว่าเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ จึงเกิดเป็นลมขึ้นมา การเกิดลมบกและลมทะเล ก็มีสาเหตุมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นน้ำและพื้นดิน

#### 10.4.2 ประโยชน์ของความร้อน

- ให้ความอบอุ่นต่อสิ่งมีชีวิต
- ใช้ประกอบอาหาร และถนอมอาหาร
- ใช้ในทางการแพทย์ คือ ใช้การแผ่รังสีความร้อนของร่างกายในการวินิจฉัยโรค

โดยใช้เครื่องมือ ที่เรียกว่า เทอร์โมกราฟ

- ใช้ในทางอุตสาหกรรมการ เช่น ใช้อบสีรถยนต์
- ใช้ในการถ่ายภาพเพื่อการสำรวจและทำแผนที่ เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ การสำรวจ

หาแหล่งของสัตว์ป่า

### สรุป

การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการแทรกสอด เป็นสมบัติของคลื่น แสงเป็นคลื่น มีความสำคัญต่อการมองเห็น การสะท้อนและการหักเหของแสงทำให้เกิดภาพได้ ซึ่งภาพมีอยู่ 2 แบบ คือ ภาพจริงและภาพเสมือน ภาวะที่สำคัญต่อการมองเห็นของมนุษย์ คือ ตา อาการผิดปกติของสายตาก็มักจะพบบ่อยๆ ได้แก่ สายตาสั้น สายตาวาว สายตาเอียง หรือตาบอดสี ส่วนการได้ยินของมนุษย์นั้นมีหูเป็นอวัยวะรับเสียง นอกจากนั้นยังจะต้องมีตัวกลางและแหล่งกำเนิดเสียง สมบัติของเสียงทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางเสียงได้หลายอย่าง เช่น เสียงก้อง บีตส์ ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ เป็นต้น เสียงที่มีความดังมากๆจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงได้หลายอย่าง การรับความร้อนของวัตถุจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นกับสมบัติบางอย่างของวัตถุ เช่น พื้นที่ที่รับแสง สีผิว ความร้อนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้มากมาย และความร้อนมีประโยชน์อย่างมากในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก

## แบบฝึกหัด

- 1) ข้อความใดไม่เป็นจริงสำหรับคลื่น
  1. คลื่นส่งผ่านพลังงาน
  2. คลื่นประกอบด้วยอนุกรมของการสั่น
  3. คลื่นเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดคลื่น
  4. คลื่นเคลื่อนที่ในทิศตั้งฉากกับการสั่นของอนุภาคตัวกลางเท่านั้น
- 2) การสะท้อนของคลื่นทำให้เกิดผลในข้อใด
  1. การหักเห
  2. เกิดการแทรกสอด
  3. ความถี่เปลี่ยนไป
  4. ความยาวคลื่นเปลี่ยนไป
- 3) ข้อใดเป็นสมบัติของคลื่น ไม่ใช่สมบัติของอนุภาค
  1. การเลี้ยวเบน
  2. การสะท้อน
  3. การหักเห
  4. การสั่น
- 4) ข้อใดไม่ใช่ คลื่นกล
  1. คลื่นน้ำ
  2. คลื่นเสียง
  3. คลื่นในเส้นเชือก
  4. คลื่นไมโครเวฟ
- 5) เสียงก้องเกิดจากคุณสมบัติของเสียงในข้อใด
  1. การแทรกสอด
  2. การเลี้ยวเบน
  3. การสะท้อน
  4. การหักเห
- 6) เมื่อเรามองเห็นฟ้าแลบ แต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง เป็นเพราะสมบัติของเสียงในข้อใด
  1. การหักเห
  2. การสะท้อน
  3. การเลี้ยวเบน
  4. การแทรกสอด
- 7) การส่องดูเงาตัวเองในกระจกเงา อาศัยสมบัติข้อใดของคลื่น
  1. การหักเห
  2. การสะท้อน
  3. การเลี้ยวเบน
  4. การแทรกสอด



8) ข้อใด**ไม่ถูกต้อง**สำหรับอากาศ

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. ปริมาตรเพิ่มที่อุณหภูมิสูง | 2. ปริมาตรลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำ |
| 3. อากาศร้อนเบากว่าอากาศเย็น  | 4. อากาศเย็นเบากว่าอากาศร้อน   |

9) ข้อใด**ไม่ใช่**ผลของความร้อน

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. วัตถุมีการหดตัว       | 2. วัตถุมีการขยายตัว         |
| 3. ของเหลวมีมวลเพิ่มขึ้น | 4. ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว |

10) ลักษณะของผิวของตัวกำเนิดความร้อนชนิดใดส่งรังสีความร้อน**ได้ไม่ดี**

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1. พื้นผิวผิวมาก     | 2. ผิวสีดำขรุขระ      |
| 3. อุณหภูมิที่ผิวสูง | 4. ผิวขาวเรียบเป็นมัน |

11) เมื่อเราจับก้อนน้ำแข็ง จะรู้เย็นเพราะอะไร

- |                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. น้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำกว่ามือ       | 2. น้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำกว่ามือ        |
| 3. ความร้อนจากมือเราถ่ายเทสู่น้ำแข็ง | 4. น้ำแข็งถ่ายเทความร้อนเย็นให้มือเรา |

12) ปัจจัยข้อใด**ไม่จำเป็น**ต่อการได้ยิน

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| 1. ตัวกลาง         | 2. เครื่องขยาย      |
| 3. เครื่องรับเสียง | 4. แหล่งกำเนิดเสียง |

13) ชนิดของตัวกลางมีผลต่อเสียงในเรื่องใด

- |             |                 |
|-------------|-----------------|
| 1. ความถี่  | 2. ความดัง      |
| 3. ความเร็ว | 4. ความยาวคลื่น |

14) มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงในช่วงใด

- |               |                |
|---------------|----------------|
| 1. 0 - 80 dB  | 2. 0 - 120 dB  |
| 3. 10 - 80 dB | 4. 20 - 120 dB |

15) เสียงของเครื่องดนตรีในข้อใดที่**ไม่ได้**เกิดจากการสั่นของตัวเครื่องดนตรี

- |           |                |
|-----------|----------------|
| 1. กลอง   | 2. ออร์แกน     |
| 3. เปียโน | 4. กีตาร์ไฟฟ้า |

16) การที่เรามองเห็นวัตถุเป็นสีดำเพราะอะไร

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 1. วัตถุดูดกลืนสีดำ | 2. วัตถุดูดกลืนทุกสี |
| 3. วัตถุสะท้อนสีดำ  | 4. วัตถุสะท้อนทุกสี  |

- 17) ถ้าเรามองเห็นคนที่อยู่ในแสงสีแดงสวมเสื้อสีเหลือง ที่จริงแล้วเสื้อที่สวมเป็นสีอะไร
1. สีแดง
  2. สีเขียว
  3. สีเหลือง
  4. สีน้ำเงิน
- 18) กระจกเงาจัดเป็นวัตถุประเภทใด
1. วัตถุทึบแสง
  2. วัตถุโปร่งใส
  3. วัตถุโปร่งแสง
  4. วัตถุผิวเรียบเป็นเงา
- 19) ภาพลวงตาที่เกิดขึ้นที่ผิวถนนในเวลากลางวันที่ร้อนจัด เกิดจาก ข้อใด
1. การหักเห
  2. การสะท้อน
  3. การเลี้ยวเบน
  4. การสะท้อนกลับหมด
- 20) วัตถุผิวโค้งที่ใช้มองวัตถุบริเวณทางสามแยกที่มีสิ่งก่อสร้างบังทำมาจากวัตถุในข้อใด
1. เลนส์นูน
  2. เลนส์เว้า
  3. กระจกนูน
  4. กระจกเว้า
- 21) อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจดูพื้นของทันตแพทย์ ทำมาจากอะไร
1. กระจกเว้า
  2. กระจกนูน
  3. เลนส์เว้า
  4. เลนส์นูน
- 22) ในการแก้ปัญหาของคนสายตาสั้นจะต้องใช้แว่นตาที่ทำจากข้อใด
1. กระจกเว้า
  2. กระจกนูน
  3. เลนส์เว้า
  4. เลนส์นูน
- 23) ส่วนใดของดวงตาที่ทำหน้าที่เสมือนฟิล์มบันทึกภาพของกล้องถ่ายภาพ
1. แก้วตา
  2. เรตินา
  3. ม่านตา
  4. กระจกตา

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆