**บัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง คลื่นกล**

**คลื่น**

คลื่น (Wave) เป็นปรากฏการณ์การถ่ายเทพลังงานจากแหล่งกำเนิดไปยังบริเวณรอบข้าง

 ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

รูปภาพคลื่น

**ส่วนประกอบของคลื่น**

 **การกระจัด (displacement ; y)** คือระยะที่คลื่นเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งสมดุล มีหน่วยเป็น เมตร (m)

 **แอมพลิจูด (Amplitude ; A)** คือ การกระจัดสูงสุด หรือระยะมากที่สุดที่ตัวกลางเคลื่อนที่อกจากตำแหน่งสมดุล มีหน่วยเป็น เมตร (m)

 **ความถี่ (Frequency ; f)** คือ จำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดคลื่นในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น ลูกต่อวินาที หรือรอบต่อวินาที (s-1) หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

 **คาบ (Period ; t)** เวลาที่แหล่งกำเนิดให้คลื่น 1 ลูก หรือเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งอ้างอิงคงที่ตำแหน่งหนึ่งได้ครบ 1 ลูก มีหน่วยเป็น วินาทีต่อรอบ หรือวินาที (s)

**ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และคาบ**

**ความถี่ : **

**คาบ : **

**ความยาวคลื่น (Wave length ; ) คือ** ระยะทางบนแนวสมดุลที่มีลูกคลื่น 1 ลูก หรือระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

**เฟส (Phase ; )** คือ การบอกตำแหน่งขอองคลื่นโดยเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของคลื่น 1 รอบกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม

การบอกเฟสของคลื่นรูปไซน์ หากพิจารณาเทียบกับกราฟไซน์จะมีบางจุดที่มีเฟสแน่นอน ได้แก่ สันคลื่นซึ่งจะเฟส เรเดียน (90o) และท้องคลื่นซึ่งจะมีเฟส เรเดียน (270o) ส่วนจุดอื่นๆนั้นสามารถหาค่าเฟสได้จากสมการ



เมื่อ y คือ การกระจัดของอนุภาควัดจากแนวสมดุล

 A คือ แอมพลิจูด

 คือ เฟสคลื่น

 90 450

รูปภาพคลื่น

**อัตราเร็วของคลื่น**

อัตราเร็วของคลื่น (Wave speed ; ) คือ ระยะที่คลื่นสามารถเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ



หรือ 

เมื่อ v คือ อัตราเร็วคลื่น มีหน่วย เมตรต่อวินาที (m/s)

 f คือ ความถี่คลื่น มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)

 T คือ คาบ มีหน่วยเป็น วินาที (s)

 คือ ความยาวคลื่น มีหน่วยเป็น เมตร (m)

**คลื่นผิวน้ำ**

คลื่นผิวน้ำ เกิดขึ้นเมื่อผิวน้ำถูกรบกวนซึ่งทำให้เกิดการถ่ายโอนพลังงานผ่านอนุภาคของน้ำ โดยที่อนุภาคของน้ำไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น แต่จะสั่นขึ้นลงในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

การศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆของคลื่นอย่างง่าย สามารถศึกษาคลื่นน้ำได้จากถาดคลื่น (ripple tank)

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำจากถาดคลื่น จะสังเกตเห็นแถบมืดและแถบสว่าง ดังภาพ

แถบสว่าง เกิดจากสันคลื่นทำหน้าที่คล้ายเลนส์นูนรวมแสงซึ่งทำให้ปรากฏเป็นแถบสว่าง

แถบมืด เกิดจากท้องคลื่นทำหน้าที่คล้ายเลนส์เว้ากระจายแสงซึ่งทำให้ปรากฏเป็นแถบมืด

หน้าคลื่น (Wave front) เป็นแนวสมมติที่เชื่อมโยงระหว่างตำแหน่งที่มีเฟสเดียวกันบนคลื่นหลายๆขบวนโดยหน้าคลื่นจะตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อน ดังภาพ

รังสีของคลื่น เป็นเส้นสมมติแทนทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น ซึ่งตั้งฉากกับหน้าคลื่นเสมอ

การซ้อนทับของคลื่น

การซ้อนทับของคลื่น (superposition of wave) คือ การที่คลื่นสองขบวนเคลื่อนที่มาพบกันแล้วเกิดการรวมกัน ซึ่งการกระจัดลัพธ์ของคลื่นรวมจะมีค่าเท่ากับผลบวกของการกระจัดของคลื่นที่เคลื่อนที่มาพบกันและเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านกันไปแล้ว แต่ละคลื่นจะมีลักษณะและมีทิศการเคลื่อนที่เหมือนเดิม

การรวมกันแบบเสริม (constructive superposition) เกิดขึ้นเมื่อการกระจัดของคลื่นมีทิศทางเดียวกันซึ่งการกระจัดลัพธ์ของคลื่นรวมจะมีขนานมากกว่าการกระจัดเดิมของแต่ละคลื่น ดังภาพ

 คลื่น 1 คลื่น 2

 **คลื่นรวม**

การรวมกันแบบหักล้าง (destructive superposition) เกิดขึ้นเมื่อการกระจัดของคลื่นมีทิศทางตรงข้ามกันซึ่งการกระจัดลัพธ์ของคลื่นรวมจะมีขนาดน้อยกว่าการกระจัดเดิมของแต่ละคลื่น ดังภาพ

 คลื่น 2

 คลื่น1

 **คลื่นรวม**

 คลื่น 2

 คลื่น1

**สมบัติของคลื่น**

**การสะท้อน (reflection)** คือ เกิดจากการที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางหนึ่งไปพบบริเวณรอยต่อกับอีกตัวกลางหนึ่ง แล้วเคลื่อนที่กลับทิศไปสู่ตัวกลางเดิม โดยไม่ผ่านรอยต่อนั้นไป

รูปภาพคลื่น

การสะท้อนของคลื่นทุกชนิด จะมีลักษณะรวมกัน เรียกว่า กฎการสะท้อน ดังนี้

* แนวของรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นตั้งฉาก จะอยู่บนระนาบเดียวกันเสมอ
* มุมตกกระทบ () จะมีขนานเท่ากับมุมสะท้อน () เสมอ ()

คลื่นตกกระทบจะมีองค์ประกอบของคลื่น ได้แก่ แอมพลิจูด ความถี่ คาบ ความยาวคลื่น และอัตราเร็วของคลื่นเท่ากับคลื่นสะท้อน แต่มีทิศทางเปลี่ยนแปลงไป ส่วนปริมาณที่อาจเปลี่ยนแปลงไป คือ ค่าเฟส

ถ้าพิจารณาจากเฟสที่เปลี่ยนแปลงหลังการสะท้อนของคลื่น สามารถแบ่งได้ 2 กรณี

* การสะท้อนแบบไม่กลับเฟส หรือการสะท้อนปลายเปิด การสะท้อนลักษณะนี้ คลื่นสะท้อนและคลื่นตกกระทบจะมีเฟสเดียวกัน เรียกว่า มีเฟสตรงกัน
* การสะท้อนแบบกลับเฟส หรือการสะท้อนปลายเปิด หรือการสะท้อนปลายตรึง การสะท้อนลักษณะนี้ คลื่นสะท้อนและคลื่นตกกระทบจะมีเฟสต่างกัน 180 องศา เรียกว่า มีเฟสตรงข้าม

**การหักเห (Refraction)** เกิดจากการเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปพบบริเวณรอยต่อกับอีกตัวกลางหนึ่งแล้วสามารถเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อเข้าไปยังตัวกลางนั้นได้ ซึ่งคลื่นจะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วและความยาวคลื่นส่วนทิศทางการเคลื่อนที่อาจเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนก็ได้ขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบ และความถี่จะมีค่าคงตัว

* รังสีตกกระทบในตัวกลางที่ 1 ทำมุม  กับเส้นตั้งฉาก เรียกมุมนี้ว่า มุมตกกระทบ (angle of incidence)
* รังสีหักเหในตัวกลางที่ 2 ทำมุม กับเส้นตั้งฉาก เรียกมุมนี้ว่า มุมหักเห (angle of refraction)
* ความสัมพันธ์ของคลื่นตกกระทบและคลื่นหักเห จะมีลักษณะตามกฎของสเนล (Snell’s law) ดังนี้



* ลักษณะของการหักเหของคลื่นแบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบเบนออก และแบบเบนเช้า

ตัวอย่างเช่น คลื่นน้ำเมื่อเคลื่อนที่จากน้ำลึกไปยังน้ำตื้น อัตราเร็วจะลดลงทำให้คลื่นหักเหเบนเข้าหาเส้นตั้งฉาก ดังฉาก

**การแทรกสอด (interference)** เกิดขึ้นเมื่อคลื่นอาพันธ์สองขบวนมาซ้อนทับกัน ซึ่งจะเกิดการรวมกันแบบเสริมและแบบหักล้างกัน โดยมีรูปแบบที่แน่นอน

แหล่งกำเนิดอาพันธ์ (Coherent source) คือ แหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งที่ให้กำเนิดคลื่นที่มีแอมพลิจูดและความถี่เท่ากัน และเป็นคลื่นที่มีเฟสตรงกันหรือมีความต่างเฟสคงตัว

ตำแหน่งที่แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองรวมตัวกันแบบเสริมแล้วมีการกระจัดมากที่สุด เรียกว่า ปฏิบัพ (antinode;A)

ตำแหน่งที่แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองรวมตัวกันแบบหักล้างแล้วมีการกระจัดน้อยที่สุด เรียก บัพ (node;N)

**การเลี้ยวเบน (diffaction)** เป็นปรากฎการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่มาพบสิ่งกีดขวาง หรือช่องกั้นคลื่นซึ่งคลื่นจะสามารถเคลื่อนที่ผ่านช่องนั้น และอ้อมไปด้านหลังของสิ่งกีดขวางได้

* การเลี้ยวเบนนของคลื่นอธิบายได้ด้วยหลักของฮอยเกนส์ได้ ซึ่งกล่าวไว้ว่า “ทุกจุดบนหน้าคลื่นจะทำหน้าที่เสมือนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม ที่มีลักษณะของคลื่นไม่ว่าจะเป็น อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวของคลื่นเหมือนคลื่นเดิมทุกประการ”
* คลื่นที่เลี้ยวเบนผ่านช่องกั้นสามารถเกิดการซ้อนทับกัน และเกิดเป็นการแทรกสอดได้ด้วย
* คลื่นที่เลี้ยวเบนผ่านช่องเปิดที่มีความกว้างของช่องมากกว่าความยาวคลื่น พบว่าจะเกิดแนวการรวมกันแบบเสริมและแบบหักล้างคงที่ เช่นเดียวกับคลื่นนิ่งจากการแทรกสอด ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะตำแหน่งที่มีการรวมกันแบบหักล้างหรือตำแหน่งบัพ

ตำแหน่งบัพ (N)



เมื่อ d แทนความกว้างของช่องกั้น

D แทนระยะห่างจากระนาบของช่องกั้นกับฉาก

 แทนมุมระหว่างแนวกลางกับจุด P

x แทนระยะจากจุดที่พิจารณาจากแนวกลางตามระนาบของฉาก

n แทนลำดับของแนวบัพ โดยที่ n = 1,2,3,…

**แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับอัตราเร็วของคลื่น**

1. คลื่นน้ำขบวนหนึ่งมีความถี่ 20 เฮิรตซ์ มีความยาวคลื่น 1 เมตร คลื่นน้ำนั้นมีอัตราเร็วเท่าใด

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. คลื่นต่อเนื่องในเส้นเชือกมีอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ถ้าวัดความยาวคลื่นได้ 2 เมตรคลื่นนี้มีความถี่เท่าใด

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. ในการทดลองสร้างคลื่นตามขวางโดยการสะบัดสปริงขึ้นลง 4 ครั้งใน 1 วินาที พบว่าคลื่นที่ได้เคลื่อนที่ 10 เมตร ในเวลา 5 วินาที จงหาความยาวคลื่นในการทดลองนี้

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. ลวดสปริงเส้นหนึ่งมีคาบการสั่น 0.08 วินาที เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เซนติเมตรต่อวินาที จงหาความยาวคลื่นของลวดสปริงเส้นนี้

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

ชื่อ……………………………………… สกุล ……….………………… เลขที่ ………… ชั้น…………

**แบบทดสอบเก็บคะแนน ครั้งที่ 1 การเคลื่อนที่แบบคลื่นและส่วนประกอบของคลื่น**

1. ในการตีน้ำด้วยจังหวะสม่ำเสมอ เมื่อเวลาขณะใดขณะหนึ่ง สันคลื่นลูกแรกและลูกที่ 4 ห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่นเป็น 5 เมตร และ 2 เมตร ตามลำดับ ความยาวคลื่นของคลื่นน้ำนี้เป็นเท่าไร

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. เรือลำหนึ่งทอดสมออยู่ ถูกกระทบด้วยคลื่นซึ่งมีความเร็ว 30 เมตร/วินาที สันคลื่นห่างกัน 150 เมตร จงหาเวลาที่คลื่นแต่ละลูกวิ่งมากระทบเรือ

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. คลื่นขบวนหนึ่งมีความเร็ว 8 เมตร/วินาที ระยะห่างระหว่างยอดคลื่นที่อยู่ถัดไปมีค่าเท่ากับ 16 เมตร คลื่นนี้จะเคลื่อนที่ผ่านจุดๆหนึ่งนาทีละกี่ลูกคลื่น

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

ชื่อ……………………………………… สกุล ……….………………… เลขที่ ………… ชั้น…………

**แบบทดสอบเก็บคะแนน ครั้งที่ 1 การเคลื่อนที่แบบคลื่นและส่วนประกอบของคลื่น**

1. จากภาพจงเติมส่วนประกอบของคลื่นให้สมบูรณ์

 W X Y

* 1. สันคลื่น หมายความว่า………………………………………………………………………………...
	2. ท้องคลื่น หมายความว่า………………………………………………………………………………..
	3. แอมพลิจูด หมายความว่า……………………………………………………………………………
	4. หนึ่งลูกคลื่น หมายความว่า……………………………………………………………………………
	5. ความยาวคลื่น หมายความว่า…………………………………………………………………………
	6. คาบ หมายความว่า……………………………………………………………………………………
	7. ความถี่ หมายความว่า…………………………………………………………………………………
	8. จากภาพนี้มีคลื่นกี่ลูก………………………………………………………………………………….
1. เมื่อมีคลื่นผิวน้ำ แผ่ไปถึงวัตถุที่ลอยอยู่ที่ผิวน้ำจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร
2. อยู่นิ่งๆเหมือนเดิม
3. กระเพื่อมขึ้นลงและอยู่กับที่เมื่อคลื่นผ่านไปแล้ว
4. เคลื่อนที่ตามคลื่น
5. ขยับไปข้างหน้าแล้วถอยหลัง
6. คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่คือ
7. คลื่นกล
8. คลื่นดล
9. คลื่นตามยาว
10. คลื่นตามขวาง

**แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับสมบัติของคลื่น**

1. เรือลำหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที เมื่ออยู่กลางทะเล ณ ตำแหน่งหนึ่งได้ส่งสัญญาณคลื่นโซนาร์ลงไปยังก้นทะเล พบว่าสัญญาณนั้นสะท้อนกลับมาในเวลา 20 วินาที ถ้าบริเวณนั้นน้ำทะเลลึก 1,000 เมตร จงหาอัตราเร็วของคลื่นโซนาร์ในน้ำทะเล

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. คลื่นผ่านตัวกลาง A ไปยังตัวกลาง B พบว่าความยาวคลื่นเปลี่ยนจาก 0.1 เมตร ในตัวกลาง A เป็น 0.3 เมตร เมื่อผ่านไปในตัวกลาง B ถ้าในตัวกลาง B คลื่นมีอัตราเร็ว 21 เมตรต่อวินาที คลื่นในตัวกลาง A จะมีอัตราเร็วเท่าไร

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. คลื่นผ่านตัวกลาง A ไปยังตัวกลาง B พบว่าความยาวคลื่นเปลี่ยนจาก 0.4 เมตรในตัวลกลาง A เป็น 0.2 ในตัวกลาง B ถ้าในตัวกลาง A คลื่นมีความถี่ 10 เฮิรตซ์ คลื่นในตัวกลาง A จะมีอัตราเร็วเท่าใด

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. พิจารณาข้อความเกี่ยวกับการจำแนกคลื่นแล้วทำเครื่องหมาย ✔หากข้อความนั้นถูกและทำเครื่องหมาย 🗙 หากข้อความนั้นผิด พร้อมทั้งแก้ไขข้อความนั้นให้ถูกต้อง

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ข้อความ** | **✔** | **🗙** | **ข้อความที่แก้** |
| 1. คลื่นวิทยุเป็นคลื่นกล (mechanical wave)
 |  |  |  |
| 1. คลื่นเสียงเป็นคลื่นที่ส่งผลให้อนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในทิศขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
 |  |  |  |
| 1. คลื่นผิวน้ำที่เกิดจากการจุ่มปากกาบนผิวน้ำหนึ่งครั้งเป็นคลื่นต่อเนื่อง
 |  |  |  |
| 1. เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลาง เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่าน จะพบว่าคลื่นเสียงกับคลื่นที่เกิดจากการอัดและขายสปริงเป็นคลื่นคนละชนิดกัน
 |  |  |  |
| 1. เมื่อพิจารณาลักษณะของตัวกลางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ จะพบว่าคลื่นแสงกับคลื่นน้ำเป็นคลื่นชนิดเดียวกัน
 |  |  |  |

1. อธิบายความหมายของคำที่เกี่ยวกับคลื่นผิวน้ำ
2. คลื่นผิวน้ำ
3. แถบสว่าง
4. แถบมืด
5. หน้าคลื่น
6. รังสีของคลื่น
7. วงรอบคำที่มีความสัมพันธ์กับข้อความที่กำหนดให้

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ก | ก | า | ร | ก | น | ร | ห | ก | เ | ร | ห | า | ท |
| า | ฎ | ล | ก | า | อ | แ | ร | อ | เ | า | อ | ก | ร |
| ส | ข | ห | น | ส | ะ | เ | า | ห | น | ส | ะ | า | ก |
| ห | อ | แ | ก | า | ร | ส | ะ | ท้ | อ | น | อ | ร | ฎ |
| น | ง | น | ห | อ | า | เ | ร | น | เ | า | ค | เ | ก |
| แ | ส | อ | อ | น | เ | ห | เ | เ | แ | ส | ส | ลี้ | า |
| ท | เ | ก | ก | ฎ | แ | ล | ะ | แ | ร | ส | ะ | ย | ร |
| ร | น | เ | า | เ | น | เ | น | เ | า | ร | ส | ว | ส |
| ก | ล | ก | ห | า | ท้ | แ | ก | ท้ | ร | อ | ร | เ | ะ |
| ก | เ | ส | ะ | ก | า | ร | หั | ก | เ | ห | ะ | บ | ท้ |
| า | ร | เ | า | เ | ห | ส | ร | า | อ | ส | ส | น | อ |
| ก | ร | า | ห | แ | ส | แ | ส | ส | ะ | ห | า | อ | น |
| ก | า | ฎ | ก | า | ร | แ | ท | ร | ก | ส | อ | ด | แ |

**แนวนอน**

1. คลื่นอาพันธ์สองขบวนมาซ้อนกัน ซึ่งจะเกิดการรวมกันแบบเสริมและแบบหักล้างกัน โดยมีรูปแบบที่แน่นอน
2. คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปพบบริเวณรอยต่ออีกตัวกลางหนึ่ง แล้วสามารถเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อเข้าไปยังตัวกลางนั้นได้ ซึ่งคลื่นจะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วและความยาวคลื่น
3. คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปพบบริเวณรอยต่อกับอีกตัวกลางหนึ่ง แล้วเคลื่อนที่กลับทิศสู่ตัวกลางเดิม โดยไม่ผ่านรอยต่อนั้นไป

**แนวตั้ง**

1. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่มาพบสิ่งกีดขวางหรือช่องกั้นคลื่น คลื่นจะสามารถเคลื่อนที่ผ่านช่องนั้น และอ้อมไปด้านหลังของสิ่งกีดขวางได้
2. มุมตกกระทบจะมีขนาดเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ
3. 

**บัตรเนื้อหาที่ 2 เรื่อง เสียง**

**เสียง**

เสียง (sound) เป็นคลื่นตามยาวที่เกิดจากการสั่นของอนุภาคของตัวกลาง ที่มีทิศทางการสั่นในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

การเคลื่อนที่ของเสียงผ่านอากาศ

 คลื่นเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงโดยมีโมเลกุลของอากาศทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นเสียงนั้น

 เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่น ทำให้เกิดคลื่นเสียง ซึ่งพลังงานการสั่นของแหล่งกำเนิดถูกถ่ายโอนให้กับโมเลกุลของอากาศ และพลังงานส่งต่อไปเรื่อยๆ จากแหล่งกำเนิดเสียงจนถึงหูผู้ฟัง ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เดียวกับความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง

**รูปภาพ**

**อัตราเร็วของเสียง**

อัตราเร็วคลื่นเสียงในตัวกลางที่อุณหภูมิเดียวกันแต่ต่างสถานะกันจะมีค่าแตกต่างกัน โดย ณ อุณหภูมิเดียวกัน อัตราเร็วคลื่นเสียงในตัวกลางที่มีสถานะของแข็งมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือสถานะของเหลว และสถานะแก๊ส

 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเสียงกับอุณหภูมิของอากาศ เป็นไปตามสมการ



 เมื่อ คือ อัตราเร็วคลื่นเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ t มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที m/s

 t คือ อุณหภูมิของอากาศ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส ()

หากทราบความถี่ของเสียง (f) และความยาวคลื่นเสียง () สามารถหาอัตราเร็วคลื่นเสียงในตัวกลางได้จากสมการ



1. วงรอบคำศัพท์เกี่ยวกับเสียงและการได้ยิน พร้อมทั้งเติมคำศัพท์ในช่องว่างให้ตรงกับความหมาย

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| E | N | S | I | T | W | E | R | E |
| A | S | O | R | N | D | X | S | Q |
| P | O | W | E | R | B | I | L | E |
| O | U | A | V | S | O | H | K | T |
| I | N | T | E | N | S | I | T | Y |
| N | D | H | R | P | J | U | S | F |
| T | W | A | B | E | R | Y | R | E |
| E | N | E | E | R | P | T | L | C |
| N | U | F | R | E | W | O | S | E |
| S | O | J | A | N | D | W | Q | P |
| I | R | H | T | S | I | R | U | O |
| T | M | I | I | U | E | O | N | D |
| I | N | U | O | W | D | S | C | I |
| E | B | E | N | O | U | I | S | E |

1. ……………………………. Of a sound wave คือ ปริมาณพลังงานเสียงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดในหนึ่งหน่วยเวลา
2. ……………………………. Of a sound wave คือ กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดส่งออกไปต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่
3. …………………………….. level คือ ปริมาณที่ใช้ในการบอกความดังของเสียงแทนความเข้มเสียง
4. …………………………….. pollution คือ เสียงที่มีระดับเสียงสูง หรือเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟัง
5. …………………………….. time คือ เวลาที่นับจากเสียงมากที่สุดจนกระทั่งระดับเสียงลดลงถึงค่าหนึ่ง

แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับอัตราเร็วของคลื่นเสียง

1. ในห้องเรียนที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เสียงเคลื่อนที่ในอากาศด้วยอัตราเร็วเท่าใด
2. ในห้องเรียนที่อุณหภูมิ 300 เคลวิน เสียงเคลื่อนที่ในอากาศด้วยอัตราเร็วเท่าใด

แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับการสะท้อนของเสียง

1. เหินฟ้าร้องตะโกนไปยังหน้าผาแห่งหนึ่งซึ่งอยู่ห่างออกไปเป็นระยะ 1,000 เมตร เขาจะได้ยินเสียงสะท้อนกลับมาในเวลาเท่าใดหลังจากตะโกนออกไป หากความเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที
2. เรือประมงลำหนึ่งส่งคลื่นโซนาร์ลงใต้น้ำ ปรากฏว่าตกกระทบกับฉลามที่อยู่ใต้ท้องเรือ แล้วได้ยินเสียงสะท้อนกลับภายในเวลา 5 วินาที หลังจากส่งคลื่นไป จงหาว่าฉลามอยู่ลึกจากผิวน้ำเท่าใด หากความเร็วเสียงในน้ำเท่ากับ 1,300 เมตรต่อวินาที

แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับการสะท้อนของเสียง

1. คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศสองบริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยทำมุมตกกระทบกับรอยต่อระหว่างอากาศในบริเวณที่ 1 และบริเวณที่ 2 เป็นมุม 20 องศา ถ้าอัตราเร็วของเสียงในบริเวณที่สองเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของอัตราเร็วเดิม จงหาว่าในบริเวณที่สองนี้คลื่นเสียงจะหักเหทำมุมเท่าใดกับเส้นปกติ (กำหนดให้ sin 20o = 0.342)
2. คลื่นเสียงในอากาศบริเวณ A มีความยาวคลื่นเป็น 2 เท่าของอากาศบริเวณ B จงหาอัตราส่วน sine ของมุมตกกระทบต่อ sine ของมุมหักเห

แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของเสียง

1. อังศุมาลินยืนห่างจากลำโพงตัวที่หนึ่ง และลำโพงตัวที่ สองเป็นระยะ 10 เมตร และ 7 เมตร ตามลำดับ อังศุมาลินจะได้ยินเสียงเพลงเบาที่สุดที่ความถี่ต่ำที่สุดเท่าใด ถ้าหากลำโพงสองตัวนี้อยู่ห่างกันเป็นระยะ 4 เมตร และมีอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 350 เมตรต่อวินาที
2. รถสิบล้อบีบแตรให้เสียงความยาวคลื่น 0.5 เมตร ผ่านเข้ามาทางประตูห้องเรียนกว้าง 1.5 เมตร ในแนวตั้งฉาก ครูและนักเรียนจะได้ยินเสียงค่อยที่สุดกี่แนว

แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับความเข้มเสียงและการได้ยิน

1. วินัยได้ยินเสียงปืนซึ่งมีระดับเสียง 90 เดซิเบล จากสนามยิงปืนซึ่งอยู่ห่างออกไป 200 เมตร จงหาความเข้มเสียง เมื่อความเข้มเสียงที่เบาที่สุดที่ได้ยินมีค่า 10-12 วัตต์ต่อตารางเมตร
2. วัดระดับเสียง ณ จุดห่างจากสนามยิงปืน 40 เมตร สามารถวัดได้ 150 เดซิเบล ถ้าย้ายจุดวัดเป็นอีกจุดสามารถวัดระดับเสียงได้ 110 เดซิเบล จงหาว่าจุดใหม่ที่วัดระดับเสียงอยู่ห่างจากสนามยิงปืนเท่าใด
3. มีนาและเมษาอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงซึ่งมีกำลังคงที่เป็นระยะทางไม่เท่ากัน ถ้าตำแหน่งที่นายืนอยู่มีความเข้มเสียงเป็น 1,000 เท่าของความเข้มเสียงตำแหน่งที่เมษายืนอยู่ จงหาความแตกต่างของระดับเสียงระหว่างตำแหน่งทั้งสอง

**แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับการสั่นพ้องของเสียง**

1. จาการทดลองเรื่องการวัดความยาวคลื่นเสียงโดยใช้หลอดเรโซแนนซ์ พบว่าเกิดการสั่นพ้องครั้งแรกเมื่อตำแหน่งลูกสูบใกล้ปากหลอดเรโซแนนซ์มีระยะห่างจากปลายหลอด 0.25 เมตร จงหาความยาวคลื่น
2. ท่อทรงกระบอกปลายเปิดข้างหนึ่งยาว 3 เมตร ความถี่ต่ำสุดของคลื่นเสียงที่ทำให้เกิดการสั่นพ้องในท่อจะเท่ากับกี่เฮริตซ์ เมื่อความเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที
3. นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองเรื่องการกำทอนโดยใช้หลอดกำทอนยาว 100 เซนติเมตร พบว่าตำแหน่งของลูกสูบที่ทำให้เกิดการกำทอนครั้งแรกอยู่ห่างจากปลายหลอด 20 เซนติเมตร ถ้านักวิทยาศาสตร์เลื่อนลูกสูบออกไปจากลำโพงจากตำแหน่งปลายหลอดถึงปลายหลอด จะเกิดการกำทอนทั้งหมดกี่ครั้ง
4. ความถี่ต่ำสุดที่สามารถได้ยินจากท่อปลายเปิดทั้งสองข้างซึ่งมีความยาว 5 เมตร มีค่าเท่าใด เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศมีค่าเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที

**แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับการสั่นพ้องของเสียง**

1. ปกรณ์ซ้อมเปียโนทำให้เกิดเสียงความถี่ f ขณะเดียวกับที่มีเสียงออกมาจากแหล่งกำเนิดเสียงอื่นทำให้เกิดเสียงบีตส์มีความถี่ 4 เฮิรตซ์ จากนั้นเขาลดความถี่ของเปียโนลงเป็น 356 เฮิรตซ์ ปรากฏว่าได้ยินเสียงที่มีระดับเสียงเดียวกัน จงหาค่าความถี่ f
2. คุณตาสีไวโอลินด้วยความถี่ 500 เฮิรตซ์ ในขณะเดียวกันคุณพ่อดีดกีตาร์ด้วยความถี่ 505 เฮิรตซ์ จงหาความถี่บีตส์ที่เกิดขึ้น
3. นักเปียโนกำลังปรับเทียบเสียงของเปียโนระดับเสียง C โดยเทียบกับส้อมเสียงความถี่ 300 เฮิรตซ์ ถ้าได้ยินเสียงบีตส์ความถี่ 5 ครั้งต่อวินาที ความถี่ของเปียโนมีค่าเท่าใด

**สืบค้นข้อมูลการประยุกต์เรื่องเสียง พร้อมยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน**

การประยุกต์เรื่องเสียง

1. ด้านสถาปัตยกรรม
2. ด้านการประมง
3. ด้านการแพทย์
4. ด้านธรณีวิทยา
5. เขียนเครื่องหมาย ✔หลังข้อความที่ถูกและเขียนเครื่องหมาย 🗙 หลังข้อความที่ผิด พร้อมทั้งแก้ไขและให้เหตุผล

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ข้อความ** | **✔** | **🗙** | **ข้อความที่แก้** |
| 1. เสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างชนิดกันแสดงถึงคุณภาพของเสียง
 |  |  |  |
| 1. ระดับเสียงสูงต่ำคือความแตกต่างของเสียงที่คนได้ยิน โดยเสียงแหลมเป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำและเสียงทุ่มเป็นเสียงที่มีความถี่สูง
 |  |  |  |
| 1. ที่ความถี่เดียวกัน เครื่องดนตรีต่างชนิดกันจะให้เสียงที่เหมือนกัน
 |  |  |  |
| 1. ความถี่ธรรมชาติคือความถี่ในการสั่นอย่างอิสระของวัตถุ
 |  |  |  |
| 1. ความถี่ของแรงที่ทำให้วัตถุสั่นหรือแกว่งเท่ากับความถี่ธรรมชาติเรียกว่า ระดับเสียง
 |  |  |  |

1. อธิบายความหมายของคำที่เกี่ยวกับบีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง
2. บีตส์
3. ความถี่บีตส์
4. คลื่นนิ่ง
5. คลื่นนิ่งปลายอิสระ
6. คลื่นนิ่งปลายตึง 1 ข้าง