



บทที่ 9 คลื่น

9.1 ธรรมชาติของคลื่น



คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 9.1 ธรรมชาติของคลื่น

รูปข้างล่างนี้แสดงรูปร่างคลื่นกลในเส้นเชือกที่กำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้าย



1. อนุภาคของเชือกตรงจุด A และจุด B กำลังจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางใด (ซ้าย ขวา ลง หรือขึ้น)

2. คลื่นกลต่างจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างไร



9.2 อัตราเร็วของคลื่น

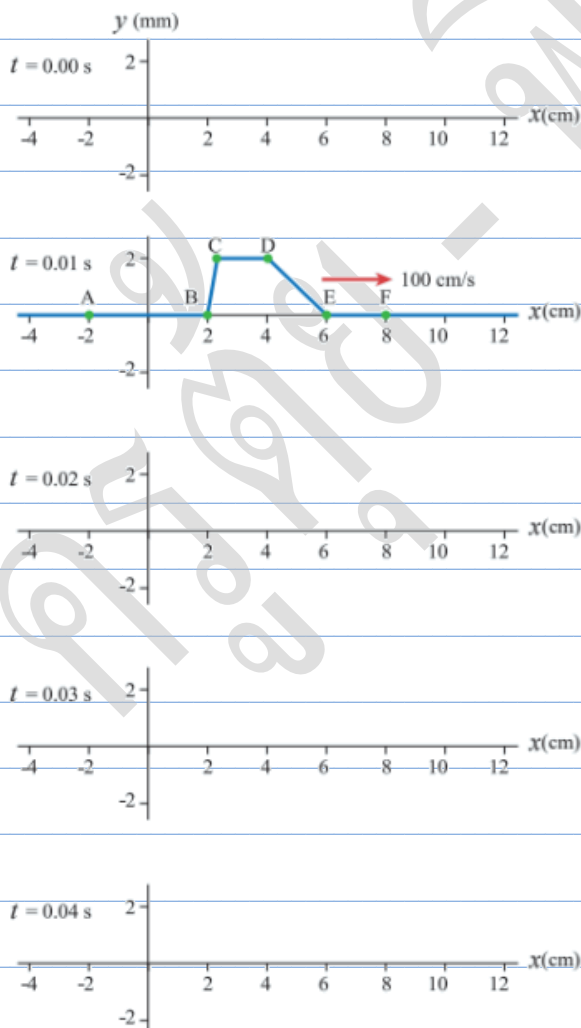


คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 9.2 อัตราเร็วของคลื่น

1. ด้านล่างแสดงรูปร่างคลื่นคลในเส้นเชือกที่กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว 100 เซนติเมตรต่อวินาที โดยในรูป แสดงเฉพาะรูปร่างคลื่นที่เวลา $t = 0.01$ s เท่านั้น

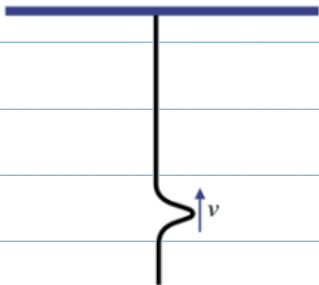
ก. จงวาดรูปร่างคลื่นที่เวลา $t = 0.00$ s, 0.02 s, 0.03 s และ 0.04 s

ข. อนุภาคของเชือกที่จุด A, B, C, D, E และ F มีค่าการกระจัดเท่าใด ระหว่างเวลา $t = 0.01$ s กับ $t = 0.03$ s (การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ต้องระบุทั้งขนาดและทิศทาง)

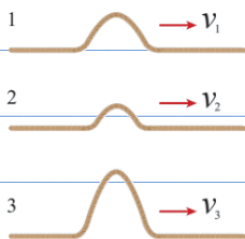




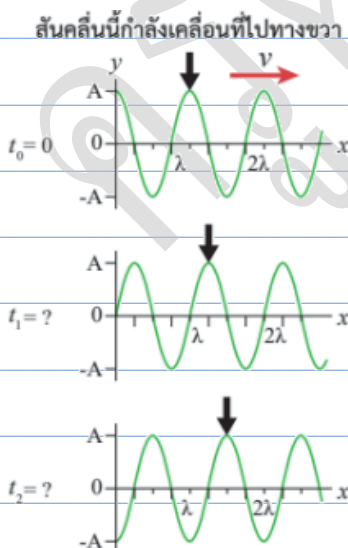
2. พิจารณาเชือกหนาที่มีความหนาแน่นเชิงเส้นสม่ำเสมอ ถูกนำมาห้อยลงมาจากเพดาน ดังรูป เมื่อเราสะบัดปลายเชือกด้านล่างให้เกิดคลื่นคล คลื่นคลนี้จะเคลื่อนที่ขึ้นไปตามแนวเชือก ขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ขึ้นนั้นอัตราเร็วของคลื่นจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ถ้าเปลี่ยน คลื่นคลนี้จะเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลงก่อนที่จะชนเพดาน



3. พิจารณาเชือกเส้นหนึ่งที่มีแรงดึงเชือกเท่ากันตลอดเส้น ถ้าเราทำ ให้มีคลื่นคลเคลื่อนที่ผ่านเชือกเส้นนี้ใน 3 ลักษณะที่ต่างกันดังแสดงในรูปด้านขวา คลื่นหมายเลขใดจะมีอัตราเร็วมากที่สุด และคลื่นหมายเลขใดจะมีพลังงานมากที่สุด

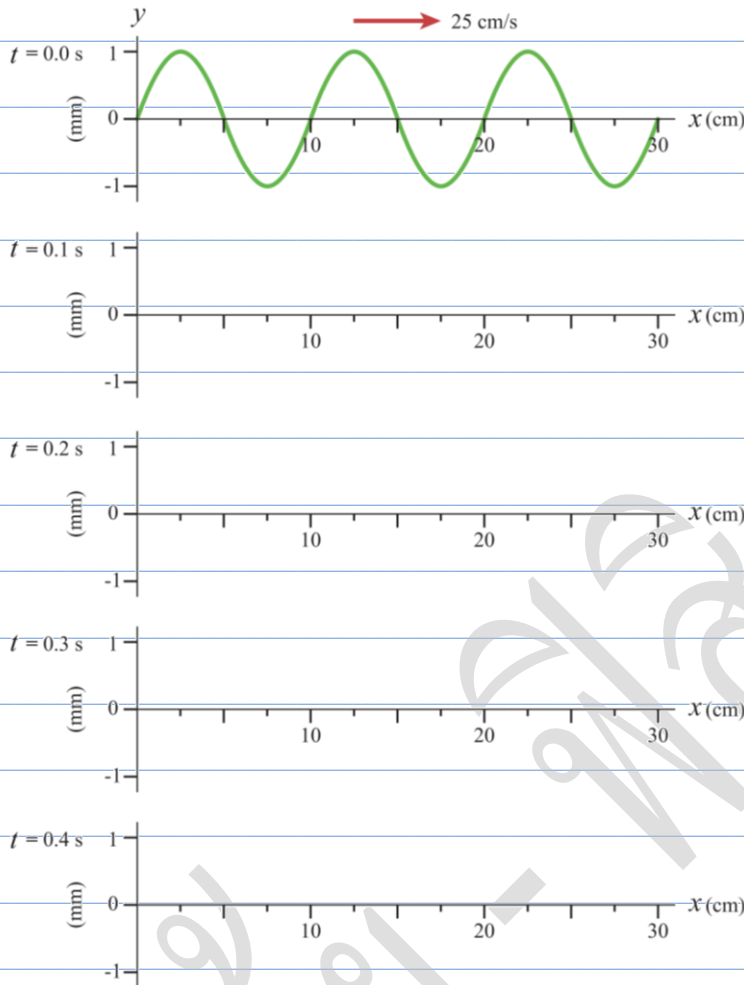


4. รูปด้านขวาแสดงคลื่นฮาร์มอนิกเคลื่อนที่ไปทางขวา โดยรูปบนสุดแสดงที่เวลาเริ่มต้น $t_0 = 0$ ลูกศรสีดำชี้ตำแหน่งของจุดสูงสุดของคลื่นจุดหนึ่งซึ่งเคลื่อนที่ไปทางขวา จงระบุว่า เวลา t_1, t_2 มีค่าเป็นกี่เท่าของคาบคลื่น T

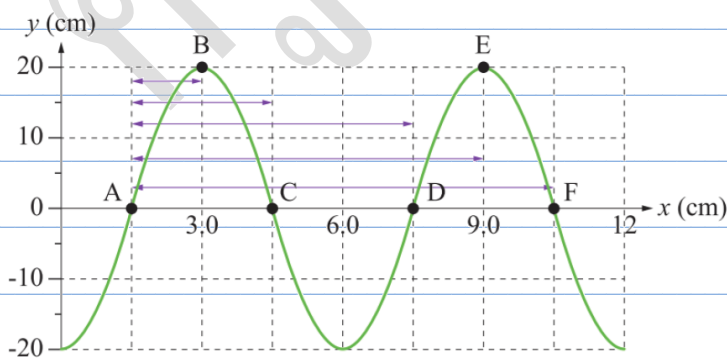




5. พิจารณาคลื่นรูปไซน์ด้านล่างนี้ โดยเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว 25 เซนติเมตรต่อวินาที จงวาดรูปคลื่นไซน์นี้ที่เวลาอื่น ๆ ตามระบุในรูป



6. พิจารณาคลื่นรูปไซน์ด้านล่าง จงหาว่า จุด B C D E และ F ห่างจากจุด A เป็นระยะในแนวนอนเท่ากับกี่เท่าของความยาวคลื่นนี้ และมีค่าเฟสต่างจากจุด A เท่าใด

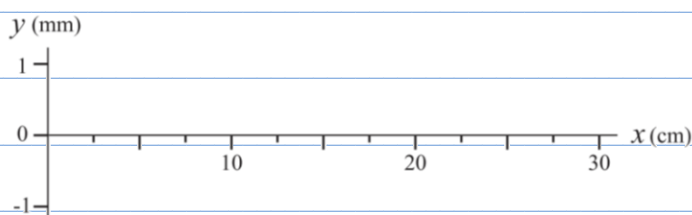
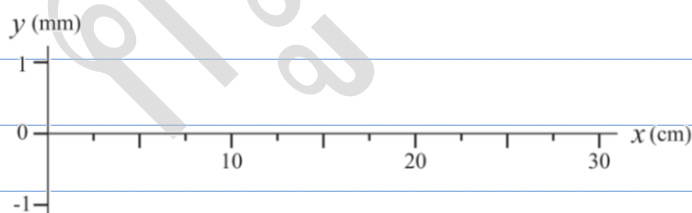
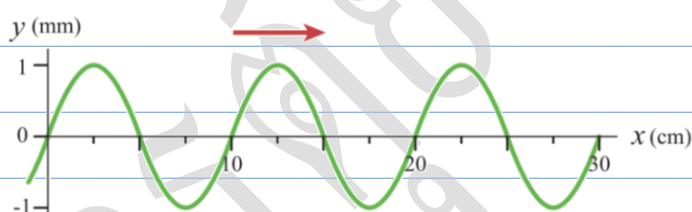




7. เมื่อทำให้เกิดคลื่นในเส้นเชือกที่มีความถี่ 50 เฮิรตซ์ และวัดค่าความยาวคลื่นของคลื่นนี้ได้ 1.2 เมตร ถ้าทำให้เกิดคลื่นในเส้นเชือกเดิมนี้ โดยคลื่นมีความถี่ 60 เฮิรตซ์ แทน อัตราเร็วและความยาวคลื่นนี้จะมีค่าเปลี่ยนไป หรือไม่ อย่างไร

8. สันคลื่นกับท้องคลื่นที่อยู่ติดกันมีเฟสต่างกันกี่องศา (180°)

9. พิจารณาคลื่นรูปไซน์ด้านล่างนี้ จงวาดรูปของคลื่นไซน์อีก 2 คลื่น โดยคลื่นแรกมีความยาวคลื่นเท่ากับคลื่นด้านบนสุดแต่มีแอมพลิจูดเป็นครึ่งหนึ่ง และคลื่นที่สองมีแอมพลิจูดเท่ากับคลื่นบนสุดแต่มีความยาวคลื่นเป็นครึ่งหนึ่ง

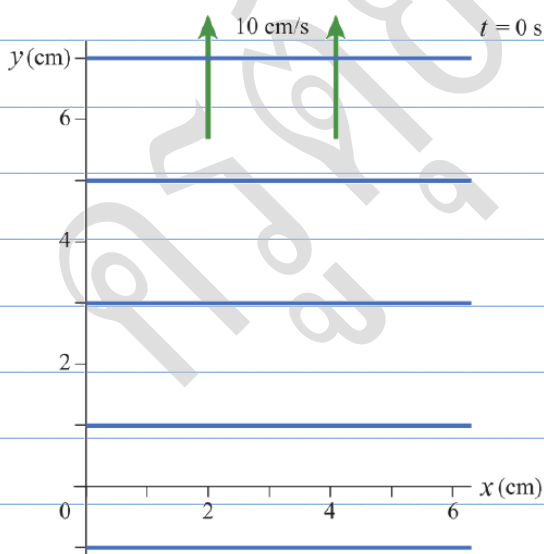




9.3 หลักการที่เกี่ยวกับคลื่น

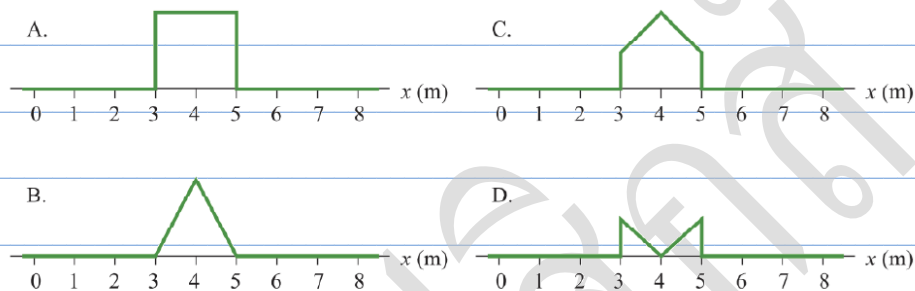
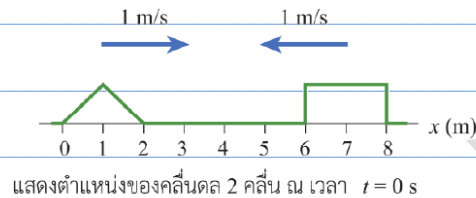
💡 คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 9.3 หลักการที่เกี่ยวกับคลื่น

1. พิจารณาน้ำคลื่นระนาบ ณ เวลาเริ่มต้น $t = 0$ วินาที ที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในรูปด้านขวา ความยาวคลื่นของคลื่นนี้มีค่าเท่าใด แนวของสันคลื่นกับแนวของท้องคลื่นอยู่ที่ ค่า y เท่าใดบ้าง

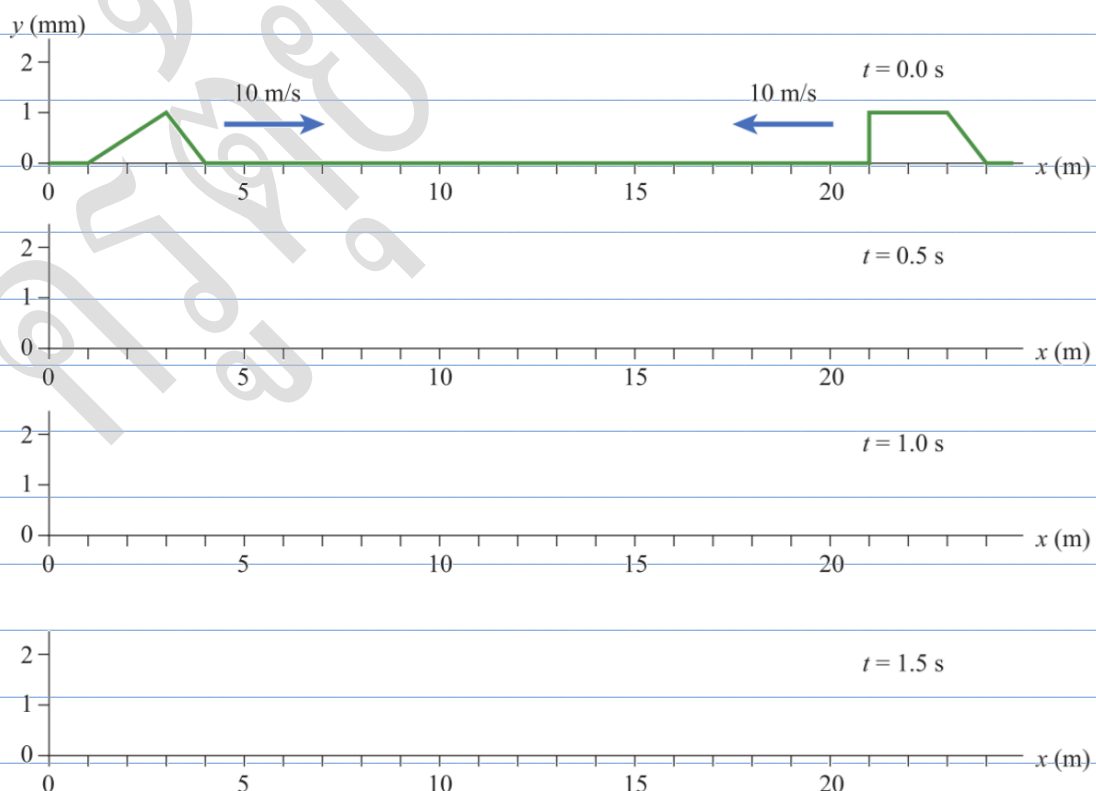




2. พิจารณาคลื่นคล 2 คลื่นที่เคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้าม โดยทั้งคู่มีอัตราเร็วเท่ากันเท่ากับ 1.0 เมตรต่อวินาที โดยมีการกระจัดของตัวกลางที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่เวลาเริ่มต้นเป็นดังรูปใน ตัวเลือกข้อใดแสดงการกระจัดของตัวกลางได้ถูกต้องหลังจากเวลาผ่านไป แล้ว 3.0 วินาที จากตอนเริ่มต้น



3. คลื่นคล 2 คลื่น มีรูปร่างต่างกัน เคลื่อนที่เข้าหากันด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ดังรูป จงวาดรูปร่างคลื่นรวมที่เวลาถัดมา ตามที่ระบุในรูป



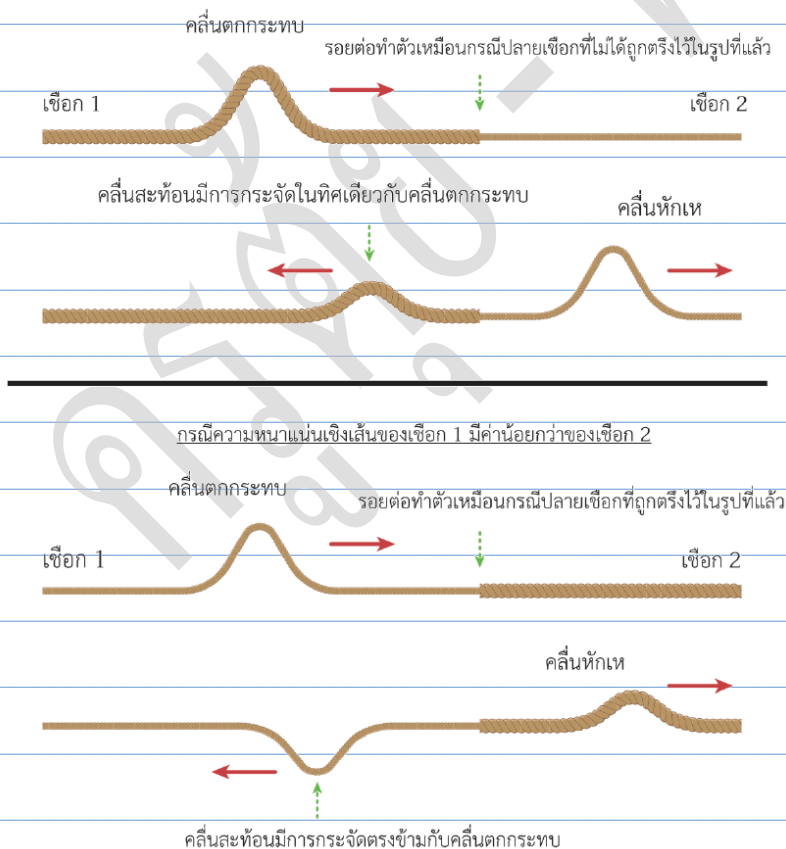


9.4 พฤติกรรมของคลื่น



คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 9.4 พฤติกรรมของคลื่น

1. พิจารณาคลื่นคลในเส้นเชือกที่ต่อกัน 2 เส้นในรูป 9.18 แล้วเปรียบเทียบอัตราเร็วของคลื่นตกกระทบ คลื่นสะท้อน และคลื่นหักเหเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากัน ให้เรียงลำดับอัตราเร็วของคลื่น จากมากไปหาน้อย





คำถามท้ายบทที่ 9 คลื่น

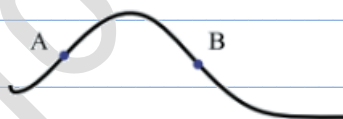
1. ความเร็วคลื่นในเส้นเชือกแตกต่างจากความเร็วอนุภาคเล็กในเส้นเชือกอย่างไร
2. คลื่นพิวน้ำในน้ำที่มีความลึกคงตัว และน้อยกว่าความยาวคลื่นจะมีความยาวคลื่นจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อความถี่ของคลื่นเป็นสองเท่าของความถี่เดิม ความเร็วของคลื่นมีค่าคงตัว
3. อัตราเร็วของคลื่นจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร เมื่อความถี่เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าและผ่านตัวกลางเดิม
4. เชือกเส้นใหญ่มีมวลต่อหนึ่งหน่วยความยาวมากกว่าเชือกเส้นเล็ก เมื่อนำ มาต่อกันให้คลื่นผ่านจากเชือกเส้นใหญ่เข้าสู่เชือกเส้นเล็ก อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น เปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร
5. คลื่นคลสองลูกเคลื่อนที่ในเชือกเข้าหากัน เมื่อพบกันจะเกิดการสะท้อนจากคลื่นอีกลูกหนึ่งหรือไม่อธิบาย
6. เมื่อคลื่นมาซ้อนทับกัน เงื่อนไขต้องเป็นอย่างไรเมื่อ
 - ก. แอมพลิจูดของคลื่นรวมมีค่ามากกว่าคลื่นที่มารวมกัน
 - ข. แอมพลิจูดของคลื่นรวมมีค่าน้อยกว่าคลื่นที่มารวมกัน
 - ค. แอมพลิจูดของคลื่นรวมมีค่าเท่ากับศูนย์



7. ในการแทรกสอดของคลื่นแบบเสริมและแบบหักล้าง พลังงานเพิ่มขึ้นหรือสูญหายไปหรือไม่ จงอธิบาย

8. คลื่นสองคลื่นความถี่เท่ากัน อยู่ในตัวกลางเดียวกัน แต่แอมพลิจูดต่างกัน เมื่อมาแทรกสอดกันเฟสของคลื่นทั้งสองต้องต่างกันเท่าไรจึงจะทำให้แอมพลิจูดของคลื่นรวมมีค่ามากที่สุด และน้อยที่สุดตามลำดับ และค่าแอมพลิจูดรวมของคลื่นในแต่ละกรณีเป็นเท่าไร

9. จากภาพแสดงคลื่นในเชือกกำลังเคลื่อนไปทางซ้ายด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที A และ B เป็นอนุภาคขนาดเล็กในเส้นเชือก



รูป ประกอบคำถามข้อ 9

จุด A และ B เคลื่อนที่อย่างไร และความเร็วของจุดทั้งสองเปลี่ยนแปลงอย่างไร



ปัญหาท้ายบทที่ 9 คลื่น

1. ดึงสายยางท่อน้ำเส้นเล็กให้ตรง ดึงสายยางให้สั่น สังเกตลูกคลื่นที่เกิดขึ้นในสายยาง อัตราเร็วของลูกคลื่นในสายยางจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อ

ก. ดึงสายยางให้ตึงมากขึ้น

ข. กรอกน้ำให้เต็มสายยาง

2. ความยาวคลื่นในเส้นเชือกมีความสัมพันธ์กับสิ่งใดต่อไปนี้ ความยาวเชือก แรงดึงในเส้นเชือก มวลต่อหนึ่งหน่วยความยาวของเชือก จงอธิบายความสัมพันธ์นั้น

3. คลื่นผิวน้ำผ่านเสาที่ปักอยู่ในน้ำด้วยความเร็ว 2.8 เมตรต่อวินาที และมีสันคลื่นอยู่ห่างกัน 5 เมตร ระดับน้ำที่เสาจะกระเพื่อมขึ้นลงด้วยความถี่เท่าไร (0.5 m/s)

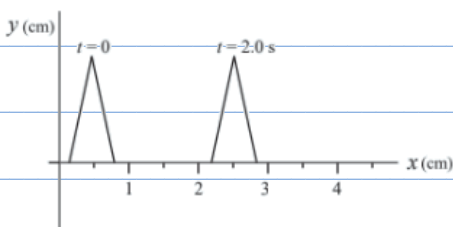
4. ใบบัวลอยในน้ำเมื่อมีคลื่นผ่านจะกระเพื่อมขึ้นลง 15 รอบในเวลา 0.5 วินาที และสันคลื่นห่างกัน 2 เมตร อัตราเร็วคลื่นในน้ำขณะนั้นเป็นเท่าไร (60 m/s)



ปัญหาท้าทาย

5. เชือกเส้นหนึ่งถูกสับัดปลายเชือกอย่างสม่ำเสมอ 50 รอบในเวลา 20 วินาที และทำให้คลื่นผ่านเชือกเป็นระยะทาง 10 เมตร ความยาวคลื่นในเส้นเชือกนี้เป็นเท่าไร (0.2 m)

6. ภาพแสดงคลื่นเคลื่อนผ่านตัวกลางชนิดหนึ่ง



รูปประกอบปัญหาท้าทายข้อ 6

ก. คลื่นเคลื่อนนี้มีความเร็วเท่าไร (1 cm/s)

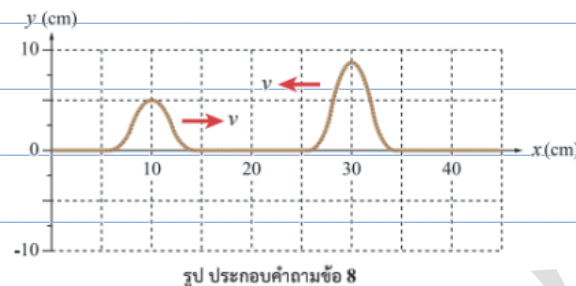
ข. เมื่อเวลา $t = 3$ s คลื่นเคลื่อนนี้จะอยู่ที่ตำแหน่งใด (3.5 cm)

7. คลื่นกลผ่านตัวกลางแรกด้วยความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที ตกกระทบรอยต่อของตัวกลางด้วยมุมตกกระทบขนาด 30 องศา และผ่านเข้าสู่ตัวกลางที่สองด้วยมุมหักเห 45 องศา ความเร็วคลื่นในตัวกลางที่สองเป็นเท่าใด

($4\sqrt{2}$ m/s)



8. ที่เวลา $t = 0$ คลื่นเคลื่อนที่เข้าหากันด้วยความเร็ว 1.0 เมตรต่อวินาที ดังรูป

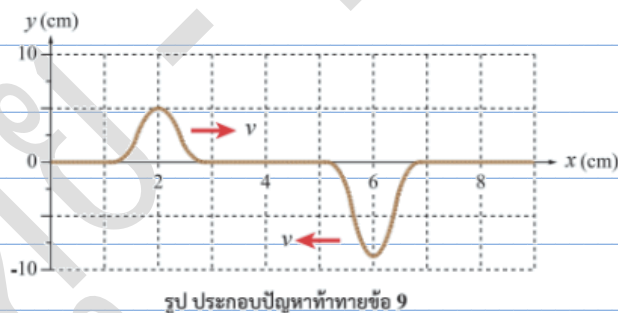


ก. อีกนานเท่าไรคลื่นทั้งสองจึงจะซ้อนทับกันพอดี

(0.1 s)

ข. จงวาดภาพการรวมกันของคลื่นทั้งสองที่เวลา $t = 0.1$ s และ $t = 0.2$ s

9. ที่เวลา $t = 0$ s คลื่นเคลื่อนที่เข้าหากัน ดังรูป



ก. ที่เวลา $t = 1$ s คลื่นทั้งสองซ้อนทับกันได้พอดี ความเร็วคลื่นเป็นเท่าไร

(2 cm/s)

ข. จงวาดภาพการรวมกันของคลื่นทั้งสองที่เวลา $t = 1$ s และ $t = 2$ s



10. คลื่นผิวน้ำในถาดคลื่นเกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นต้นด้วยความถี่ 50 รอบต่อวินาที และคลื่นแผ่ออกไปด้วยความเร็ว 1.0 เมตรต่อวินาที ตำแหน่งของคลื่นผิวน้ำที่มีเฟสต่างกัน 180 องศาอยู่ห่างกันเท่าไร

(0.01 m)

11. เมื่อมองจากรับภาพได้ถาดคลื่นเห็นภาพคลื่นมีแถบสว่างห่างกัน 1.5 เซนติเมตร เมื่อคลื่นผ่านน้ำบริเวณที่มีกระจกใสจมอยู่มองเห็นแถบสว่างห่างกัน 1 เซนติเมตร

อัตราส่วนความเร็วของคลื่นในถาดคลื่นกับคลื่นที่ผ่านน้ำที่มีกระจกใสจมอยู่เป็นเท่าไร (3:2)