



PhysicsFarm

ตัวครีซ มัดเกรด4

เอกสารประกอบการตัว

คลื่น/แสงเชิงคลื่น



โดย พี่ฟาร์ม



ม.5 คลัสน/แสงชังคลัสน



มัลการร่ายทอพลังงานและมอเมนตัมโดยตัวกลางมอได้เคล่อนไปด้วย

คลัสน : คอการส่งผ่านพลังงานจากต้นกำเนด $\rightarrow$ **ปลายทาง**

ประเภท

แบ่งตามการอาศัยตัวกลาง

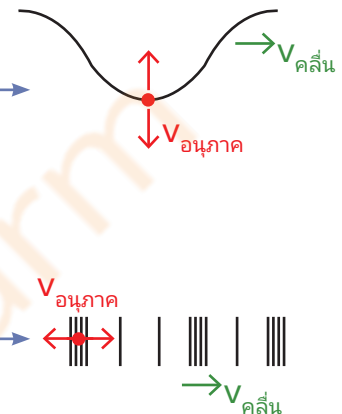
- คลัสนกล: ต้องการตัวกลาง
- คลัสนแม่เหล็กไฟฟ้า: มอจำเป็นมอต้องมีตัวกลาง

แบ่งตามทิศการสั่น

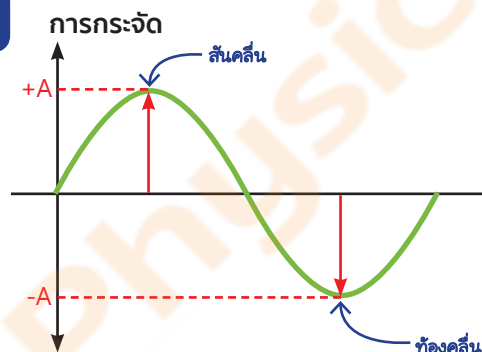
- คลัสนตามขวาง: $\vec{v}_{คลัสน} \perp \vec{v}_{อนุภาค}$
- คลัสนตามยาว: $\vec{v}_{คลัสน} \parallel \vec{v}_{อนุภาค}$

แบ่งตามจำนวนครั้งในการเกิด

- คลัสนดล....1 คร้ง
- คลัสนเป็นช่วง
- คลัสนต่อเนื่อง



องค์ประกอบ



- ความยาวคลัสน (λ) = ค.ยาวของคลัสน 1 ลูก
[4 จัหะ = 1 ลูกคลัสน]
[สัณถึงสัณ ; ทอ้งถึงทอ้ง]

- คาบ $T = \frac{\text{เวลา}}{\text{ลูกคลัสน}}$
 - ความถี่ $f = \frac{\text{ลูกคลัสน}}{\text{เวลา}}$
- $T = \frac{1}{f}$

*เวลาอนุภาคสัณครบ 1 รอบ = เวลาคลัสนเคล่อน 1 ลูก
 $T_{อนุ} = T_{คลัสน}$

ปริมาณพื้นฐาน

ความเร็วคลัสน

$$v = \frac{s}{t} = \frac{\lambda}{T} = f\lambda \quad !!$$

คลัสนน้ำตึน: $v \approx \sqrt{gd}$ $\rightarrow$ ความลึก

คลัสนเชอาก: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ $\rightarrow$ แรงตึงเชอาก
 $\rightarrow$ อัตราส่วนมวลต่อความยาว ($\mu = \frac{m}{L}$)

พลังงาน $E \propto A^2$

f : มอค่าขัณกับแหล่งกำเนด

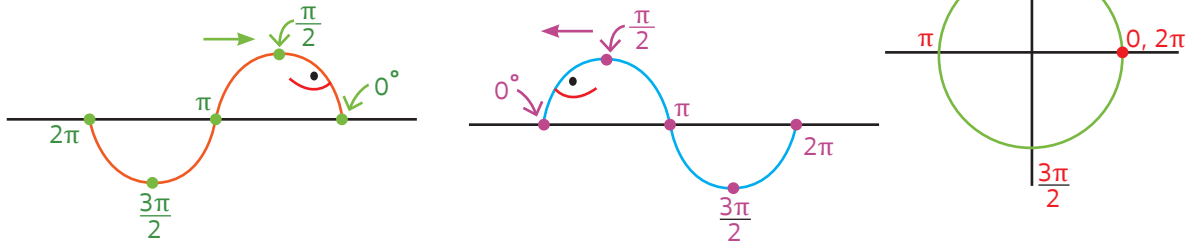
v : มอค่าขัณกับชนิดตัวกลาง



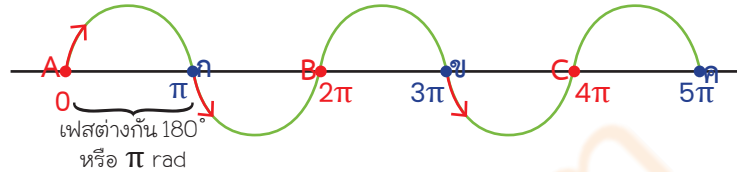


เฟส : อธิบายตำแหน่งคลื่นโดยบอกเป็นมุม $\left\{ \begin{array}{l} \text{องศา} \\ \text{rad} \end{array} \right.$

ถ้าตำแหน่งบนคลื่นห่างกัน 1λ เฟสจะต่างกัน 2π เสมอ



เฟสตรงกัน Vs เฟสตรงข้าม



มีเฟสต่างกัน
 $2\pi, 4\pi, 6\pi, \dots, 2n\pi$

เฟสต่างกัน
 $\pi, 3\pi, 5\pi, \dots, \text{คี่}\pi$

มีระยะห่างกัน
 $\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots, n\lambda$

มีระยะห่างกัน
 $\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}, \dots, (n - \frac{1}{2})\lambda$

มีระยะเวลาต่างกัน
 $T, 2T, 3T, \dots, nT$

มีระยะเวลาต่างกัน
 $\frac{T}{2}, \frac{3T}{2}, \frac{5T}{2}, \dots, (n - \frac{1}{2})T$

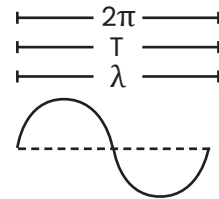
การหาความต่างเฟส ($\Delta\phi$)

ใช้บัญญัติไตรยางค์ → ระยะห่าง λ จะมีเฟสต่าง 2π เรเดียน
เวลาต่าง T จะมีเฟสต่าง 2π เรเดียน

ใช้สูตร

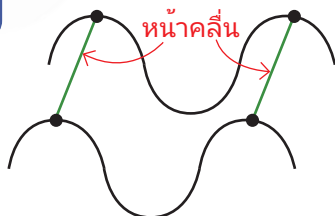
เมื่อทราบระยะห่าง (รู้ Δx) → $\Delta\phi = 2\pi \cdot \frac{\Delta x}{\lambda}$

เมื่อทราบเวลา (รู้ Δt) → $\Delta\phi = 2\pi \cdot \frac{\Delta t}{T} = 2\pi f \Delta t$

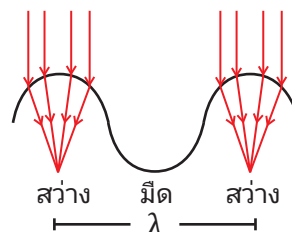


ถาดคลื่น

หน้าคลื่น:



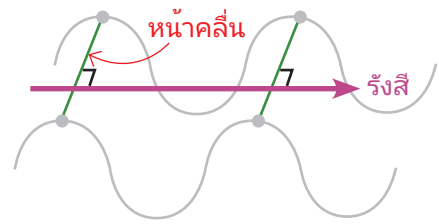
ข้อสังเกตเมื่อหา λ โดยใช้แสงจากคอมไฟ: $\lambda = \text{สันถึงสัน} = \text{หน้าคลื่นถึงหน้าคลื่น}$





สมบัติคลื่น → f คงที่

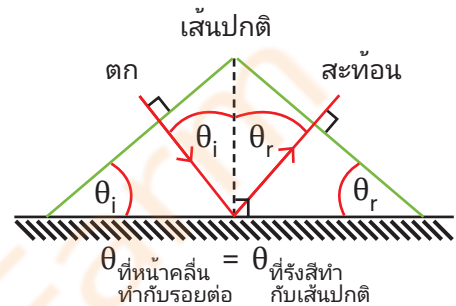
- เชิง
เรขาคณิต { **สะท้อน:** คลื่นเจอสิ่งกีดขวางแล้วด้งกลับมาในตัวกลางเดิม
- เชิง
คลื่น { **หักเห:** คลื่นเดินทางเปลี่ยนตัวกลาง → v เปลี่ยน
- เชิง
คลื่น { **เลี้ยวเบน:** อ้อมสิ่งกีดขวาง
- เชิง
คลื่น { **แทรกสอด:** รวมกัน { เสริม
หักล้าง



A การสะท้อน

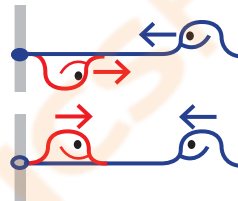
กฎการสะท้อน:

- รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน & เส้นปกติอยู่ในระนาบเดียวกัน
- $\theta_{\text{ตกกระทบ}} = \theta_{\text{สะท้อน}}$

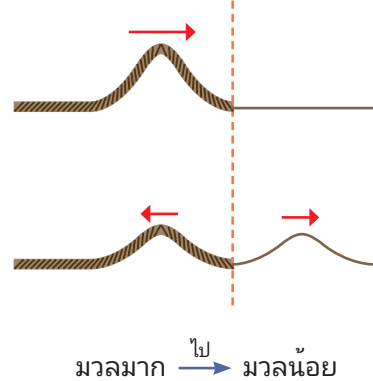
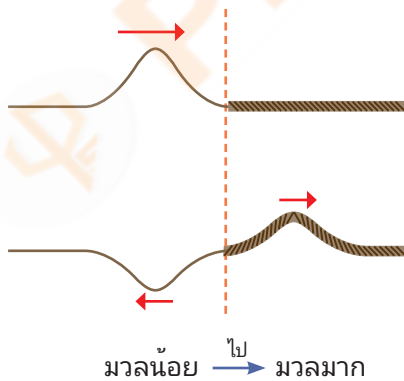


การสะท้อนของคลื่นเชือก

- ปลายตรึง → สะท้อนโดยกลับเฟสตรงข้าม
- ปลายอิสระ → สะท้อนโดยกลับเฟสคงเดิม
- กรณีเชือกต่างกัน

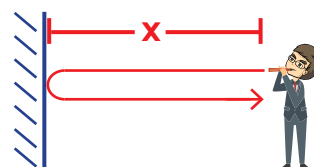


- | | |
|--------------------|---|
| → มวลน้อย → มวลมาก | ส่วนที่ไปต่อ → เฟสเดิม
ส่วนที่สะท้อนกลับมา → เฟสตรงข้าม |
| → มวลมาก → มวลน้อย | |
| → มวลน้อย → มวลมาก | ส่วนที่ไปต่อ → เฟสคงเดิม
ส่วนที่สะท้อนกลับมา → เฟสคงเดิม |
| → มวลมาก → มวลน้อย | |



การสะท้อนคลื่นผิวน้ำ → โบลูกคลื่นอิสระ ทำให้สะท้อนแล้ว เฟสคงเดิม

การสะท้อนคลื่นเสียง



$$S = vt$$

$$2x = vt$$

อย่าลืมคิดไป - กลับ



**B การหักเห**

→ คลื่นเดินทางเปลี่ยนตัวกลาง

ทำให้อัตราเร็ว v เปลี่ยน → กฎ **Snell's Law.**

$$\text{คลื่น } 1 \rightarrow 2; \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \frac{n_2}{n_1} !!$$

$$v \propto \frac{1}{n}$$

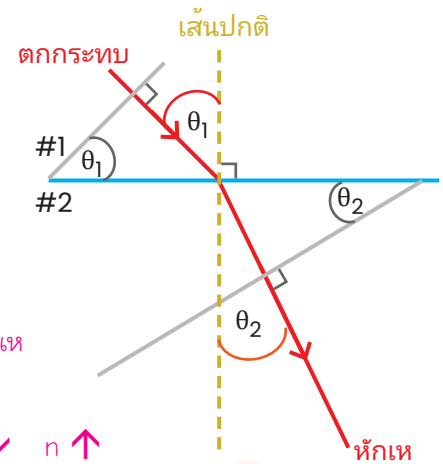
$$v_{\text{เสียง}} \propto \sqrt{T_K}$$

$$v_{\text{เสียง}} = 331 + 0.6 \, t_c$$

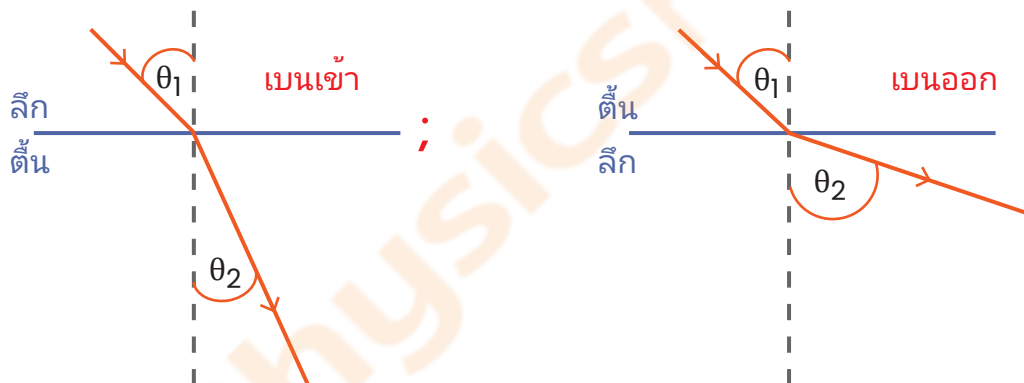
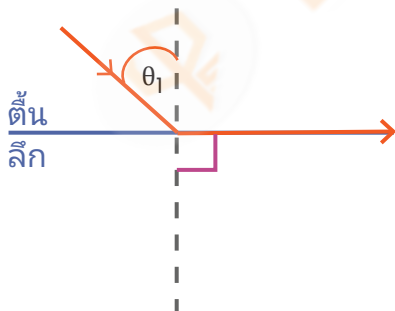
 $n =$ ดัชนีหักเห

$$n = \frac{c}{v}$$

↑ ทึบ $v \downarrow$ $n \uparrow$
 ↓ โปร่ง $v \uparrow$ $n \downarrow$

**หักเหคลื่นน้ำ (ตื้น)**

$$v = \sqrt{gd}$$

ลึก $d \uparrow$; $v \uparrow$ $\lambda \uparrow$ $\theta \uparrow$ ตื้น $d \downarrow$; $v \downarrow$ $\lambda \downarrow$ $\theta \downarrow$ **มุมวิกฤต (θ_c):** คือมุมตกกระทบที่ทำให้เกิดหักเห 90° 

วิธีทำ ① ทำด้วย Snell ปกติ

②

$$\sin \theta_c = \frac{\text{ค่าน้อย}}{\text{ค่ามาก}}$$

น้ำ : ตื้น → ลึก
 แสง : ทึบ → โปร่ง
 เสียง : $T_{\text{ต่ำ}} \rightarrow T_{\text{สูง}}$

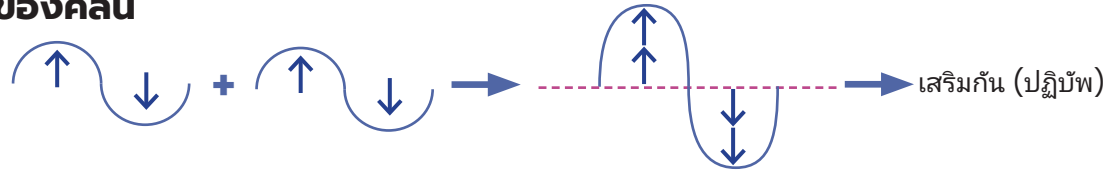
ถ้า $\theta_{\text{ตก}} > \theta_c \rightarrow$ เกิด "การสะท้อนกลับหมด"



C การแทรกสอด

การรวมกันของคลื่น

เสริม



หักล้าง

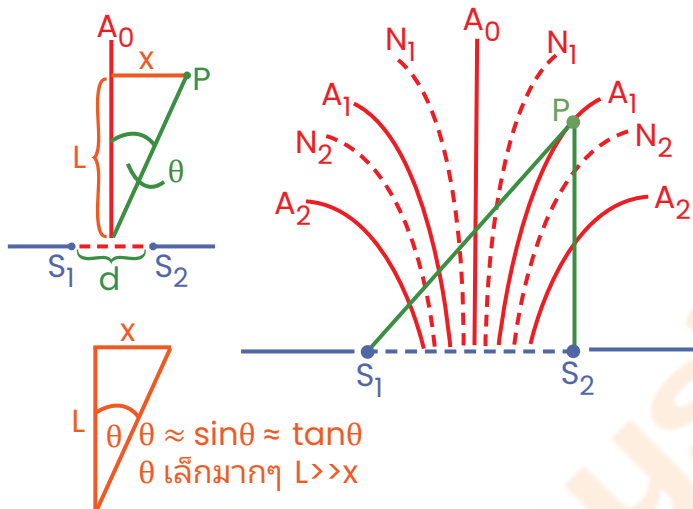


แหล่งกำเนิดที่ให้คลื่นที่มี f เท่ากัน และ เฟสต่างกันคงที่

การแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์

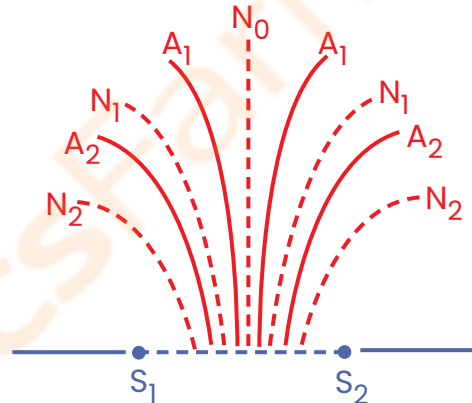


แหล่งกำเนิดเฟสตรงกัน



$$\left\{ \begin{array}{l} |S_1P - S_2P| \\ d \sin \theta \\ \text{ประมาณ } d \frac{x}{L} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{A ลงตัว} \rightarrow n\lambda \\ \text{N ลงครึ่ง} \rightarrow (n - \frac{1}{2})\lambda \end{array} \right.$$

แหล่งกำเนิดเฟสตรงข้าม



$$\left\{ \begin{array}{l} |S_1P - S_2P| \\ d \sin \theta \\ \text{ประมาณ } d \frac{x}{L} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{N ลงครึ่ง} \rightarrow (n - \frac{1}{2})\lambda \\ \text{A ลงตัว} \rightarrow n\lambda \end{array} \right.$$



คำถาม
ยอดฮิต

: เกิดแนวปฏิบัติ (A) หรือ แนวบัพ (N) ทั้งหมดกี่แนว

ให้คำนวณจาก $d \sin 90^\circ = \boxed{} \lambda$

เวลาตอบให้ระวัง!! ต้องคิดปฏิบัติ/บัพทั้งซีกซ้าย&ขวา + ตรงกลางอีก 1 (ถ้ามี)





D การเลี้ยวเบน

คือ การเคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวาง

อธิบายด้วย “หลักการของฮอยเกนส์” → ทุกๆ จุดบนหน้าคลื่น จะเป็นแหล่งกำเนิดของคลื่นใหม่ ทำให้เกิดคลื่นวงกลม เฟสเดิม ทิศทางเดิม

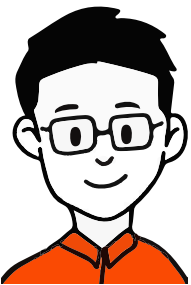
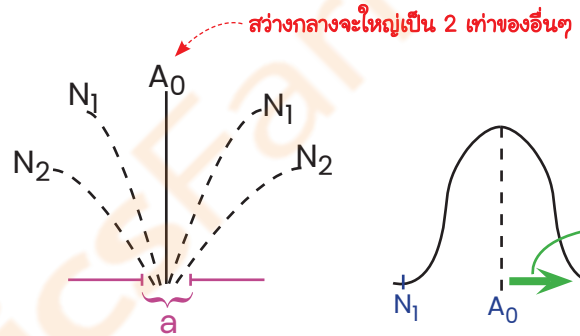
สมบัติ

- อาจเปลี่ยนทิศ
- เกิดการสูญเสียพลังงาน → Amplitude ของคลื่นที่เลี้ยวเบนแล้วต่ำลง
- v, f, λ → คงที่
- การเลี้ยวเบนผ่านช่องเดี่ยว



- $a < \lambda$: เลี้ยวเบนโดยไม่แทรกสอด → เสมือนเป็นแหล่งกำเนิดแบบจุด
- $a = \lambda$: เลี้ยวเบนได้ดีที่สุด
- $a > \lambda$: เลี้ยวเบนไม่แทรกสอดได้

$$\left. \begin{matrix} d \sin \theta \\ d \frac{x}{L} \end{matrix} \right\} = n\lambda \text{ สำหรับ Node}$$



คำถาม
ยอดฮิต

: แฉบสว่างกลางมีความกว้างเท่าใด

วิธีหา

→ หา N_1 ด้วย $a \frac{x}{L} = n\lambda$ → ได้ x มาแล้วคูณสอง → ความกว้างแฉบสว่างกลาง

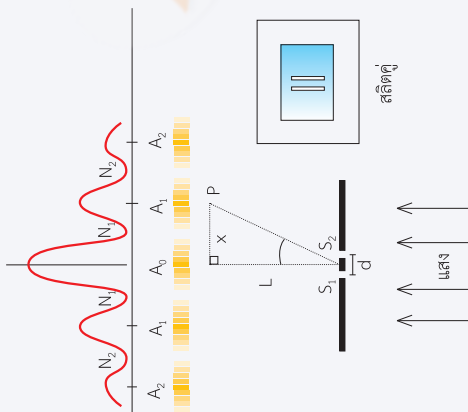


Note



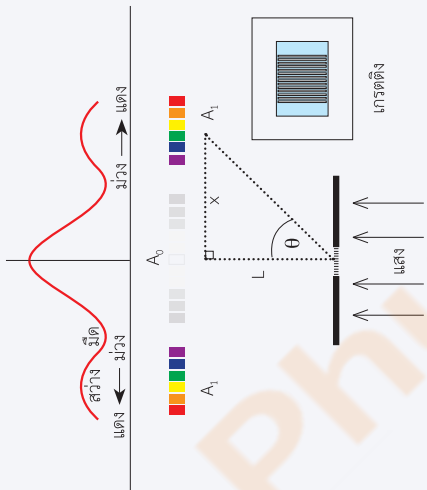
E แสงเชิงคลื่น

ช่องคู่



ระยะระหว่างแถบสว่าง (หรือแถบมืด)
ที่ติดกัน $(x) = \frac{\lambda L}{d}$

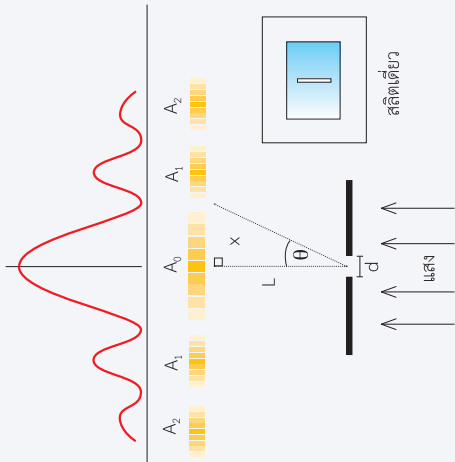
เกรตติง



ถ้า N = จำนวนช่องต่อความยาว

$$d = \frac{1}{N}$$

ช่องเดี่ยว



ความกว้างแถบสว่างกลาง (A_0) จะเป็น
สองเท่าของแถบสว่างอื่น $\left(= 2 \frac{\lambda L}{d} \right)$

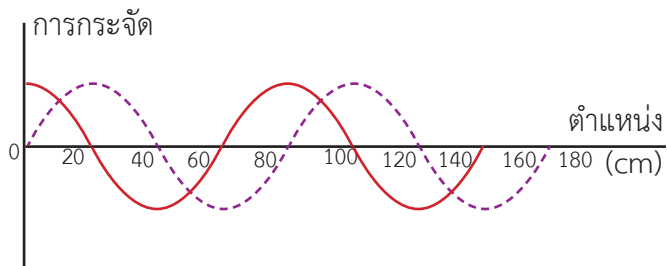


M.5 FINAL

คลื่น

- คลื่นในข้อใดต่อไปนี้เป็นคลื่นประเภทเดียวกัน
 - คลื่นเสียง, คลื่นวิทยุ, คลื่นไมโครเวฟ
 - คลื่นน้ำ, คลื่นในเส้นเชือก, คลื่นดล
 - คลื่นในสปริง, คลื่นน้ำ, แสง
 - แสง, คลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ, รังสีแกมมา
- คลื่นน้ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่สั่นเร็วขึ้นจะมีอะไรเปลี่ยนแปลงนอกจากความถี่
 - คาบเพิ่มขึ้น
 - ความยาวคลื่นลดลง
 - พลังงานมากขึ้น
 - อัตราเร็วเพิ่มขึ้น
- คลื่นขบวนหนึ่งมีความเร็ว 8 เมตร/วินาที ระยะห่างระหว่างยอดคลื่นที่อยู่ถัดไปมีค่าเท่ากับ 16 เมตร คลื่นนี้จะเคลื่อนที่ผ่านจุดๆ หนึ่ง นาทีละกี่ลูกคลื่น
 - 10 ลูก
 - 20 ลูก
 - 30 ลูก
 - 40 ลูก

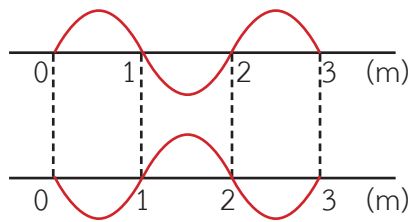
- จากรูป คลื่นขบวนหนึ่ง เมื่อเวลา $t = 0$ แสดงด้วยเส้นทึบ และเมื่อเวลาผ่านไป $t = 0.2$ วินาที แสดงด้วยเส้นประ จงหาความเร็วของคลื่นเป็นกิโลเมตร/วินาที



- 0.2
- 0.5
- 1.0
- 1.5

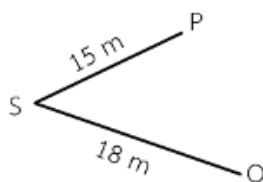


5. จากรูป คลื่นในเส้นเชือก มีการเปลี่ยนแปลงจากรูปบนเป็นรูปล่างในเวลาสั้นที่สุด 0.1 วินาที จงหาอัตราเร็วของคลื่นในเส้นเชือก



1. 5 เมตร/วินาที
2. 10 เมตร/วินาที
3. 15 เมตร/วินาที
4. 20 เมตร/วินาที

6. จากรูป S เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นซึ่งมีความถี่ 100 Hz จุด P และจุด Q อยู่ห่างจาก S เป็นระยะ 15 เมตร และ 18 เมตร ตามลำดับ ถ้าคลื่นที่มาถึงจุด P และจุด Q มีเฟสต่างกัน $\frac{3\pi}{2}$ เรเดียน จงหาอัตราเร็วของคลื่นในหน่วยเมตร/วินาที

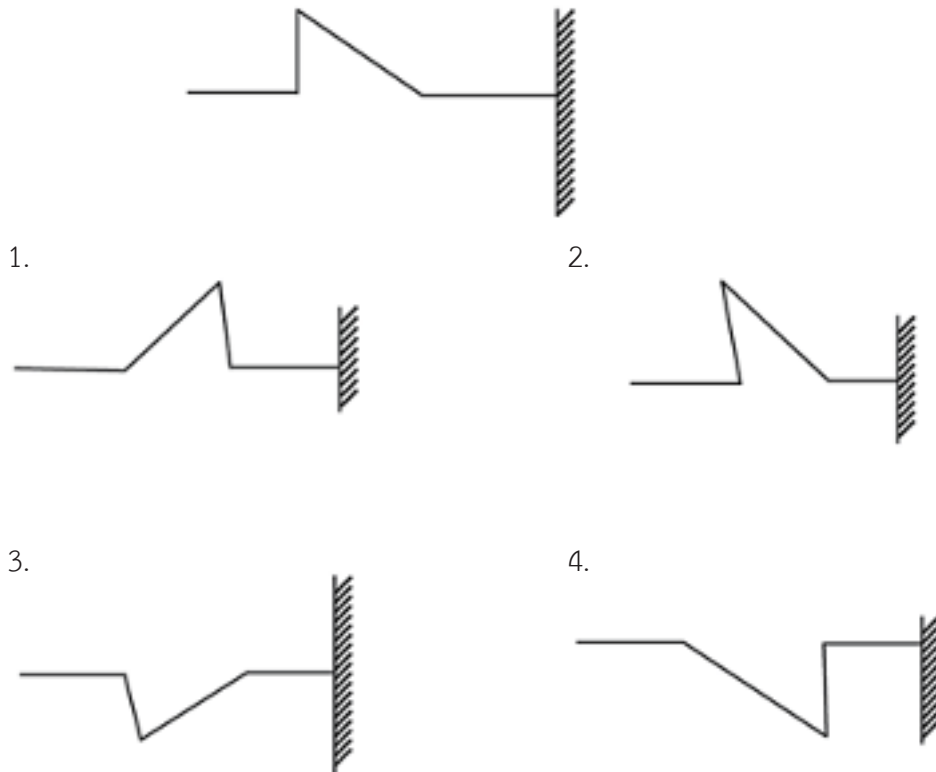


- | | |
|--------|--------|
| 1. 400 | 2. 500 |
| 3. 600 | 4. 700 |

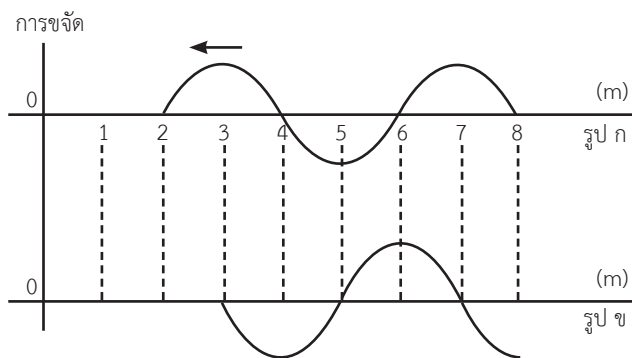


ฟิสิกส์ฟาร์ม

7. จากรูปแสดงถึงคลื่นตกกระทบในเส้นเชือก ซึ่งปลายข้างหนึ่งของเชือกผูกติดกับกำแพง เมื่อคลื่นตกกระทบกับกำแพงแล้วจะเกิดคลื่นสะท้อนขึ้นดังข้อใด



8. คลื่นในเส้นเชือกมีจุด 0 เป็นจุดตรึง ปลายอีกข้างหนึ่งสับัดขึ้นลง ทำให้เกิดคลื่น โดยเมื่อเวลาหนึ่งมีลักษณะดังรูป (ก) แต่เมื่อเวลาผ่านไป t ปรากฏว่าเห็นคลื่นมีลักษณะดังรูป (ข) ถ้าอัตราเร็วของคลื่นเท่ากับ 20 เมตร/วินาที อยากทราบว่าเวลา t มีค่าเท่าไร



1. 0.10 วินาที
2. 0.15 วินาที
3. 0.20 วินาที
4. 0.25 วินาที



9. คลัสน์ผัวน้ำม่อัตราเรัวในน้ำลัถและในน้ำตั้นเป็่น 20 ซม./ วันาทึ และ 16 ซม./ วันาทึ จังหาอัตราส่ว่นของ sine ของมูมตกรรทบต่อ sine ของมูมหักเห เมื่อคลัสน์เคล่อ่นทึจากน้ำลัถสู่น้ำตั้น

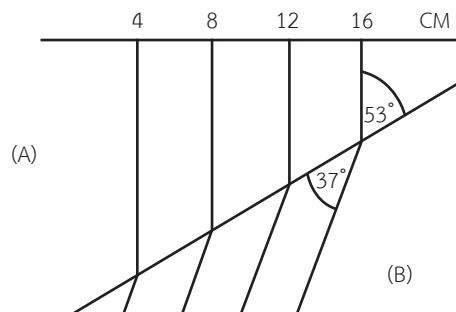
1. $\frac{5}{4}$

2. $\frac{4}{5}$

3. $\frac{3}{2}$

4. $\frac{2}{3}$

10. เมื่อคลัสน์หน้าตรงเคล่อ่นทึจากบรึเวณ A ไปสู่บรึเวณ B ในถาดเคล่อ่น ท้าให้เกิดการหักเหของคลัสน์ปรากฏดัังรูป มึไม้สเกลเซนตึเมตรวางเตัียบไว้ ถ้าคลัสน์นึ้เกิดจากแหล่งกำเนตซั้งมึความถึ 20 เฮรัตซ์ อัตราเรัวของคลัสน์น้ำทึบรึเวณ B จัจะมีค่าเก็เซนตึเมตร/วันาทึ



1. 40

2. 50

3. 60

4. 70



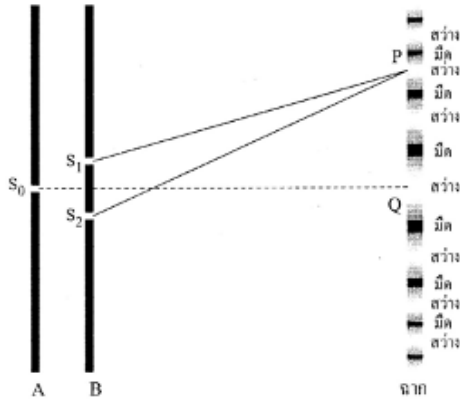


11. S_1, S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์มีเฟสตรงกันให้คลื่นมีความยาวคลื่น 2 ซม. ณ จุดที่อยู่ห่างจาก S_1 และ S_2 เป็นระยะ 11 และ 14 เซนติเมตร ตามลำดับ จะมีการแทรกสอดอย่างไร
1. อยู่บนแนวเสริมที่ 1
 2. อยู่บนแนวเสริมที่ 2
 3. อยู่บนแนวหักล้างที่ 1
 4. อยู่บนแนวหักล้างที่ 2
12. แหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่ง อยู่ห่างกัน 8 ซม. ถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสอง ทำให้เกิดคลื่นน้ำที่มีความถี่เท่ากัน และความยาวคลื่นเป็น 2 ซม. บนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองมีปฏิบัพกี่ปฏิบัพ
1. 6 ปฏิบัพ
 2. 7 ปฏิบัพ
 3. 8 ปฏิบัพ
 4. 9 ปฏิบัพ



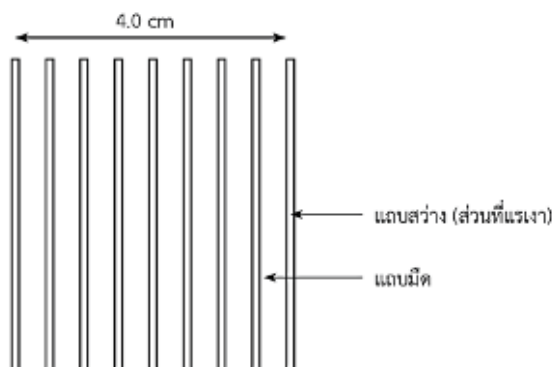
แสงซิงคสิ่น

13. จักรูปลั่ณกัน A, B และฉักรวักในลักษณะขัณกันที่จุด O มีหลั่กัณแสงควัมถึเดี๋ยวที่ให้คสิ่นตั่วเนือ่ง S_0 , S_1 และ S_2 เป็นช่อ่งที่ให้คสิ่นเลี๋ยวเบนออกมั่วได้เสััน S_0Q ตั้งฉักรักบัฉักร จุด P บนฉักรเป็นจุดที่คสิ่นแทรกสอด้เบัสมัเสริมกัน วั้ดระยัะแล้วได้ $S_0S_1 = S_0S_2$ และ $S_2P - S_1P = 1000\text{nm}$ จังหั่วค่าควัมยัวคสิ่นที่ซั้ใช้ในการทอด้ลองนี้



1. 300 nm
2. 400 nm
3. 500 nm
4. 600 nm

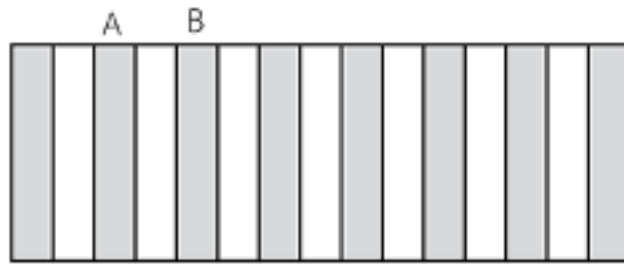
14. นักรัเรียนคัณหนึ่่งทำัการทอด้ลองการแทรกสอด้ของยั้ง ถึ้แสงที่ซั้มีควัมยัวคสิ่น 650 nm และระยัะหั่วะระหวั่งช่อ่งแคบคู้ักับฉักรเป็น 2.0 m วั้ดระยัะหั่วะของแถบส่วั่งจักรักบัฉักรกัลัะงบนฉักรได้ผลด้ังรูปลั่ ช่อ่งแคบคู้ัที่ซั้มีระยัะหั่วะระหวั่งช่อ่งเป็นกัี้มิลลิเมตร



- | | |
|---------|---------|
| 1. 1.13 | 2. 0.26 |
| 3. 0.33 | 4. 0.65 |



15. ผลการทดลองการแทรกสอดของแสงจากช่องแคบคู่เป็นดังรูป

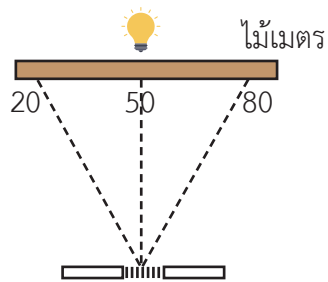


ถ้าพบว่าความต่างระยะทาง (path difference) ของระยะทางจากช่องแคบที่หนึ่ง (S_1) ไปยังกึ่งกลางของแถบมืด A และระยะทางจากช่องแคบที่สอง (S_2) ไปยังกึ่งกลางของแถบมืด A มีค่ามากกว่าความต่างระยะทางของระยะทางจากช่องแคบที่หนึ่งไปยังกึ่งกลางของแถบมืด B และระยะทางจากช่องแคบที่สองไปยังกึ่งกลางของแถบมืด B อยู่ 500 นาโนเมตร ความยาวคลื่นของแสงที่ใช้เท่ากับกี่นาโนเมตร

1. 250 2. 333 3. 500 4. 750
16. เมื่อใช้แสงสีแดงความยาวคลื่น 650 nm ตกตั้งฉากกับสลิตคู่เกิดภาพแทรกสอดบนฉากโดยแถบสว่าง 2 แถบติดกันอยู่ห่างกัน 0.25 mm แต่ถ้าใช้แสงสีม่วงความยาวคลื่น 400 nm ตกตั้งฉากกับสลิตคู่ดังกล่าว แถบสว่าง 2 แถบติดกันจะห่างกันกี่มิลลิเมตร



17. จารูปรวลงลอรดไฟตรงดำหน่ง 50 cm ของไม้มตร ฉายแสงขาวผ่านกรรตตงชนด 9000 ช่ง/cm กรรทสัหลายแถบ ถ้าแถบสีแดงลำดับที่ 1 อยู่ท่ดำหน่ง 20 และ 80 เซนตีมตร ของไม้มตรท่วาทาบบนฉาก จงหาความยาวคลัันของแสงสีแดง (กำหนดให้ฉากห่างจากกรรตตง 40 cm)



1. 600 nm
2. 667 nm
3. 700 nm
4. 780 nm

18. ฉายแสงความยาวคลััน 500 nm ผ่านกรรตตงชนด 800 ช่ง/mm จจะกรรทสว่งท่งสัันท่แถบ
1. 3 แถบ
 2. 4 แถบ
 3. 5 แถบ
 4. 7 แถบ



19. แสงความยาวคลื่น 500 nm ส่องผ่านช่องเดี่ยวกว้าง $250\text{ }\mu\text{m}$ แสงที่ตกบนฉากห่างจากช่องเดี่ยว 1 m จงหาความกว้างของแถบสว่างกลาง
1. 0.5 mm 2. 1.0 mm 3. 2.0 mm 4. 4.0 mm

20. ข้อใดถูก เกี่ยวกับการเลี้ยวเบนของแสงเลเซอร์ผ่านสลิตเดี่ยวเมื่ออุปกรณ์ทั้งหมดอยู่ใต้ผิวน้ำเปรียบเทียบกับเมื่อทำการทดลองในอากาศ
1. ไม่เกิดริ้วการเลี้ยวเบนในน้ำ
2. ริ้วการเลี้ยวเบนในน้ำอยู่ห่างเท่ากับในอากาศ
3. ริ้วการเลี้ยวเบนในน้ำอยู่ชิดกันมากกว่าในอากาศ
4. ริ้วการเลี้ยวเบนในน้ำอยู่ห่างกันมากกว่าในอากาศ