

ใบงานที่ 3 การหักเหของคลื่น

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากน้ำตื้นไปยังน้ำลึก ถ้ามุมตกกระทบและมุมหักเหเท่ากับ 30° และ 45° ตามลำดับ และความยาวคลื่นในน้ำตื้นเท่ากับ 2 เซนติเมตร จงหาความยาวคลื่นในน้ำลึกในหน่วยเซนติเมตร

จากโจทย์ คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากน้ำตื้นไปยังน้ำลึก

ให้ น้ำตื้นเป็นตัวกลางที่ 1

น้ำลึกเป็นตัวกลางที่ 2

มุมตกกระทบ $\theta_1 = 30^\circ$

มุมหักเห $\theta_2 = 45^\circ$

ความยาวคลื่นในน้ำตื้น $\lambda_1 = 2 \text{ cm}$

หาความยาวคลื่นในน้ำลึก $\lambda_2 = ??$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{2 \text{ cm}}{\lambda_2}$$

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{2 \text{ cm}}{\lambda_2}$$

$$\frac{1}{\cancel{2}} \times \frac{\cancel{2}}{\sqrt{2}} = \frac{2 \text{ cm}}{\lambda_2}$$

$$\lambda_2 = 2\sqrt{2} \text{ cm}$$

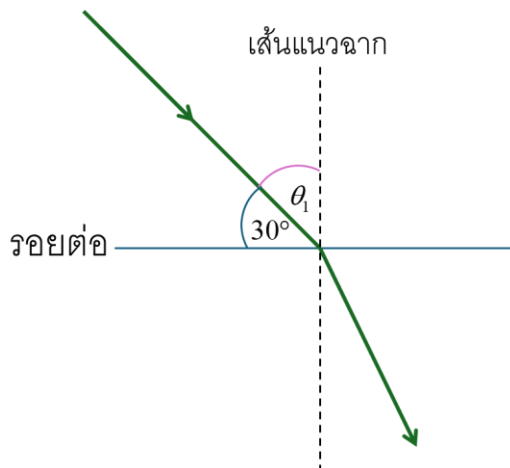
2. คลื่นน้ำแบบต่อเนื่องที่มีหน้าคลื่นตรง เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างบริเวณน้ำลึกและน้ำตื้นแล้วทำให้เกิดคลื่นหักเหหน้าคลื่นตรง ถ้าแนวทางการเดินทางของคลื่นตกกระทบบนทำมุมกับรอยต่อระหว่างตัวกลางเท่ากับ 30° จงหาว่าหักเหถ้าความยาวคลื่นในน้ำตื้นเป็น $\frac{1}{\sqrt{3}}$ เท่าของความยาวคลื่นในน้ำลึก

จากโจทย์ ผ่านรอยต่อระหว่างบริเวณน้ำลึก $\rightarrow$ น้ำตื้น

ให้ น้ำลึกเป็นตัวกลางที่ 1

น้ำตื้นเป็นตัวกลางที่ 2

แนวทางการเดินทางของคลื่นตกกระทบบนทำมุมกับรอยต่อระหว่างตัวกลางเท่ากับ 30° วาดรูปได้ดังนี้



แต่มุมกระทบบนต้องใช้มุมที่วัดกับแนวทางการเดินทางของคลื่นกับเส้นแนวฉาก ดังนั้น $\theta_1 = 60^\circ$

ความยาวคลื่นในน้ำตื้นเป็น $\frac{1}{\sqrt{3}}$ เท่าของความยาวคลื่นในน้ำลึก แสดงว่า $\lambda_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \lambda_1$

$$\text{จากสูตร} \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\text{แทนค่า} \quad \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\frac{1}{\sqrt{3}} \lambda_1} \quad ; \lambda_1 \text{ ตัดกัน}$$

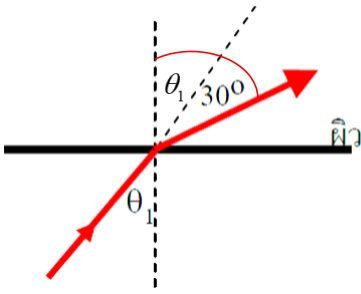
$$\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{1}{\sqrt{3}} = \sin \theta_2$$

$$\frac{1}{2} = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{2} \right)$$

$$30^\circ = \theta_2$$

3. คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณหนึ่งไปสู่อีกบริเวณหนึ่งปรากฏว่า แนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเบนไปจากแนวเดิม 30° และความยาวคลื่นกลายเป็น $\sqrt{3}$ เท่าของเดิม คลื่นขบวนนี้ทำมุมตกกระทบกี่องศา



จากรูป $\theta_2 = \theta_1 + 30^\circ$ และ $\lambda_2 = \sqrt{3}\lambda_1$

$$\text{สูตร} \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\text{แทนค่า} \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin(\theta_1 + 30^\circ)} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\cos(90 - \theta_1 - 30^\circ)} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\cos(90 - \theta_1 - 30^\circ)} = \tan 30^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\cos(90 - \theta_1 - 30^\circ)} = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\cos(60 - \theta_1)} = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ}$$

$$\sin \theta_1 = \sin 30^\circ \text{ ก็ต่อเมื่อ } \cos(60 - \theta_1) = \cos 30^\circ$$

$$60 - \theta_1 = 30^\circ$$

$$\theta_1 = 30^\circ$$

$$\text{สรุป } \theta_1 = 30^\circ$$

หรือใช้สูตรตรีโกณมิติ

$$\sin(A + B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$$

$$\text{จาก} \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin(\theta_1 + 30^\circ)} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_1 \cos 30^\circ + \cos \theta_1 \sin 30^\circ} = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad // \text{ใช้สูตรตรีโกณ}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_1 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right) + \cos \theta_1 \left(\frac{1}{2} \right)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad // \text{แทนค่า sin30 กับ cos30}$$

$$\sin \theta_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\sin \theta_1 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right) + \cos \theta_1 \left(\frac{1}{2} \right) \right) \quad // \text{ย้ายมาคูณ}$$

$$\sin \theta_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta_1 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right) + \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{1}{2} \right) \cos \theta_1 \quad // \text{กระจาย } 1/\sqrt{3}$$

$$\sin \theta_1 = \left(\frac{1}{2} \right) \sin \theta_1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{1}{2} \right) \cos \theta_1 \quad // \text{ตัด } \sqrt{3}$$

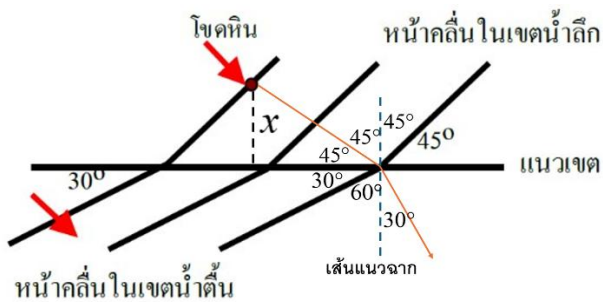
$$\left(\frac{1}{2}\right)\sin\theta_1 = \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\frac{1}{2}\right)\cos\theta_1 \quad // \text{ย้าย sin ไปลบ } (1-1/2=1/2)$$

$$\frac{\sin\theta_1}{\cos\theta_1} = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad // \text{ย้าย cos ไปหาร}$$

$$\tan\theta_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad // \text{tan คือ sin/cos}$$

$$\theta_1 = 30^\circ \quad // \tan 30 = 1/\sqrt{3}$$

4. คลื่นผิวน้ำลูกหนึ่งวิ่งจากเขตน้ำลึก โดยเมื่อผ่านโขดหินแล้ว 50 วินาที จึงเข้าสู่เขตน้ำตื้นหน้าคลื่นในเขตน้ำลึกทำมุม 45 องศา กับแนวเขตและหน้าคลื่นในเขตน้ำตื้นทำมุม 30 องศา กับแนวเขต ถ้าความเร็วคลื่นในเขตน้ำตื้นเท่ากับ 0.50 เมตร/วินาที โขดหินอยู่ห่างจากแนวเขตกี่เมตร (ตามเส้นตั้งฉากกับแนวเขต)



คลื่นเคลื่อนที่ตามเส้นสีส้ม ดังรูป ดังนั้นหากทราบความเร็วก็จะหาระยะทางได้ไม่ยาก

จากโจทย์ คลื่นผิวน้ำลูกหนึ่งวิ่งจากเขตน้ำลึก จึงเข้าสู่เขตน้ำตื้น

ให้ น้ำลึกเป็นตัวกลางที่ 1

น้ำตื้นเป็นตัวกลางที่ 2

หน้าคลื่นในเขตน้ำลึกทำมุม 45 องศา กับแนวเขต

$$\theta_1 = 45^\circ$$

หน้าคลื่นในเขตน้ำตื้นทำมุม 30 องศา กับแนวเขต

$$\theta_2 = 30^\circ$$

ความเร็วคลื่นในเขตน้ำตื้นเท่ากับ 0.50 เมตร/วินาที

$$v_2 = 0.5 \text{ m/s}$$

$$\text{จาก } \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{v_1}{0.5}$$

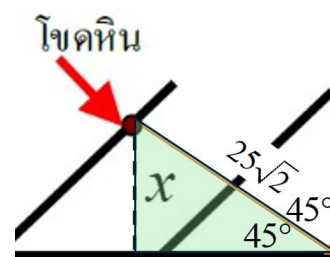
$$\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{v_1}{0.5}$$

$$0.5\sqrt{2} = v_1$$

$$\text{จาก } s = vt$$

$$s = 0.5\sqrt{2}(50)$$

$$s = 25\sqrt{2} \text{ เมตร}$$



จากรูป จะได้ว่า

$$\sin 45^\circ = \frac{25\sqrt{2}}{x}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{x}{25\sqrt{2}}$$

$$x = 25 \text{ เมตร}$$

