

ภาคผนวก

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

Prince of Songkla University
Pattani Campus

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผศ.ฉวีวรรณ ธีญะศิริกุล คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
2. อาจารย์อัสหิยะ สนิโซ ประธานหลักสูตรฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
3. อาจารย์อาบีตั้น ดะแซสาเมาะ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

Prince of Songkla University
Pattani Campus

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. ผศ.ฉวีวรรณ ธีญะศิริกุล คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
2. อาจารย์อัสหิยะ สนิโซ ประธานหลักสูตรฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
3. อาจารย์อาบีดิน ดะแซสาเมาะ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ภาคผนวก ค
แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

Prince of Songkla University
Pattani Campus

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เพื่องานวิจัย
(ชุดที่ 1)

สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนรู้แบบ Backward Design

เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น ที่ออกแบบการเรียนรู้แบบ Backward Design กับ การออกแบบการเรียนรู้ตามคู่มือครูของสสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย นางสาวนุร้อลวานี มอลอ

ภาควิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่น ที่ออกแบบการเรียนรู้แบบ Backward Design กับ การออกแบบการเรียนรู้ตามคู่มือ ครูของ สสวท. ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5

สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนรู้แบบ Backward Design

แบบประเมินการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์ ชื่อหน่วยการจัดการเรียนรู้ .เรื่อง คลื่น
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 15 ชั่วโมง ครูผู้สอนนางสาวนุร้อลวานี มอลอ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วน 4 ระดับ ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้มาข้อมูลที่เป็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในระดับความเหมาะสมที่จะกำหนดเป็นเกณฑ์วัดคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขต่อไป
2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด	3 หมายถึง เหมาะสมมาก
2 หมายถึง เหมาะสมน้อย	1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการ	ความเหมาะสม			
	4	3	2	1
1.ชื่อหน่วยฯ กะทัดรัด ชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ น่าสนใจ				
2.มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดมีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม				
3.ความสอดคล้องของสาระสำคัญ กับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด				
4.ความครอบคลุมของสาระสำคัญกับตัวชี้วัดทั้งหมดของหน่วยฯ				
5.ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมงของหน่วย				
6.ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้ด้านความรู้กับตัวชี้วัด				
7.ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้ด้านทักษะ/กระบวนการกับตัวชี้วัด				
8.ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้ด้านคุณลักษณะกับตัวชี้วัด				
9.ความเหมาะสมของหลักฐาน(ภาระงาน/ชิ้นงาน)เพื่อการประเมินผล การเรียนรู้สำหรับเป้าหมายสาระสำคัญ				
10.ความเหมาะสมของหลักฐาน(ภาระงาน/ชิ้นงาน)เพื่อการประเมินผล การเรียนรู้สำหรับเป้าหมายตัวชี้วัด				
11.ความเหมาะสมของหลักฐาน(ภาระงาน/ชิ้นงาน)เพื่อการประเมินผล การเรียนรู้สำหรับเป้าหมายสมรรถนะสำคัญ				
12.ความเหมาะสมของหลักฐาน(ภาระงาน/ชิ้นงาน)เพื่อการประเมินผล การเรียนรู้สำหรับเป้าหมายคุณลักษณะ				
13.ความเหมาะสมของหลักฐาน(ภาระงาน/ชิ้นงาน)เพื่อการประเมินผล การเรียนรู้สำหรับเป้าหมายคุณลักษณะอันพึงประสงค์				
14.กิจกรรมการเรียนรู้ สามารถทำให้ผู้เรียนมีหลักฐานที่เป็นผลการ เรียนรู้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ทุกเป้าหมายในภาพรวม				
15.ความเหมาะสมของสื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ในภาพรวม				
16.กำหนดจำนวนชั่วโมงเหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แต่ละ หลักฐาน ในภาพรวม				
17.ความเหมาะสมของวิธีการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ในภาพรวม				
18.ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และประเมินผลการเรียนรู้ใน ภาพรวม				
19.ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียนรู้ใน ภาพรวม				

20.หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง

รวมคะแนน/สรุปผลการประเมิน (รวมคะแนนแนวตั้ง)

รวมคะแนนทั้งหมด (รวมคะแนนแนวนอนจากบรรทัดบน)

หรือ คะแนนเฉลี่ยในภาพรวม

(คิดคะแนนเฉลี่ยรายข้อแล้วจึงเฉลี่ยรวม 20 ข้อ)

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้

กรณีใช้คะแนนรวม

คะแนน 20-34 หมายถึง ปรับปรุง

คะแนน 35-49 หมายถึง พอใช้

คะแนน 50-64 หมายถึง ดี

คะแนน 65-80 หมายถึง ดีมาก

กรณีใช้คะแนนเฉลี่ยในภาพรวม

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.75 หมายถึง ปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ย 1.76-2.50 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 2.56-3.31 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 3.32-4.00 หมายถึง ดีมาก

12. ข้อเสนอแนะอื่น

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
อันจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

ผู้วิจัย

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

Prince of Songkla University
Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้ แบบ Backward Design
สาระการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คลื่น
วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์)

เรื่อง คลื่น	เวลา 15 ชั่วโมง
สาระที่ 5	มาตรฐาน ว 5.1

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1.1 อธิบายธรรมชาติของคลื่น ทำการทดลองการเกิดคลื่นและการเคลื่อนที่แบบคลื่น (มฐ. ว 5.1.1 ข้อ 1)
- 1.2 อธิบายลักษณะของตัวกลางในขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านและทำการทดลองศึกษาการเกิดคลื่นน้ำจากถาดคลื่น (มฐ. ว 5.1.1 ข้อ 1)
- 1.3 สำรองตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับชนิดของคลื่น การเกิดคลื่นชนิดต่างๆ และอธิบายส่วนประกอบต่างๆ ของคลื่น อัตราเร็วของคลื่นและสามารถคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง(มฐ. ว 5.1.1 ข้อ 1)
- 1.4 สำรองตรวจสอบ และทดลองเกี่ยวกับสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่น (มฐ. ว 5.1.1 ข้อ 1)

2. สาระการเรียนรู้

- 2.1 การอธิบายธรรมชาติของคลื่น ทำการทดลองการเกิดคลื่นและการเคลื่อนที่แบบคลื่น
- 2.2 การอธิบายลักษณะของตัวกลางในขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านและทำการทดลองศึกษาการเกิดคลื่นน้ำจากถาดคลื่น
- 2.3 การสำรองตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การอธิบายเกี่ยวกับชนิดของคลื่น การเกิดคลื่นชนิดต่างๆ และการอธิบายส่วนประกอบต่างๆ ของคลื่น การหาอัตราเร็วของคลื่นและการคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 2.4 การสำรองตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของคลื่นได้
- 3.2 บอกได้ว่าคลื่นเกิดขึ้นได้อย่างไร พร้อมยกตัวอย่างได้
- 3.3 อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของตัวกลางเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านได้
- 3.4 บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ของถาดคลื่นได้
- 3.5 ทำการทดลองศึกษาการเกิดคลื่นน้ำจากถาดคลื่นได้
- 3.6 แบ่งประเภทของคลื่นโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ได้
- 3.7 ทำการทดลองแสดงการเกิดคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวได้

3.8 บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ของคลื่นได้ อาทิ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น เป็นต้น

3.9 ทำการทดลองเพื่ออธิบายสมบัติการสะท้อนของคลื่นได้

3.10 ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติการหักเหของคลื่นได้

3.11 คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหักเหของคลื่นได้

3.12 ทำการทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับสมบัติการแทรกสอดของคลื่นได้

3.13 อธิบายและบอกลักษณะของคลื่นรวมทั้งที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นได้

3.14 ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบนของคลื่นได้

3.15 บอกลักษณะของคลื่นที่เกิดจากการเลี้ยวเบนแบบต่างๆ ได้

4. ฝึกการคิดแบบ

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	ฝึกการคิดแบบ
1-2	ธรรมชาติของคลื่นและการเกิดคลื่น	คิดตีความ วิเคราะห์ สรุปความ วิจาร์ณญาณ สร้างสรรค์และสังเคราะห์
3-6	ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่นและความสัมพันธ์ระหว่างคาบ ความถี่ และอัตราเร็วของคลื่น	คิดตีความ วิเคราะห์ สรุปความ วิจาร์ณญาณ สร้างสรรค์และสังเคราะห์
7-11	สมบัติการสะท้อนและการหักเหของคลื่น	คิดตีความ วิเคราะห์ สรุปความ วิจาร์ณญาณ สร้างสรรค์และสังเคราะห์
12-15	สมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่น	คิดตีความ วิเคราะห์ สรุปความ วิจาร์ณญาณ สร้างสรรค์และสังเคราะห์

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ในหน่วยการเรียนรู้นี้นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของคลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น อัตราเร็วของคลื่น สมบัติของคลื่น ได้แก่ การหักเห การสะท้อน การเลี้ยวเบน การแทรกสอดและนำความรู้ไปอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการเรียนรู้จากกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจด้วยเทคนิคต่าง ๆ มีการตั้งคำถาม การสาธิต การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การทดลอง การคิดวิเคราะห์ การลงข้อสรุป การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและการนำเสนอผลงาน มีการประเมินผลการเรียนรู้ไปพร้อมกับการจัดการเรียนรู้ที่มีทั้งการประเมินโดยครูและโดยนักเรียน

ครูผู้สอนควรจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ และสามารถยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม การใช้คำถามในการนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดซึ่งในแต่ละครั้งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะมีการสนทนาทบทวนความรู้เดิม การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและอยากติดตามบทเรียน การสาธิตเพื่อเราให้ผู้เรียนสนใจบทเรียน การแสดงบทบาทในการเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการสืบค้น สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และลงข้อสรุปตลอดจนการนำเสนอผลการเรียนรู้ของตนเองในรูปแบบต่างๆ บทบาทของ

ครูผู้สอนซึ่งเสมือนเป็นผู้จัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนวางแผนไว้ และครูควรแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ระบุในหนังสือเรียน การทำกิจกรรมลองทำดู กิจกรรมลองคิดลองอภิปราย กิจกรรมการทดลอง และการทำแบบฝึกหัดท้าทาย หน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็นการฝึกฝนตนเอง

ชั่วโมงที่ 1-3	ธรรมชาติของคลื่นและการเกิดคลื่น (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)
----------------	---

5.1 ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาถึงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเมื่อเราปาก่อนหินลงไปใต้น้ำ หลังจากปาก่อนหินกระทบกับผิวน้ำนักเรียนสังเกตเห็นสิ่งใดเกิดขึ้น สิ่งที่เกิดขึ้นคืออะไร มีความสำคัญอย่างไร เหตุใดน้ำบริเวณอื่นๆ ที่ไม่โดนก่อนหินปาจึงถูกรบกวนไปด้วย

2. ให้นักเรียนแต่ละคนสังเกตการสาดิการทดลองของครูโดยการจุ่มปลายปากกาลงไปในกะละมังปากกว้างที่มีน้ำอยู่ และให้นักเรียนสังเกตว่าเศษกระดาษเล็กๆ ที่ลอยอยู่ที่ขอบกะละมังกระเพื่อมขึ้นลงได้อย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

3. ตั้งคำถามต่อไปว่า ถ้าเราจะทำให้เกิดคลื่นน้ำ เราจะทำได้อย่างไร และเราจะมีวิธีการที่จะศึกษาส่วนประกอบบางอย่างของคลื่นน้ำที่เกิดขึ้น เช่น ส่วนที่เป็นสันคลื่น ท้องคลื่นได้อย่างไร เราจะใช้อุปกรณ์ใดได้บ้าง (ยังไม่ต้องการคำถามที่ถูกต้องสมบูรณ์)

4. ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักกับอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของคลื่นน้ำและการเกิดสมบัติต่างๆ ของคลื่นน้ำที่เรียกว่าถาดคลื่น พร้อมทั้งคำถามว่า ถาดคลื่นที่นักเรียนเห็นที่ตั้งอยู่บนโต๊ะทดลองของนักเรียนมีส่วนประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง และมีวิธีการใช้งานได้อย่างไร

5.2 ขั้นสอน

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองเพื่อศึกษากิจกรรมที่ 4.1 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมวิเคราะห์ และลงข้อสรุป เขียนเป็นรายงานการทดลองฉบับสมบูรณ์ ซึ่งในการทำงานนักเรียนแต่ละกลุ่มควรได้มีการแบ่งหน้าที่กันในการปฏิบัติงานให้ชัดเจน

3. ครูทำการประเมินกระบวนการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

4. สุ่มตัวแทนนักเรียนจากกลุ่มต่างๆ ประมาณ 1-2 กลุ่ม นำเสนอผลการทำกิจกรรมที่ 4.1

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆ ของถาดคลื่นและอุปกรณ์ประกอบถาดคลื่นที่สำคัญ โดยการใช้ถาดคลื่นของจริงประกอบการอภิปรายสรุป ซึ่งนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่า ส่วนประกอบที่สำคัญของถาดคลื่นได้แก่ ตัวถาดที่แสงไฟสามารถส่องทะลุไปพื้นล่างได้ ตัวกำหนดคลื่นซึ่งมีทั้งชนิดกำเนิดคลื่นวงกลมและชนิดคลื่นหน้าตรง สามารถสับเปลี่ยนได้และกำหนดความถี่ได้จากการปรับมอเตอร์ โคมไฟที่ติดอยู่เหนือถาดเพื่อส่องให้เห็นคลื่นชัดเจนขึ้น ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นจะสังเกตได้จากเงาที่ปรากฏใต้ถาดคลื่น ลักษณะของเงาเกิดจากการรวมแสงและการสะท้อนแสงของส่วนประกอบของคลื่นที่เกิดขึ้น

6. และผลจากการทำกิจกรรมที่ 4.1 นักเรียนควรได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเกิดคลื่นว่า คลื่นผิวน้ำบนถาดคลื่นเกิดจากการที่ผิวน้ำถูกรบกวน ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นสามารถสังเกตได้จากเงาที่เกิดขึ้น

พื้นใต้ถาดคลื่น โดยเมื่อผิวน้ำถูกรบกวนจะมีลักษณะโค้งขึ้นโค้งลง เมื่อแสงจากหลอดไฟส่องกระทบจะทำให้เกิดการรวมแสงและการกระจายแสงเกิดขึ้น จึงเห็นเป็นแถบมืดแถบสว่างใต้ถาดคลื่น โดยส่วนที่เป็นสันคลื่นทำให้เกิดแถบสว่าง ส่วนที่เป็นท้องคลื่นทำให้เกิดแถบมืด ถ้าวัดระยะจากแถบสว่างถึงแถบสว่างถัดไปก็คือความยาว 1 ลูกคลื่น ถ้าเราให้ปุ่มกลมสัมผัสกับผิวน้ำ 1-2 ครั้งจะทำให้เกิดคลื่นดลวงกลม ถ้าเราหมุนปุ่มกลมขึ้นทั้งหมดแล้วปรับให้ส่วนที่เป็นคานสัมผัสกับผิวน้ำ 1-2 ครั้ง จะทำให้เกิดคลื่นดลหน้าตรง และถ้าเราให้ปุ่มกำเนิดคลื่นทั้งสองชนิดสัมผัสผิวน้ำอย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดคลื่นต่อเนื่องวงกลม และคลื่นต่อเนื่องหน้าตรง ดังนั้นลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการรบกวน เช่น การเกิดคลื่นผิวน้ำจากการรบกวนด้วยวัตถุที่มีลักษณะเป็นจุดจะทำให้เกิดคลื่นวงกลม ถ้าเป็นแถบยาวจะทำให้เกิดคลื่นหน้าตรง

7. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ถาดคลื่นดังต่อไปนี้การศึกษาลักษณะต่างๆ ของคลื่นน้ำ เมื่อเราทำให้เกิดคลื่นขึ้นแล้วสามารถสังเกตส่วนประกอบต่างๆ การเกิดสมบัติต่างๆ ของคลื่นน้ำได้จากเงาที่ปรากฏที่ใต้ถาด ส่วนที่เป็นแถบสว่างคือส่วนสันคลื่นเกิดจากการที่สันคลื่นมีลักษณะคล้ายเลนส์นูนจึงทำหน้าที่รวมแสงทำให้เกิดแถบสว่าง ส่วนที่เป็นแถบมืดกว่าจะเป็นส่วนของท้องคลื่นที่ทำหน้าที่เสมือนเลนส์เว้า ถาดคลื่นสามารถใช้ศึกษาส่วนประกอบของคลื่น การเกิดคลื่น สมบัติการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดได้ โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่มีมาพร้อมถาดคลื่นประกอบการศึกษาตามเงื่อนไขของการเกิดปรากฏการณ์นั้นๆ

8. ครูสาธิตการเกิดคลื่นตามขวางโดยการสับัดเชือกที่มีผ้าขาวผูกไว้ที่เส้นเชือกแล้วให้นักเรียนคนหนึ่งจับปลายเชือกอีกด้านหนึ่งไว้ ครูสับัดปลายเชือกในลักษณะขึ้น-ลง ให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นบนเส้นเชือก และสังเกตการเคลื่อนไหวของผ้าขาวที่ผูกไว้ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

9. ครูสาธิตต่อโดยการทำให้เกิดคลื่นตามยาวในสปริงโดยการสับัดสปริงตามยาวโดยผูกผ้าขาวไว้ที่ตรงกลางของสปริงให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นบนเส้นเชือก และสังเกตการเคลื่อนไหวของผ้าขาวที่ผูกไว้ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น พร้อมตั้งคำถามว่า

- คลื่นที่เกิดขึ้นทั้งสองกรณีเกิดขึ้นได้อย่างไร
- คลื่นที่เกิดขึ้นทั้งสองกรณีมีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร นักเรียนจะอธิบายได้

อย่างไร

10. การตั้งคำถามและการสาธิต นักเรียนควรได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเกิดคลื่น ลักษณะของอนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านว่าจะมีการสั่นขึ้นลง หรือสั่นไปมาเท่านั้น อนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจะไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น เมื่อเกิดคลื่นพลังงานเท่านั้นที่ถูกส่งผ่านตัวกลางต่อกันไป

5.3 ชั้นสรุป

1. สุ่มตัวแทนนักเรียนสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนในครั้งนี้
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
3. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม
4. นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการเรียนรู้ลงในสมุดบันทึกความรู้ประจำวันของตนเอง

ชั่วโมงที่ 4 -7	ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่นและความสัมพันธ์ระหว่างคาบ ความถี่ และอัตราเร็วของคลื่น (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)
-----------------	---

5.1 ขั้นนำ

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาทบทวนเกี่ยวกับการเกิดคลื่น การเคลื่อนที่แบบคลื่นตามขวางที่เรียนผ่านมา

2. ทำการสาธิตโดยการสับสปริงคลื่นในลักษณะของการสับตามยาว และการสับตามขวาง พร้อมทั้งคำถามนักเรียนว่า ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร การสั่นของตัวกลางในขณะเกิดคลื่นทั้งสองแบบแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

5.2 ขั้นสอน

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่มเท่าๆ กัน ให้นักเรียนกลุ่มที่ 1-4 ศึกษากิจกรรมที่ 4.2 เรื่องคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง วางแผนกิจกรรม แบ่งหน้าที่กันในการทำงาน เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทำกิจกรรมลงในกระดาษชาร์ต โดยทุกคนในกลุ่มสามารถที่จะเป็นตัวแทนกลุ่มในการนำเสนอผลงานได้

2. ในส่วนของกลุ่มที่ 5-8 ให้ศึกษาการทำกิจกรรมที่ 4.3 ชนิดของคลื่น ทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งสืบค้นต่างๆ จากหนังสือเรียน จากอินเทอร์เน็ต เก็บรวบรวมข้อมูล ร่วมกันวิเคราะห์ สรุปและอภิปรายผลการทำกิจกรรมลงในกระดาษชาร์ต โดยทุกคนในกลุ่มสามารถที่จะเป็นตัวแทนกลุ่มในการนำเสนอผลงานได้

3. สุ่มตัวแทนนักเรียนจากทุกกลุ่มๆ ละ 1 คน เป็นตัวแทนในการนำเสนอผลงาน โดยให้ตัวแทนจากกลุ่มที่ 1-4 เป็นผู้นำเสนอผลงานก่อน กลุ่มที่ 5-8 เป็นผู้ฟัง โดยการจับฉลากจับคู่กัน เช่น กลุ่ม 1 อาจคู่กับกลุ่ม 7 กลุ่ม 2 อาจคู่กับกลุ่ม 5 เป็นต้น ใช้เวลานำเสนอประมาณ 10 นาที

4. เมื่อหมดเวลาให้เปลี่ยนกลุ่มที่ 5-8 เป็นผู้นำเสนอผลงานสลับกัน ใช้เวลาประมาณ 10 นาที

5. ครูสุ่มนักเรียนประมาณ 3-4 คน สรุปเรื่องที่ศึกษาให้เพื่อนทั้งชั้นเรียนฟัง

6. ครูนำอภิปรายสรุปเกี่ยวกับชนิดของคลื่น ว่ามีการแบ่งประเภทอย่างไรบ้าง ใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง จนได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์ร่วมกัน

7. นำอภิปรายเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆ ของคลื่น ความสัมพันธ์ระหว่างคาบ ความถี่และอัตราเร็วของคลื่นตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองคิดหาคำตอบของกิจกรรมลองทำดู พร้อมร่วมกันอภิปรายเฉลยคำตอบ

5.3 ขั้นสรุป

1. สุ่มตัวแทนนักเรียนสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนในครั้งนี้

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

3. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม

4. นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการเรียนรู้ลงในสมุดบันทึกผลการเรียนรู้รายชั่วโมง

ชั่วโมงที่ 8-12	สมบัติการสะท้อนและการหักเหของคลื่น (กระบวนการเรียนรู้จากกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ เทคนิค Learning Together)
-----------------	--

5.1 ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับคลื่นที่เรียนผ่านมา
2. ให้ตัวแทนนักเรียนสาธิตการเกิดคลื่นโดยการผูกเชือกกับลูกบิดประตูให้แน่น จากนั้นดึงเชือกให้ค่อนข้างตึงแล้วสับัดเชือก 1 ถึง 2 ครั้ง ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นในเชือกเดินทางไปถึงจุดที่ผูกติดกับลูกบิดประตู พร้อมทั้งตั้งคำถามว่าคลื่นที่เคลื่อนที่ย้อนกลับมาหาเพื่อนที่สับัดเชือกมาจากไหน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสาธิตต่อไปโดยใช้สปริงคลื่น ให้นักเรียนคนหนึ่งจับปลายด้านหนึ่งของสปริงคลื่นให้ตึงอยู่กับที่บนโต๊ะสาธิต จากนั้นครูดึงสปริงคลื่นออกไปพอประมาณแล้วสับัดปลายสปริงประมาณ 1-2 ครั้ง ให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากที่คลื่นที่ครูสับัดเดินทางไปถึงเพื่อน คลื่นที่ครูสับัดเดินทางกลับมาหาครูได้อย่างไร

5.2 ขั้นสอน

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละ เก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มละ 4 คน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามความรู้เกี่ยวกับสมบัติการสะท้อนและการหักเหของคลื่น พร้อมเสนอตัวอย่างการคำนวณตามรายละเอียดในหนังสือเรียนและสื่อภาพเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการสะท้อนและการหักเหของคลื่นจากอินเทอร์เน็ตประกอบการอธิบายซักถาม
3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามปัญหาที่ยังสงสัยเพิ่มเติม
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา กิจกรรมที่ 4.4 และ 4.5 ในหนังสือเรียน ร่วมกันวางแผนทำการทดลอง รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาร่วมกันวิเคราะห์หลังข้อสรุปเขียนเป็นรายงานการทดลองฉบับสมบูรณ์จากนั้นให้ทำความเข้าใจผลงานร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มสามารถเป็นตัวแทนกลุ่มในการนำเสนอผลงานได้ การแบ่งหน้าที่อาจทำได้เช่น
 - คนที่ 1 อ่านรายละเอียดของกิจกรรมและอธิบายรายละเอียดให้เพื่อนรับทราบ
 - คนที่ 2 จัดเตรียมอุปกรณ์และเป็นผู้ดำเนินการออกแบบการทดลองและให้เพื่อนๆ มีส่วนร่วม ในการแสดงความคิดเห็น
 - คนที่ 3 จัดบันทึกและเขียนรายงานการทดลอง
 - คนที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลองโดยการทำหน้าที่และผู้ให้เพื่อนๆ มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็น จนได้ข้อสรุปที่สมาชิกกลุ่มยอมรับ
 หากกลุ่มไหนมี 5 คน ให้แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบงานให้ครบถ้วน การทำหน้าที่ของแต่ละคนไม่ควรซ้ำหน้าที่เดิมจากครั้งที่ผ่านมา ควรมีการหมุนเวียนกันใหม่ทุกครั้งและให้นักเรียนประเมินการทำงานกลุ่มด้วยทุกครั้ง รวมทั้งต้องพยายามทำงานให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดซึ่งจะทำให้ได้รับโบนัสการทำงานกลุ่มด้วย หากทำงานช้าจะถูกหักแต้มการทำงานกลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนผลการทดลองที่กลุ่มของตนเองทำได้ลงกระดาษชาร์ต แล้วนำไปติดที่บอร์ดหน้าห้องทุกกลุ่ม
5. สุ่มตัวแทนนักเรียนประมาณ 1-2 กลุ่ม โดยการจับฉลากนำเสนอผลการตรวจสอบตามรายละเอียดในกิจกรรมที่ 4.4 และ 4.5

6. จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อคลื่นเดินทางไปกระทบสิ่งกีดขวางซึ่งเราเรียกว่าคลื่นตกกระทบ จะมีคลื่นบางส่วนที่สะท้อนออกมาจากสิ่งกีดขวางนั้น ซึ่งเราเรียกว่าคลื่นสะท้อน โดยลักษณะของคลื่นที่สะท้อนออกมาจะมีความยาวคลื่น ความถี่ และความเร็วเท่าเดิมแต่มีทิศทางเปลี่ยนไปจากเดิม โดยจะเป็นไปตามกฎการสะท้อน และลักษณะของคลื่นที่สะท้อนออกมาจะขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสะท้อนนั้นด้วย ส่วนการหักเหของคลื่นจะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเดินทางไปพบตัวกลางชนิดใหม่ เช่น ตัวกลางน้ำลึกไปตัวกลางน้ำตื้น ความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นจะเปลี่ยนไปจากเดิมแต่ความถี่จะไม่เปลี่ยนแปลง

7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน คิดหาคำตอบของกิจกรรมลองทำดูและกิจกรรมลองคิดลองอภิปราย ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน ในเวลาที่กำหนดในสมุดบันทึกผลการเรียนรู้รายชั่วโมง จากนั้นครูนำอภิปรายสรุปคำตอบ

5.3 ขั้นสรุป

1. สุ่มตัวแทนนักเรียนสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนในครั้งนี้
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน
3. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม
4. นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการเรียนรู้ลงในสมุดบันทึกผลการเรียนรู้รายชั่วโมง

ชั่วโมงที่13-15	สมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่น (กระบวนการเรียนรู้จากกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ เทคนิค Student Teams-Achievement Division)
-----------------	---

5.1 ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาทบทวนเกี่ยวกับสมบัติการสะท้อนและหักเหของคลื่นที่เรียนผ่านมา พร้อมตั้งคำถามว่า นอกจากสมบัติ 2 ประการที่เรียนผ่านมา คลื่นยังสามารถแสดงสมบัติอะไรได้อีกบ้าง

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสาธิตโดยการใช้เชือกยาวประมาณ 3 เมตร ให้นักเรียนคนหนึ่งถือปลายเชือกอีกด้านหนึ่งไว้ โดยครูและนักเรียนยืนห่างกันพอประมาณ ปล่อยให้เชือกตึงมาก จากนั้นให้นักเรียนสะบัดปลายเชือกขึ้นพร้อมๆ กันครูสังเกตผลที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นที่ครูสะบัดกับคลื่นที่นักเรียนสะบัดเดินทางมาพบกัน พร้อมตั้งคำถามว่า สิ่งที่นักเรียนเห็นคืออะไร คลื่นใหม่ที่เกิดขึ้นแตกต่างจากคลื่นเดิมหรือไม่ อย่างไร

3. ครูและนักเรียนทำการสาธิตต่อโดยให้นักเรียนสะบัดเชือกลงแต่ครูสะบัดเชือกขึ้น ผลการสังเกต เมื่อคลื่นทั้งสองเดินทางมาพบกันแตกต่างจากเดิมหรือไม่ อย่างไร

4. ทำการสาธิตต่อไปโดยใช้สปริงคลื่นวางบนโต๊ะสาธิต จากนั้นให้นักเรียนคนหนึ่งถือปลายด้านหนึ่งไว้ ดึงสปริงคลื่นออกพอประมาณ แล้วให้ครูและนักเรียนสะบัดปลายสปริงคลื่นในแนวระดับพร้อมๆ กัน สังเกตผลที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นทั้งสองเดินทางมาพบกัน ผลที่ได้แตกต่างจากการสะบัดเชือกหรือไม่ อย่างไร

5.2 ขั้นสอน

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละ เก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มละ 5 คน
 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามความรู้เกี่ยวกับสมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่นตามรายละเอียดในหนังสือเรียนและสื่อภาพเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่นจากอินเทอร์เน็ตประกอบการอธิบายซักถาม

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา กิจกรรมที่ 4.6 และ 4.7 ในหนังสือเรียน ร่วมกันวางแผนทำการทดลอง รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาร่วมกันวิเคราะห์ลงข้อสรุปเขียนเป็นรายงานการทดลองฉบับสมบูรณ์จากนั้นให้ความเข้าใจผลงานร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มสามารถเป็นตัวแทนกลุ่มในการนำเสนอผลงานได้ การแบ่งหน้าที่อาจทำได้เช่น

คนที่ 1 อ่านรายละเอียดของกิจกรรมและอธิบายรายละเอียดให้เพื่อนรับทราบ

คนที่ 2 จัดเตรียมอุปกรณ์และเป็นผู้ดำเนินการออกแบบการทดลองและให้เพื่อนๆ มีส่วนร่วม ในการแสดงความคิดเห็น

คนที่ 3 จัดบันทึกและเขียนรายงานการทดลอง

คนที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลองโดยการเป็นผู้ดำเนินการและให้เพื่อนๆ มีส่วนร่วมกันวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็น จนได้ข้อสรุปที่สมาชิกกลุ่มยอมรับ

หากกลุ่มไหนมี 5 คน ให้แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบงานให้ครบถ้วน การทำหน้าที่ของแต่ละคนไม่ควรซ้ำหน้าที่เดิมจากครั้งที่ผ่านมา ควรมีการหมุนเวียนกันใหม่ทุกครั้งและให้นักเรียนประเมินการทำงานกลุ่มด้วยทุกครั้งรวมทั้งต้องพยายามทำงานให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดซึ่งจะทำให้ได้รับโบนัสการทำงานกลุ่มด้วย หากทำงานช้าจะถูกหักแต้มการทำงานกลุ่ม

4. สุ่มตัวแทนนักเรียนประมาณ 1-2 กลุ่ม โดยการจับฉลากนำเสนอผลการตรวจสอบตามรายละเอียดในกิจกรรมที่ 4.6 และ 4.7

5. จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ในการแทรกสอดของคลื่นนั้นเกิดจากการที่คลื่นตั้งแต่ 2 ขบวนเดินทางมาพบกันคลื่นทั้งสองสามารถที่จะรวมกันได้ซึ่งอาจเป็นการรวมกันแบบหักล้าง (บริเวณที่ผิวหน้าไม่กระเพื่อม) และแบบเสริมกัน (บริเวณที่ผิวหน้ากระเพื่อมมากที่สุด) ก็ได้ ซึ่งเราสามารถสังเกตได้จากแนวมืดแนวสว่างที่เกิดขึ้นใต้ถาดคลื่น (ลวดลายการแทรกสอดหรือริ้วของการแทรกสอด) และคุณสมบัติการเลี้ยวเบนของคลื่นเกิดจากการที่คลื่นสามารถเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางได้เมื่อคลื่นเดินทางไปพบสิ่งกีดขวาง ซึ่งในการเกิดการเลี้ยวเบนของคลื่นอาจเกิดการสะท้อนไปพร้อมๆ กันได้ ลักษณะของคลื่นหลักการเลี้ยวเบนจะขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งกีดขวาง

5.3 ขั้นสรุป

1. สุ่มตัวแทนนักเรียนสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนในครั้งนี้
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน
3. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4
5. นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการเรียนรู้ลงในสมุดบันทึกผลการเรียนรู้รายชั่วโมง

6. การประเมินผลการเรียนรู้

6.1 วิธีการประเมินผล

1. ครูประเมิน

1.1 ประเมินขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม

- ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ตามรายละเอียดในแบบประเมิน
- ประเมินทักษะการปฏิบัติ ความคล่องแคล่วในการทำกิจกรรม การใช้เครื่องมือโดย

ใช้แบบสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

- ประเมินความคิดจากการตอบคำถาม การถามคำถาม และการอภิปราย

1.2 ประเมินจากผลของการทำกิจกรรม คือ รายงานการทำกิจกรรม รายงานการทดลอง สมุด

บันทึกผลการเรียนรู้ และจากการนำเสนอผลงาน การตอบคำถาม ซึ่งสามารถประเมินได้หลายด้านคือ

2. นักเรียนประเมินกันเองจากการนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม

3. นักเรียนประเมินตนเองจากการร่วมกิจกรรมโดยใช้แบบประเมินตนเอง และการตอบ

คำถามท้ายเรื่องหรือท้ายหน่วย

6.2 เครื่องมือประเมิน

1. แบบประเมินการอภิปรายหรือการนำเสนอผลงาน
2. แบบสังเกตและประเมินพฤติกรรม
3. แบบประเมินการรับฟังการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้
4. แบบสังเกตการทดลองของครูและนักเรียน
5. แบบประเมินการทำงานกลุ่ม
6. สมุดบันทึกผลการเรียนรู้รายชั่วโมง
7. คำถาม แบบฝึกหัด

6.3 เกณฑ์การประเมินผล

1. การประเมินผลงาน

1. ระดับคุณภาพของผลงานดีมาก	ได้คะแนน	5	คะแนน
2. ระดับคุณภาพของผลงานดี	ได้คะแนน	4	คะแนน
3. ระดับคุณภาพของผลงานพอใช้	ได้คะแนน	3	คะแนน
4. ระดับคุณภาพของผลงานปรับปรุง	ได้คะแนน	2	คะแนน

2. การประเมินการนำเสนอผลงาน

1. ระดับคุณภาพของการนำเสนอผลงาน	ดีมาก	ได้คะแนน	5	คะแนน
2. ระดับคุณภาพของการนำเสนอผลงาน	ดี	ได้คะแนน	4	คะแนน
3. ระดับคุณภาพของการนำเสนอผลงาน	พอใช้	ได้คะแนน	3	คะแนน
4. ระดับคุณภาพของการนำเสนอผลงาน	น้อย	ได้คะแนน	2	คะแนน
5. ระดับคุณภาพของการนำเสนอผลงาน	ควรปรับปรุง	ได้คะแนน	1	คะแนน

3. การประเมินผลการสังเกตการทดลอง การทำงานกลุ่มและพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม

1.	ระดับคุณภาพของการปฏิบัติ	ดีมาก	ได้คะแนน	5	คะแนน
2.	ระดับคุณภาพของการปฏิบัติ	ดี	ได้คะแนน	4	คะแนน
3.	ระดับคุณภาพของการปฏิบัติ	พอใช้	ได้คะแนน	3	คะแนน
4.	ระดับคุณภาพของการปฏิบัติ	ปรับปรุง	ได้คะแนน	2	คะแนน

4. การประเมินการรับฟังการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้

1.	ระดับคุณภาพของการรับฟังนำเสนอผลงาน	ดีมาก	ได้คะแนน	5	คะแนน
2.	ระดับคุณภาพของการรับฟังนำเสนอผลงาน	ดี	ได้คะแนน	4	คะแนน
3.	ระดับคุณภาพของการรับฟังนำเสนอผลงาน	พอใช้	ได้คะแนน	3	คะแนน
4.	ระดับคุณภาพของการรับฟังนำเสนอผลงาน	น้อย	ได้คะแนน	2	คะแนน
5.	ระดับคุณภาพของการรับฟังนำเสนอผลงาน	ปรับปรุง	ได้คะแนน	1	คะแนน

5. การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.	ระดับคุณภาพ	มากที่สุด	ได้คะแนน	5	คะแนน
2.	ระดับคุณภาพ	มาก	ได้คะแนน	4	คะแนน
3.	ระดับคุณภาพ	ปานกลาง	ได้คะแนน	3	คะแนน
4.	ระดับคุณภาพ	น้อย	ได้คะแนน	2	คะแนน
5.	ระดับคุณภาพ	น้อยที่สุด	ได้คะแนน	1	คะแนน

7. สื่อการเรียนรู้

1. ชุดถาดคลื่นพร้อมอุปกรณ์
2. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ
3. สายไฟ
4. น้ำ
5. กระดาษขาว
6. เชือก
7. ถาดน้ำ
8. ดินสอ
9. ไม้บรรทัด
10. สปริงคลื่น
11. เศษผ้า
12. เชือก
13. กระดาษชาร์ท
14. สีเมจิก
15. คอมพิวเตอร์

16. โพรเจกเตอร์
17. กระดาษเขียนรายงาน
18. หนังสือเรียนฟิสิกส์
19. แบบประเมิน

8. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. หนังสือคู่มือจากสำนักพิมพ์ต่าง ๆ
3. <http://www.ipst.ac.th>
4. <http://www.ku.ac.th>
5. <http://www.chula.ac.th>
6. <http://www.cgat.or.th>
7. <http://www.nasa.gov>
8. <http://www.physlink.com>
9. <http://www.physics.berkeley.edu/>
10. <http://www.rit.ac.th>
11. <http://www.school.net.th/library>
12. <http://www.sanook.com>
13. <http://www.google.com>
14. <http://www.tei.or.th>

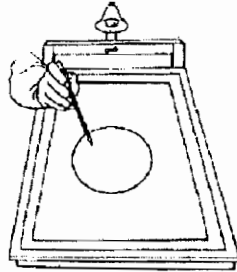
9. กิจกรรมเสนอแนะ

ธรรมชาติของคลื่นและการเกิดคลื่น

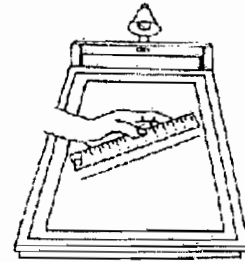
ในการนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องนี้ครูผู้สอนควรยกตัวอย่างสถานการณ์การทำให้เกิดคลื่นน้ำโดยการโยนก้อนหินลงในน้ำตามรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้ และใช้แนวคำถามและการสาธิตในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในบทเรียน จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองเกี่ยวกับการเกิดคลื่นน้ำในถาดคลื่น ซึ่งก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือทำการทดลองครูควรนำอภิปรายให้นักเรียนรู้จักกับอุปกรณ์ถาดคลื่น ส่วนประกอบต่างๆ และการศึกษาส่วนประกอบต่าง ๆ ของคลื่นจากถาดคลื่น

กิจกรรมที่ 4.1 การเกิดคลื่น

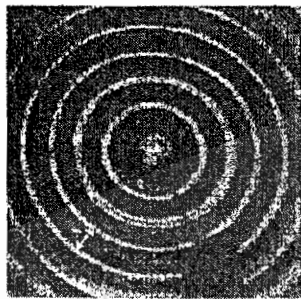
ตัวอย่างผลการทดลอง (นักเรียนอาจวาดเป็นรูป)



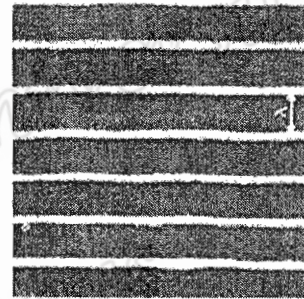
ลักษณะของคลื่นที่เกิดจากการจุ่มปลายปากกา 1 - 2



ลักษณะของคลื่นที่เกิดจากการจุ่มขอบไม้บรรทัด 1 - 2



ลักษณะของคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม



ลักษณะของคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นหน้าตรง

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อนำดินสอหรือปลายปากกาจุ่มน้ำบริเวณกลางถาดคลื่น แล้วนักเรียนสังเกตเห็นอะไรที่กระดาดได้ถาดคลื่น และสิ่งที่นักเรียนเห็นแทนส่วนใดของคลื่น

แนวคำตอบ เห็นแถบมืดแถบสว่างเกิดขึ้นประมาณ 1 - 2 แถบ ซึ่งแถบสว่างแทนสันคลื่น ส่วนแถบมืดแทนท้องคลื่น

2. การจุ่มปลายปากกากับสันไม้บรรทัดที่น้ำบริเวณกลางถาดคลื่นให้ผลการสังเกตแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยการจุ่มปลายปากกาทำให้เกิดคลื่นวงกลม ส่วนการจุ่มขอบไม้บรรทัดทำให้เกิดคลื่นหน้าตรง

3. การใช้ปั๊มวงกลมของถาดคลื่นจำนวน 1 ปั๊ม จุ่มในน้ำแล้วเปิดปั๊มความถี่ ผลที่เกิดขึ้นบนกระดาดได้ถาดคลื่นแตกต่างจากการใช้ปากกาจุ่ม 1 ครั้งหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกันตรงที่การจุ่มปากกาทำให้เกิดคลื่นเพียง 1 - 2 ลูก แต่การจุ่มปั๊มวงกลมของถาดคลื่นทำให้เกิดคลื่นวงกลมอย่างต่อเนื่อง

4. ปั๊มกลมและแถบคลื่นหน้าตรง ทำให้เกิดผลบนกระดาดได้ถาดคลื่นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกันไป มุมกลมทำให้เกิดคลื่นวงกลม แลบคลื่นหน้าตรงทำให้เกิดคลื่นหน้าตรง

5. การปรับมุมความถี่มากหรือน้อย ให้ผลแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ ความถี่มากจะเห็นแถบมืดแถบสว่างอยู่ชิดกันมากขึ้น
6. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

แนวคำตอบ การทำให้เกิดคลื่นน้ำจากการทดลองทำได้โดยการรบกวนผิวน้ำ โดยใช้ปลายปากกาหรือข้อมไม้บรรทัด หรือใช้ป้อนำเน็ดคลื่น ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของสิ่งที่ไปรบกวน

ครูผู้สอนควรนำอภิปรายถึงการเกิดขึ้นของแถบมืดแถบสว่าง จากถาดคลื่น และนำอภิปรายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของคลื่นโดยใช้การสาธิตและคำถามตามรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางในขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน

ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่นและความสัมพันธ์ระหว่างคาบ ความถี่และอัตราเร็วของคลื่น

ในการเรียนหัวข้อนี้ ครูควรนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนเกี่ยวกับการเกิดคลื่น การเคลื่อนที่แบบคลื่น จากนั้นใช้การสาธิตและแนวคำถามในแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว ชนิดของคลื่น นำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

กิจกรรมที่ 4.2 คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง

ตัวอย่างผลการทดลอง

เมื่อสลับปลายเชือกขึ้นลงเป็นจังหวะจะสังเกตเห็นเศษผ้าที่ผูกไว้เคลื่อนที่ขึ้นลงตามจังหวะของคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านโดยอยู่ที่เดิม และเมื่อออกแรงสลับสปริงในแนวขนานกับพื้นพบว่าเศษผ้าที่ผูกไว้จะเคลื่อนที่ไป-มา ในแนวขนานกับพื้นด้วยช่วงกว้างคงที่โดยไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกันคลื่น

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อนักเรียนทำการสลับปลายเชือกในลักษณะขึ้นลง ปมผ้าที่ผูกไว้มีการเคลื่อนที่อย่างไร
ปมผ้าเคลื่อนที่ไปพร้อมกันกับคลื่นที่เกิดขึ้นหรือไม่
แนวคำตอบ ปมผ้าขยับขึ้นลงและไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น
2. เมื่อนักเรียนทำการสลับปลายสปริงในลักษณะขนานกับแนวระดับ ปมผ้าที่ผูกไว้มีการเคลื่อนที่อย่างไร
ปมผ้าเคลื่อนที่ไปพร้อมกันกับคลื่นที่เกิดขึ้นหรือไม่
แนวคำตอบ ปมผ้าขยับไป-มา ด้วยช่วงกว้างค่าหนึ่งโดยไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกันคลื่น
3. ลักษณะของการเกิดคลื่นในเส้นเชือกกับที่เกิดขึ้นในสปริงแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยคลื่นที่สลับเชือกปมผ้าจะเคลื่อนที่ขึ้นลงตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น ส่วนการสลับสปริงปมผ้าจะเคลื่อนที่ขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
4. ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นในเส้นเชือก จัดเป็นคลื่นชนิดใด เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ คลื่นจากเส้นเชือกเป็นคลื่นตามขวาง เพราะปมด้ายขยับขึ้นลงขวางทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

5. ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นในสปริง จัดเป็นคลื่นชนิดใด เพราะเหตุใด

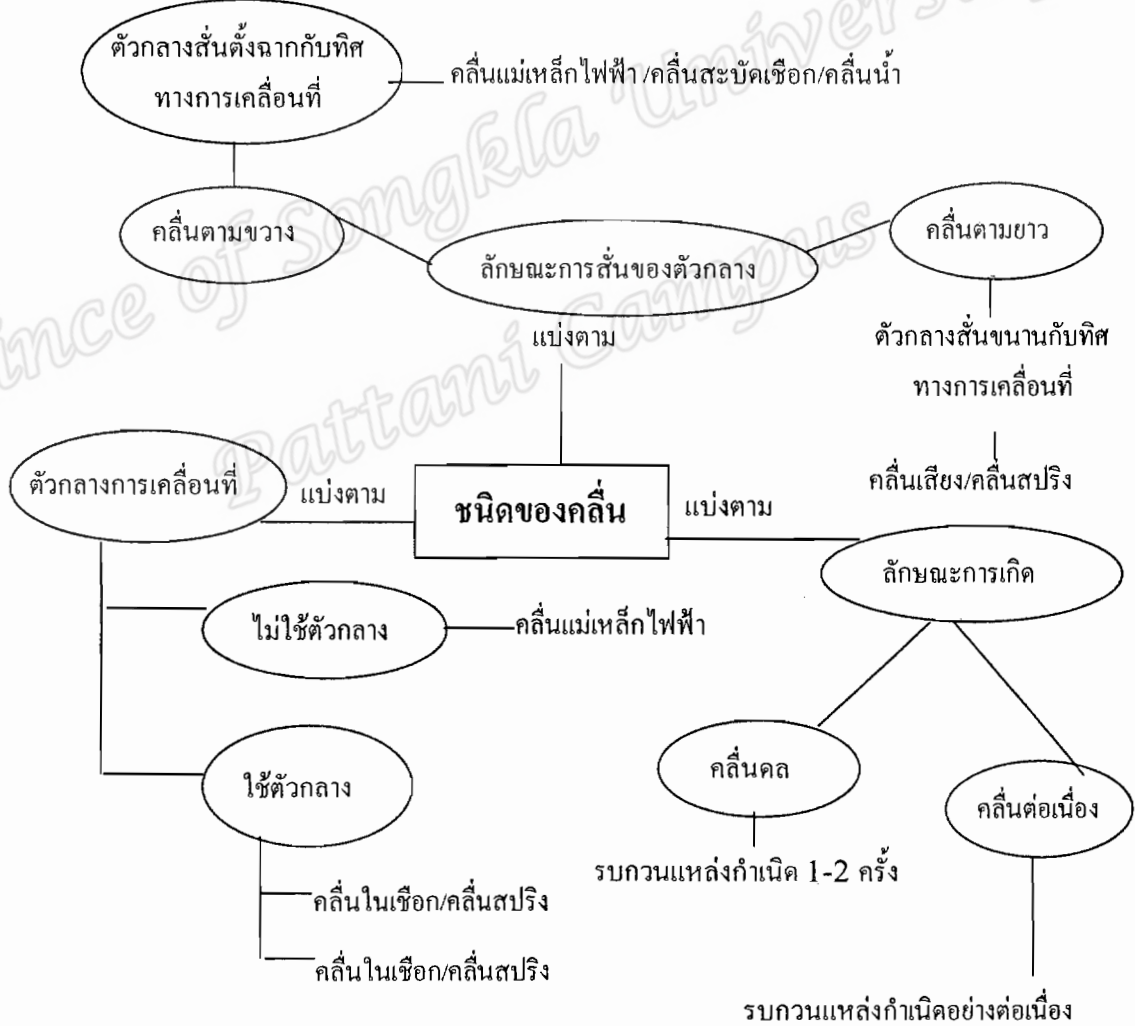
แนวคำตอบ เป็นคลื่นตามยาว เพราะปมด้ายขยับไป-มาขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

6. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

แนวคำตอบ คลื่นที่เกิดจากการสับัดเชือกเป็นคลื่นตามขวาง สังเกตจากการที่ปมด้ายขยับขึ้นลงตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น ส่วนคลื่นที่เกิดจากการสับัดสปริงเป็นคลื่นตามยาว สังเกตจากปมด้ายขยับไปมาขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

กิจกรรมที่ 4.3 ชนิดของคลื่น

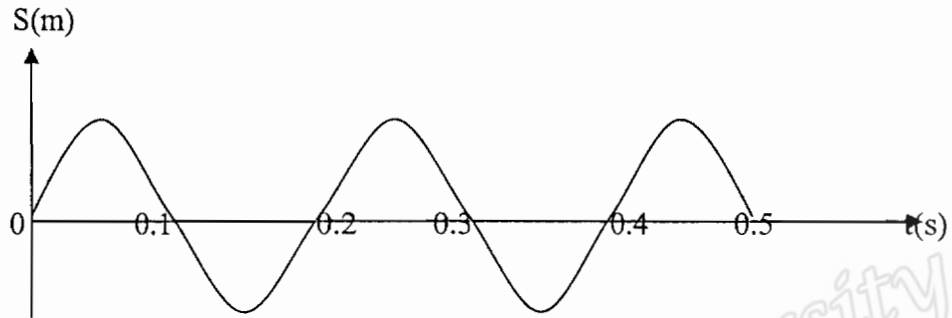
ตัวอย่างแผนผังความคิด



ครูผู้สอนควรนำอภิปรายสรุปเกี่ยวกับชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น ความสัมพันธ์ระหว่างคาบ ความถี่และอัตราเร็วของคลื่นตามรายละเอียดในหนังสือเรียน ให้นักเรียนฝึกทำกิจกรรมลองคิดดู

กิจกรรมลองคิดดู 1

ในรูปข้างล่างนี้นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าคลื่นลูกนี้ มีคาบเป็นเท่าไร และมีความถี่เท่าใด

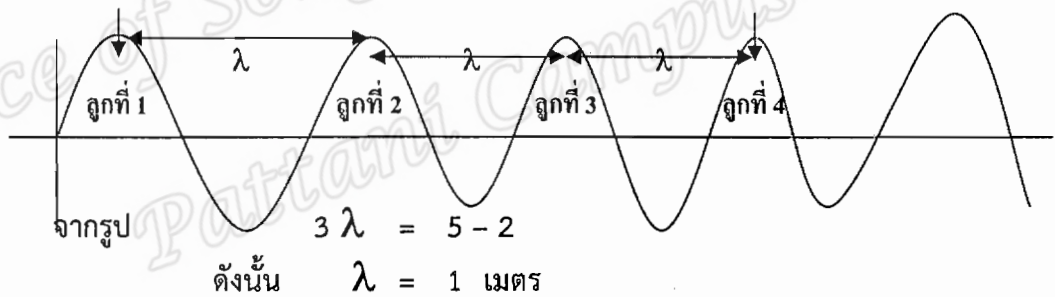


แนวคำตอบ คาบเวลาเท่ากับ 0.2 วินาที ความถี่เท่ากับ 5 ลูกคลื่นต่อวินาที

กิจกรรมลองคิดดู 2

1. ในการตักน้ำด้วยจระเข้สม้าเสมอเมื่อเวลาขณะหนึ่งสันคลื่นลูกแรกและลูกที่ 4 ห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่นเป็น 5 เมตรและ 2 เมตร ตามลำดับ ความยาวคลื่นของคลื่นน้ำขบวนนี้มีค่าเท่าไร

แนวคำตอบ



2. คลื่นขบวนหนึ่งมีความเร็ว 8 เมตรต่อวินาที ระยะห่างระหว่างยอดคลื่นที่อยู่ถัดไปมีค่าเท่ากับ 16 เมตร คลื่นนี้จะเคลื่อนที่ผ่านจุด ๆ หนึ่ง นาทีละกี่ลูกคลื่น

แนวคำตอบ จากโจทย์ ระยะห่างระหว่างยอดคลื่นที่อยู่ถัดกันคือความยาวคลื่น ดังนั้น

$$\lambda = 16 \text{ เมตร}$$

$$v = 8 \text{ เมตร/วินาที}$$

หาความถี่ จาก $v = f\lambda$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{8}{16} = 0.5 \text{ Hz}$$

แสดงว่า ในเวลา 1 วินาที มีคลื่นผ่านจำนวน 0.5 ลูก

ถ้าเวลา 60 วินาที มีคลื่นผ่านจำนวน 30 ลูก

ดังนั้น คลื่นนี้จะเคลื่อนที่ผ่านจุด ๆ หนึ่ง นาทีละ 30 ลูกคลื่น

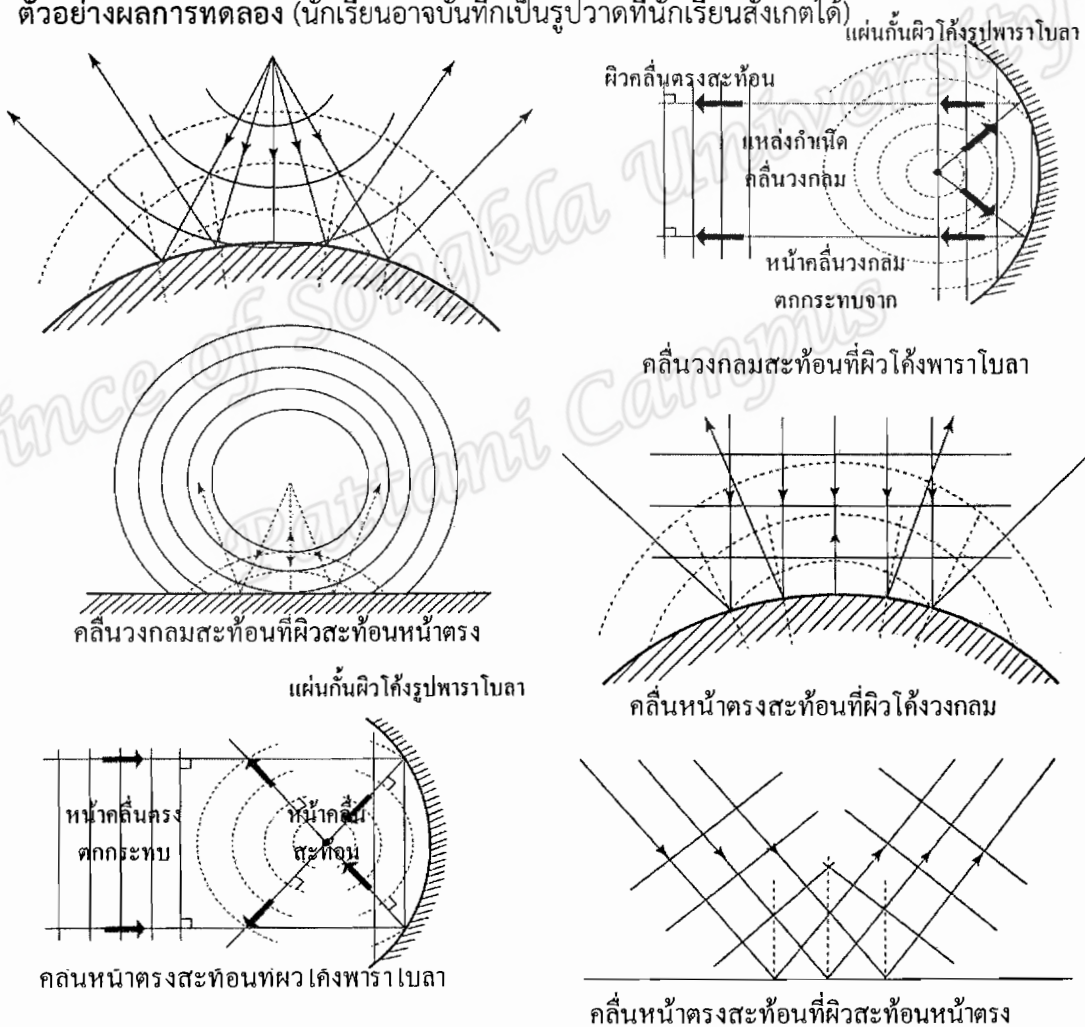
สมบัติของคลื่น

สมบัติการสะท้อนและการหักเหของคลื่น

ในการเรียนหัวข้อนี้ครูผู้สอนควรใช้คำถามและการสาธิตตามรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน จากนั้นร่วมกันศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติการสะท้อนและการหักเหของคลื่นตามรายละเอียดในหนังสือเรียน รวมทั้งการฝึกวิเคราะห์โจทย์เกี่ยวกับสมบัติการสะท้อนและการหักเหของคลื่น จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับสมบัติการสะท้อนและการหักเหของคลื่นโดยใช้อุปกรณ์ชุดภาคคลื่น

กิจกรรมที่ 4.4 การสะท้อนของคลื่นผิวน้ำ

ตัวอย่างผลการทดลอง (นักเรียนอาจบันทึกเป็นรูปวาดที่นักเรียนสังเกตได้)



คำถามหลังการทดลอง

1. ลักษณะของคลื่นสะท้อนที่นักเรียนสังเกตเห็นจากการใช้สิ่งกีดขวางแบบต่างๆ ไปกับการเคลื่อนที่ของคลื่นมีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของหน้าคลื่นและลักษณะของผิวสะท้อน

2. จากการทดลอง ถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางนักเรียนจะสังเกตเห็นคลื่นสะท้อนได้หรือไม่
 แนวคำตอบ ไม่ได้

3. ลักษณะของคลื่นสะท้อนที่เกิดขึ้นกับผิวสะท้อนแบบต่างๆ ของคลื่นหน้าตรงกับคลื่นวงกลม มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

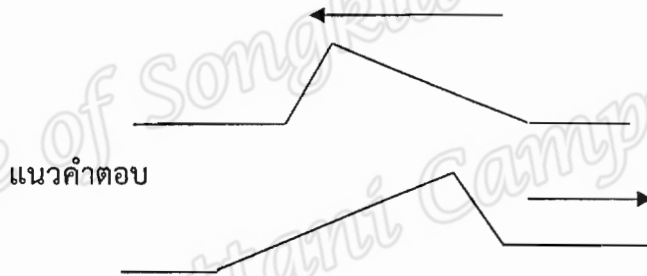
แนวคำตอบ มีความแตกต่างตรงการสะท้อนของคลื่นหน้าตรงกับผิวสะท้อนตรงนอกนั้น จะทำให้ได้คลื่นสะท้อนที่มีลักษณะเป็นคลื่นวงกลม

4. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

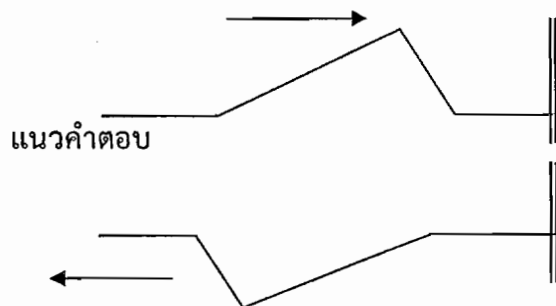
แนวคำตอบ จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อคลื่นเดินทางไปพบกับสิ่งกีดขวางที่ไม่สามารถทะลุ ผ่านไปได้ คลื่นจะเกิดการสะท้อนกลับในลักษณะที่มีความถี่ และความยาวคลื่น เท่าเดิม โดยทิศทางของคลื่นอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้ และหากคลื่น มีลักษณะแตกต่างกันเช่น คลื่นวงกลมกับคลื่นหน้าตรง ลักษณะของคลื่นสะท้อนจะแตกต่างกันได้

กิจกรรมลองคิดดู 3

1. คลื่นเคลื่อนที่รูปเคลื่อนที่ตกกระทบผิวสะท้อนอิสระ คลื่นสะท้อนจะมีรูปร่างเป็นอย่างไร

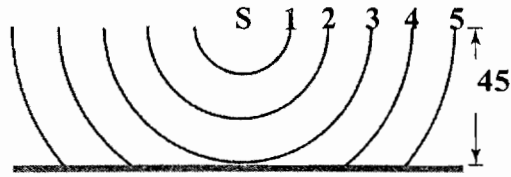


2. จากรูปแสดงถึงคลื่นตกกระทบในเส้นเชือก ซึ่งปลายข้างหนึ่งของเชือกผูกติดอยู่กับกำแพง เมื่อคลื่นตกกระทบกับกำแพง แล้วจะเกิดคลื่นสะท้อนขึ้นมีลักษณะอย่างไร



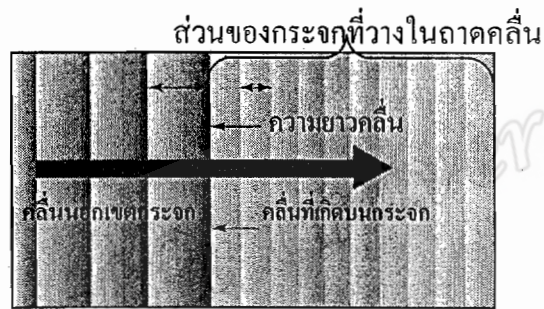
3. ดันกำแพงเคลื่อน 5 สันผลิตคลื่นน้ำวงกลมใกล้ตัวสะท้อนแนวตรง จงเติมแผนภาพให้สมบูรณ์ แสดงว่าสันคลื่นที่ 4 และ 5 สะท้อนออกมา

แนวคำตอบ

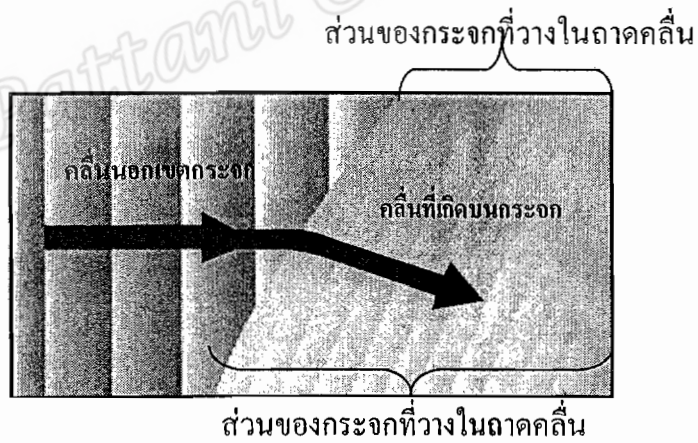


กิจกรรมที่ 4.5 การหักเหของคลื่นผิวน้ำ

ตัวอย่างผลการทดลอง



ลักษณะของแถบมืดแถบสว่างที่เกิดขึ้นได้ถาดคลื่นบริเวณที่มีกระจัดกับบริเวณที่ไม่มีกระจัดเมื่อวางกระจัดขนานกับหน้าคลื่น



ลักษณะของแถบมืดแถบสว่างที่เกิดขึ้นได้ถาดคลื่นบริเวณที่มีกระจัดกับบริเวณที่ไม่มีกระจัดเมื่อวางกระจัดทำมุมกับหน้าคลื่น

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีกระจัดอยู่กับบริเวณที่ไม่มีกระจัดอยู่ ผลการสังเกตเงาที่ปรากฏบนกระดาษขาวได้ถาดคลื่นมีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน เงาที่เกิดบนกระจกจะมีระยะห่างระหว่างแถบสว่างติดกัน
น้อยลง

2. นักเรียนคิดว่า เราวางกระจกลงไปบนถาดคลื่นเพื่ออะไร

แนวคำตอบ เพื่อให้เกิดตัวกลางใหม่ที่มีความลึกของน้ำไม่เท่ากัน

3. ลักษณะของเงาที่ปรากฏบนกระดาษขาวใต้ถาดคลื่น กรณีที่วางกระจกในลักษณะตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น แตกต่างจากกรณีที่วางกระจกในลักษณะไม่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น หรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน ถ้าวางขนานกับหน้าคลื่นหรือตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น คลื่นที่เกิดบนกระจกจะไม่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ แต่กรณีวางทำมุมคลื่นที่เกิดบนกระจกจะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่

4. ระยะห่างระหว่างแถบสว่างถึงแถบสว่างติดกันและแถบมืดกับแถบมืดที่ติดกันของคลื่นนอกกระจกกับบนกระจกแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน กล่าวคือคลื่นที่เกิดบนกระจกจะมีความห่างของแถบสว่างติดกันและแถบมืดติดกันน้อยกว่าคลื่นที่อยู่นอกเขตกระจก

5. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อคลื่นเดินทางไปพบตัวกลางใหม่ เช่น จากบริเวณน้ำลึกไปบริเวณน้ำตื้น จะทำให้ความยาวคลื่นเปลี่ยนไปจากเดิมสังเกตได้จากระยะห่างของแถบสว่างหรือระยะห่างของแถบมืดที่เกิดขึ้น ส่วนทิศทางของคลื่นในตัวกลางใหม่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงถ้าขอบของตัวกลางใหม่ทำมุมกับหน้าคลื่นเดิม

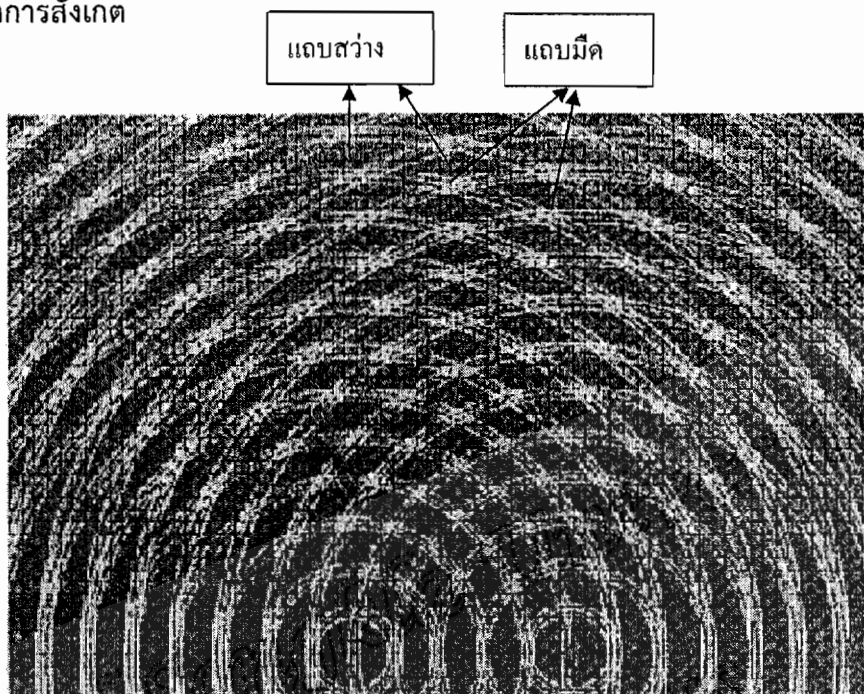
ครูผู้สอนควรร่วมกับนักเรียนอภิปรายสรุปเกี่ยวกับการเกิดการหักเหของคลื่นตามรายละเอียดในหนังสือเรียนและการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ควรเน้นย้ำว่าเมื่อเกิดการหักเหขึ้นจะทำให้ความเร็วของคลื่นเปลี่ยนไปจากเดิมเนื่องจากความยาวคลื่นเกิดการเปลี่ยนแปลงแต่ความถี่ของคลื่นจะไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นเดียวกัน ให้นักเรียนคิดตอบคำถามเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการเกิดการสะท้อนและการเกิดหักเหของคลื่นในกิจกรรมลองคิดลองอภิปราย

สมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่น

ในหัวข้อนี้ครูผู้สอนควรใช้การสาธิตและแนวคำถามที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ นำเข้าสู่บทเรียน รวมทั้งควรมีการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสมบัติการสะท้อนและการหักเหของคลื่นด้วย เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่เข้าด้วยกัน ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่นตามรายละเอียดในหนังสือเรียน และให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่นจากถาดคลื่น

กิจกรรมที่ 4.6 การแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำ

ตัวอย่างผลการสังเกต



รูปที่สังเกตเห็นได้ถาดคลื่น จะเห็นแถบมืดแถบสว่างสลับกันไป

คำถามหลังการทดลอง

1. คลื่นที่ได้จากการปิดปั๊มกำเนิดคลื่นวงกลมให้แต่ละน้ำทั้งสองปั๊มมีความแตกต่างกันหรือไม่
อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่แตกต่างเป็นคลื่นวงกลมทั้งคู่

2. จากการทดลองคลื่นที่ได้จากการปิดปั๊มกำเนิดคลื่นวงกลมให้แต่ละน้ำทั้งสองปั๊ม เดินทางมาพบ
กันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ พบกัน และสังเกตเห็นระดับน้ำเป็นร่องที่ลึกขึ้นและร่องที่สูงขึ้นกว่า
บริเวณที่คลื่นยังไม่พบกัน

3. นักเรียนสังเกตเห็นอะไรจากกระดาษขาวที่นักเรียนวางไว้ใต้ถาดคลื่น

แนวคำตอบ เห็นเป็นริ้วของแถบมืดแถบสว่างสลับกันไป

4. ลวดลายที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นจากการปิดปั๊มกำเนิดคลื่นวงกลมให้แต่ละน้ำทั้งสองปั๊ม
มีลักษณะเป็นอย่างไร จงอธิบาย

แนวคำตอบ เป็นลวดลายของแถบมืดสลับกับแถบสว่างกระจายห่างออกจากกันมากขึ้น

5. เหตุใดนักเรียนจึงเห็นเส้นที่มีความสว่างมากกับเส้นที่มีความมืดมากสลับกันไป เส้นเหล่านี้
เกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ เส้นสว่างเกิดจากการที่สันคลื่นและท้องคลื่นของแหล่งกำเนิดคลื่นอันที่ 1
รวมกับสันคลื่นและท้องคลื่นของแหล่งกำเนิดคลื่นอันที่ 2 ส่วนแถบมืดเกิด

จากสันคลื่นของแหล่งกำเนิดคลื่นอันที่ 1 รวมกันท้องคลื่นของแหล่งกำเนิดคลื่นอันที่ 2

6. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

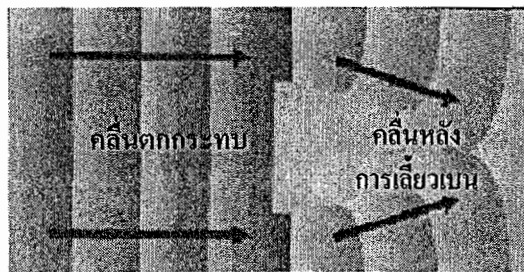
แนวคำตอบ จากการทดลองพบว่า เมื่อคลื่นจากการบิดป้อนกำเนิดคลื่นวงกลมให้แต่ละน้ำ ทั้งสองป้อนซึ่งเป็นคลื่นวงกลมที่มีความถี่เท่ากันเพราะเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดคลื่นตัวเดียวกันเดินทางมาพบกันจะเกิดการรวมกันของคลื่นทั้งสองอยู่ตลอดเวลาและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้บริเวณที่สันคลื่นและท้องคลื่นของแหล่งกำเนิดทั้งสองพบกันผิวน้ำนูนสูงสุดและเว้าต่ำสุด และอยู่บนแถบสว่าง ส่วนบริเวณที่ท้องคลื่นกับสันคลื่นของคลื่นทั้งสองเดินทางมาพบกันจะทำให้น้ำมีส่วนนูนและเว้าน้อยที่สุดและอยู่บนแถบมืด ทำให้เกิดเป็นริ้วของการแทรกสอดของคลื่น

กิจกรรมที่ 4.7 การเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ

ตัวอย่างผลการสังเกต



การเลี้ยวเบนเมื่อวางสิ่งกีดขวางที่มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่น



การเลี้ยวเบนเมื่อวางสิ่งกีดขวางที่มีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่น



การเลี้ยวเบนเมื่อวางสิ่งกีดขวางเป็นช่องเปิดที่มีความกว้างน้อยกว่าความยาวคลื่น



การเลียวเบนเมื่อวางสิ่งกีดขวางเป็นช่องเปิดที่มีความกว้างมากกว่าความยาวคลื่น

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลองเมื่อคลื่นเดินทางไปพบสิ่งกีดขวางคลื่นสามารถเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางได้หรือไม่ สังเกตจากอะไร

แนวคำตอบ ได้ สังเกตได้จากการเห็นคลื่นด้านหลังสิ่งกีดขวาง

2. เมื่อนักเรียนวางสิ่งกีดขวางลักษณะแตกต่างกัน กันคลื่นหน้าตรงที่เดินทางมา ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นด้านหลังสิ่งกีดขวางมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

แนวคำตอบ แตกต่างกัน เช่นถ้าวางสิ่งกีดขวางที่มีช่องเปิดความกว้างน้อยกว่าความยาวคลื่น คลื่นเลียวเบนที่เห็นจะเป็นคลื่นวงกลมคล้ายกับช่องเปิดนั้นเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม ถ้าช่องเปิดมีความกว้างมากกว่าความยาวคลื่น จะเห็นคลื่นอ้อมผ่านขอบของช่องเปิดไปด้านหลังแต่ไม่เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม

3. การเลียวเบนของคลื่นแตกต่างจากการหักเหของคลื่นหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ การหักเหคลื่นจะเดินทางเข้าไปสู่ตัวกลางใหม่ แต่การเลียวเบนเป็นการเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางของคลื่นไม่มีการเปลี่ยนตัวกลาง

4. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อคลื่นเดินทางไปพบกับสิ่งกีดขวาง คลื่นสามารถเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางได้

ครูผู้สอนควรให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบค้นและนำเสนอ เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นตลอดจนสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ได้

กระบวนการวัดและประเมินผล

ควรมีการวัดและประเมินผลผู้เรียนควบคู่ไปกับการจัดการเรียนรู้ ไม่ควรเน้นการทดสอบเพียงอย่างเดียว ควรมีการวัดทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการและด้านจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเราสามารถวัดได้จากการตอบคำถามของนักเรียน การให้เหตุผล การแสดงออก กระบวนการทำงานกลุ่ม การแสดงความคิดเห็น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้านต่างๆ การออกแบบการทดลอง การเขียนรายงาน การ

สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เช่น การเขียนแผนผังความคิด การนำเสนอผลงาน การสร้างสื่อการเรียนรู้ จากนั้นครูควรแนะนำให้นักเรียนประเมินตนเองจากแบบประเมินท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เกณฑ์การผ่านจุดประสงค์

1. นักเรียนประเมินตนเองแล้วมีความเข้าใจอยู่ในระดับปานกลาง - ดี
2. นักเรียนทำรายงานการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามหลังการทดลองได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80
3. นักเรียนตอบคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

10. บันทึกหลังสอน

บันทึกหลังการสอน

(บันทึกเฉพาะประเด็นที่มีข้อมูลสารสนเทศชัดเจน)

ประเด็นการบันทึก	จุดเด่น	จุดที่ควรปรับปรุง
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
2. การใช้สื่อการเรียนรู้		
3. การประเมินผลการเรียนรู้		
4. การบรรลุผลการเรียนรู้ของผู้เรียน		

บันทึกเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....ผู้สอน

บันทึกความเห็นของผู้ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

ลงชื่อ

ตำแหน่ง.....

11. ใบความรู้ ใบงาน และเครื่องมือวัดผล

1. รายงานการทำกิจกรรม
2. รายงานการทดลอง
3. สมุดบันทึกผลการเรียนรู้รายชั่วโมงของนักเรียน
4. การตอบคำถาม / ทำแบบฝึกหัด
5. แบบประเมินต่างๆ
6. แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

12. เจลยคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายว่าคลื่นเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ เกิดจากการรบกวนแหล่งกำเนิดคลื่นทำให้เกิดการถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน

2. จงอธิบายเกี่ยวกับการจัดประเภทของคลื่น

แนวคำตอบ สามารถจัดประเภทโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้ จำแนกโดยพิจารณาการใช้ตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน แบ่งเป็นคลื่นกลกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จำแนกโดยใช้ลักษณะการสั่นของแหล่งกำเนิดหรือตัวกลาง แบ่งเป็นคลื่นตามขวางกับคลื่นตามยาว และจำแนกโดยใช้ลักษณะการเกิดเป็นเกณฑ์แบ่งเป็นคลื่นตลและคลื่นต่อเนื่อง

3. เมื่อมีคลื่นผิวน้ำแผ่ไปถึงวัตถุที่ลอยอยู่ที่ผิวน้ำวัตถุจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร

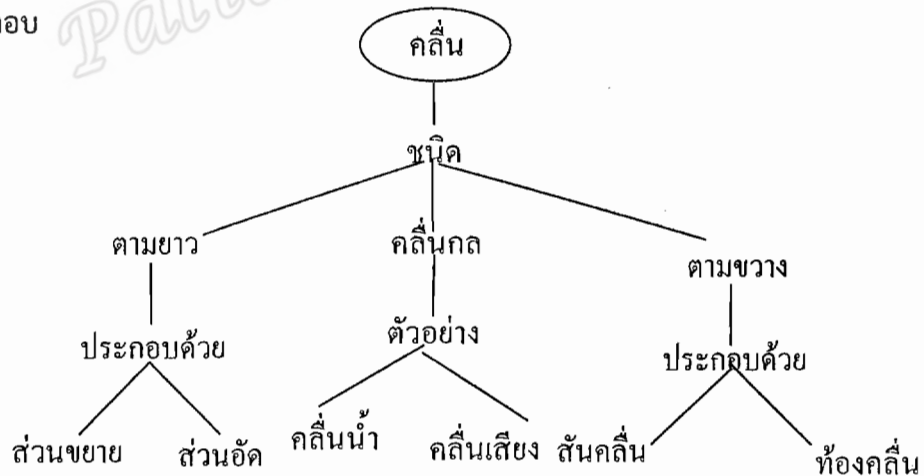
แนวคำตอบ เกิดการสั่นขึ้นลงหรือสั่นไปมาแล้วแต่ประเภทของคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านโดยที่ตัวกลางนั้น ไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น

4. คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย

แนวคำตอบ คลื่นตามยาวอนุภาคของตัวกลางจะสั่นในทิศขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น ส่วน คลื่นตามขวางอนุภาคตัวกลางจะสั่นในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

5. จงพิจารณาแผนภาพต่อไปนี้ แล้วทำให้สมบูรณ์

แนวคำตอบ



5. คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากน้ำตื้นด้วยความเร็ว 10 ซม./วินาที เข้าสู่ น้ำลึกท่ามม 30 องศา กับขอบเขตรอยต่อ ถ้าสังเกตเห็นความยาวคลื่นในน้ำตื้นเป็น 2 ซม. และความยาวคลื่นในน้ำลึก 3 ซม. จงหาอัตราเร็วคลื่นในน้ำลึกและมุมที่หักเหไป

แนวคำตอบ

จากโจทย์ทราบ ความเร็วน้ำตื้น (v_1) = 10 เมตร/วินาที

$$\sin \theta_1 = 30 \text{ องศา}$$

ความยาวคลื่นน้ำตื้น (λ_1) = 2 เมตร

ความยาวคลื่นน้ำลึก (λ_2) = 3 เมตร

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

$$\frac{\sin 30}{\sin \theta_2} = \frac{2}{3}$$

แทนค่า

$$\sin \theta_2 = 0.75$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} 0.75 \text{ หรือ}$$

$$\theta_2 = 49 \text{ องศา}$$

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

$$\frac{\sin 30}{\sin 49} = \frac{10}{v_2}$$

$$\frac{0.5}{0.75} = \frac{10}{v_2}$$

$$0.5 = 7.5 \frac{10}{v_2}$$

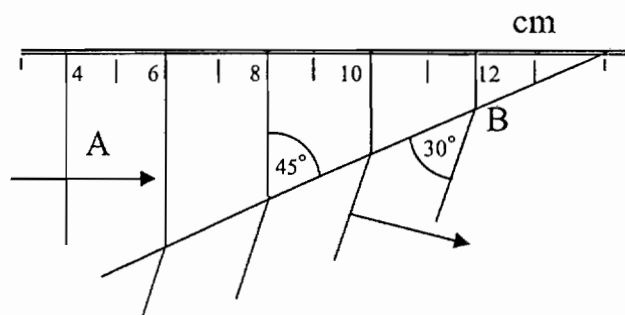
$$0.5 v_2 = 75$$

$$v_2 = 150$$

$$v_2 = 15 \text{ เมตรต่อวินาที}$$

ความเร็วคลื่นน้ำลึกมีค่าเท่ากับ 15 เมตรต่อวินาที

7. เมื่อคลื่นแนวตรงเคลื่อนที่จากบริเวณ A ไปสู่บริเวณ B ในถาดคลื่นทำให้เกิดการหักเหของคลื่นปรากฏดังรูป ซึ่งไม้สเกลเซนติเมตรวางเทียบไว้ ถัดคลื่นนี้เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นขนาด 9 Hz อัตราเร็วของคลื่นน้ำบริเวณ B มีค่าเท่าไร



แนวคำตอบ

จากโจทย์ทราบ มุมตกกระทบเท่ากับ 45 องศา มุมหักเหเท่ากับ 30

องศาความยาวคลื่นตกกระทบ (λ_1) เท่ากับ 2 ซม. ความถี่คลื่นเท่ากับ 9 Hz

จาก

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

$$\frac{\sin 45}{\sin 30} = \frac{9 \times 2}{9 \times \lambda_2}$$

$$\frac{0.707}{0.5} = \frac{18}{9\lambda_2}$$

$$\lambda_2 = 1.41 \text{ ซม.}$$

ดังนั้น อัตราเร็วของคลื่นน้ำบริเวณ B เท่ากับ $9 \times 1.41 = 12.69$ ซม./วินาที

8. ปรากฏการณ์การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่นเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ การแทรกสอดเกิดขึ้นเมื่อคลื่นตั้งแต่สองขบวนขึ้นไปเดินทางมาพบกัน ทำให้คลื่นเกิดการรวมกันหรือซ้อนทับกันได้ ส่วนการเลี้ยวเบนเกิดจากคลื่นเดินทางไปเจอสิ่งกีดขวางแล้วคลื่นสามารถเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางนั้นไปได้

9. การแทรกสอดแบบเสริมกับการแทรกสอดแบบหักล้างแตกต่างกันอย่างไร

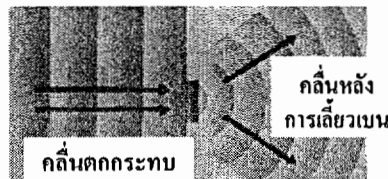
แนวคำตอบ การแทรกสอดแบบเสริมเกิดขึ้นเมื่อสันคลื่นกับสันคลื่นมารวมกันหรือท้องคลื่นกับท้องคลื่นมารวมกัน ส่วนการแทรกสอดแบบหักล้างเกิดขึ้นเมื่อสันคลื่นไปรวมกับท้องคลื่น

10. จงอธิบายถึงการรวมกันได้ของคลื่นหรือการซ้อนทับกันของคลื่น ระหว่างคลื่นที่มีแอมพลิจูดเดียวกันกับคลื่นที่มีแอมพลิจูดทิศทางตรงข้าม

แนวคำตอบ การรวมกันของคลื่นที่มีแอมพลิจูดทิศทางเดียวกันจะเป็นการรวมกันแบบเสริม ส่วนการรวมกันของคลื่นที่มีแอมพลิจูดในทิศทางตรงข้ามจะเป็นการรวมกันแบบหักล้าง

11. ถ้าคลื่นผิวน้ำมีความยาวคลื่นมากกว่าความกว้างของช่องเปิด 1 ช่อง การเลี้ยวเบนของคลื่นแตกต่างกับคลื่นน้ำที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่าความกว้างของช่องเปิด 1 ช่อง อย่างไร จงอธิบายพร้อมวาดรูปประกอบ

แนวคำตอบ



การเลี้ยวเบนกรณีความยาวคลื่นมากกว่าความกว้างของช่องเปิด



การเลี้ยวเบนกรณีความยาวคลื่นน้อยกว่าความกว้างของช่องเปิด

จากรูปถ้าช่องเปิดมีความกว้างน้อยกว่าความยาวคลื่น ช่องเปิดนั้นจะทำตัวเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม แต่ถ้าช่องเปิดมีความกว้างมากกว่าความยาวคลื่น คลื่นจะเดินทางอ้อมไปด้านหลังของช่องเปิดนั้น

12. เมื่อเกิดปรากฏการณ์การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่นแล้วปริมาณต่อไปนี้ของคลื่นเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

1. ทิศทางการเคลื่อนที่ 2. ความยาวคลื่น 3. แอมพลิจูด 4. ความถี่ของคลื่น

แนวคำตอบ การแทรกสอดจะทำให้แอมพลิจูดเปลี่ยนแปลงขณะที่คลื่นเกิดการรวมกัน แต่ปริมาณอื่นๆ ไม่เปลี่ยนแปลง ภายหลังจากที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านกันไปแล้วทุกอย่างจะเหมือนเดิม ส่วนการเลี้ยวเบนจะทำให้ทิศทางเคลื่อนที่ของคลื่นเปลี่ยนไปจากเดิมได้แต่ปริมาณอื่นๆ ไม่เปลี่ยนแปลง

การประเมินและสะท้อนตนเองหลังเสร็จสิ้นการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (Self Reflection)

1. การประเมินตนเองของผู้เรียน ห้ดำเนินการดังนี้
ครูทบทวนผลการเรียนรู้ประจำหน่วยทุกข้อ ให้นักเรียนได้ทราบ โดยอาจเขียนไว้บนกระดาน พร้อมทั้งทบทวนถึงหัวข้อกิจกรรมการเรียนรู้ว่าได้เรียนอะไรบ้าง
ให้นักเรียนเขียนบันทึกการประเมินตนเองไว้ในสมุดงานด้านหลังตามหัวข้อดังนี้

บันทึกการประเมินและสะท้อนตนเองประจำหน่วยที่.....
วัน/เดือน/ปี ที่บันทึก/...../.....

รายการบันทึก

1. จากการเรียนที่ผ่านมาได้มีความรู้อะไรบ้าง

.....
.....

2. ปัจจุบันนี้มีความสามารถปฏิบัติสิ่งใดได้แล้วบ้าง

.....
.....

3. สิ่งที่ยังไม่รู้ ไม่กระจ่าง ไม่เข้าใจ มีอะไรบ้าง

.....
.....

4. ผลงานหรือชิ้นงานที่เน้นความภาคภูมิใจจากการเรียนในหน่วยนี้คืออะไร ทำไมจึงภาคภูมิใจ

.....
.....

2. การพัฒนาการเรียนการสอน

ความเป็นมาของปัญหา

สิ่งที่คาดหวัง

.....

.....

สิ่งที่เป็นจริง

.....

.....

ปัญหาที่พบ คือ

.....

.....

สาเหตุของปัญหา คือ

.....

.....

แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

.....

.....

Prince of Songkhla University
Pattani Campus

แบบบันทึกผลการนิเทศสำหรับหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะของหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ แล้วมีความคิดเห็นดังนี้
เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ดีมาก
- ดี
- พอใช้
- ควรปรับปรุง

การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
- ที่ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- นำไปใช้ได้จริง
- ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....
.....
.....

ลงชื่อ..... ผู้นิเทศ

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หน่วยที่ 4 คลื่น

ภาคเรียนที่ 2

ประจำปีการศึกษา 2553

วิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (ฟิสิกส์) รหัสวิชา ว40204

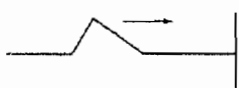
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สอบวันที่ 25 ธันวาคม 2553

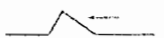
เวลา 120 นาที

คำสั่ง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (40 คะแนน)

1. คลื่นดลในเส้นเชือกเคลื่อนที่เข้าหาจุดตรง
คลื่นที่สะท้อนจะมีลักษณะอย่างไร



ก.



ข.



ค.



ง.



2. เฟส คือ อะไร

ก. เป็นค่าที่ใช้บอกตำแหน่งขณะหนึ่งของสิ่ง
ที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นรอบ

ข. เป็นค่าที่ใช้บอกการกระจัดที่เกิดขึ้น
ทั้งหมดในช่วงเวลา 1 รอบการเคลื่อนที่

ค. เป็นค่าที่ใช้บอกความเร็วขณะหนึ่งของสิ่ง
ที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นรอบ

ง. เป็นค่าที่ใช้บอกความเร่งขณะหนึ่งของสิ่ง
เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นรอบ

3. การเคลื่อนที่แบบสั่น คือข้อใด

ก. การเคลื่อนที่กลับมาซ้ำทางเดิมเมื่อ
เคลื่อนที่ครบรอบโดยเวียนตามเข็มนาฬิกา
รอบแนวสมมูล

ข. การเคลื่อนที่กลับมาซ้ำทางเดิมเมื่อ
เคลื่อนที่ครบรอบโดยเวียนทวนเข็มนาฬิกา
รอบแนวสมมูล

ค. การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมโดย
ผ่านตำแหน่งสมมูล

ง. การเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งสมมูลเพียงครั้ง
เดียว

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความหมายของคลื่นกล

ก. คลื่นที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นตั้ง
ฉากกับทิศทางการสั่นของอนุภาค

ข. คลื่นที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
ขนานกับทิศทางการสั่นของอนุภาค

ค. คลื่นที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นตรง
ข้ามกับทิศทางการสั่นของอนุภาค

ง. คลื่นที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นทิศ
เดียวกับทิศทางการสั่นของอนุภาค

5. แอมพลิจูด คืออะไร

ก. การกระจัด ณ ตำแหน่งต่างๆ จาก
ตำแหน่งสมมูลของวัตถุที่มีการสั่น

ข. การกระจัด ณ เวลาต่างๆ จากตำแหน่ง
สมมูลของวัตถุที่มีการสั่น

ค. การกระจัดที่มีค่ามากที่สุดจากตำแหน่งที่
มีการสั่น

ง. การกระจัดที่มีค่าน้อยที่สุดจากตำแหน่งที่มี
การสั่น

6. คลื่นดลคือคลื่นตามข้อใด

ก. คลื่นที่มีเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ

ข. คลื่นที่ตัวกลางถูกรบกวนเพียงครั้งเดียว

ค. คลื่นที่ตัวกลางถูกรบกวนหลายครั้งติดต่
กันอย่างต่อเนื่อง

ง. คลื่นที่ถูกทำให้มีความยาวคลื่นน้อยที่สุด
เท่าที่จะทำได้

7. การสะท้อนของคลื่น หมายความว่าอย่างไร

ก. คลื่นเคลื่อนที่ไปได้ระยะหนึ่งแล้วทิศของคลื่นเปลี่ยนไป

ข. คลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางแล้วเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่

ค. คลื่นเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางและเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่ง

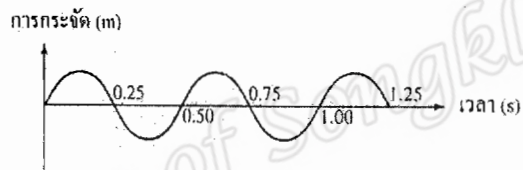
ง. คลื่นเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางเพื่ออ้อมสิ่งกีดขวางเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่ง

8. ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นในเส้นเชือกจัดเป็นคลื่นชนิดใด

ก. คลื่นตามขวาง ข. คลื่นตามยาว

ค. คลื่นแม่เหล็ก ง. เป็นทั้ง ก และ ข

9. กราฟต่อไปนี้แสดงการกระจัดซึ่งแปรผันตามเวลา ขณะเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดคงตัวจุดหนึ่ง ความถี่ของคลื่นนี้มีค่าเท่าใด



ก. 0.2 เฮิรตซ์ ข. 0.5 เฮิรตซ์

ค. 1.0 เฮิรตซ์ ง. 2.0 เฮิรตซ์

คำชี้แจง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

แล้วตอบคำถาม ข้อ 10

1. คลื่นตกกระทบ เส้นแนวฉาก คลื่นสะท้อนอยู่บนระนาบเดียวกัน

2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

3. คลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนมีความถี่เท่ากัน

10. ข้อใดครอบคลุมกฎการสะท้อนของคลื่น

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3

ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

11. คลื่นที่มีความถี่ 500 เฮิรตซ์ มีความเร็ว 300 เมตรต่อวินาที จุดที่มีเฟสต่างกันอยู่ 360 องศาอยู่ห่างกันเท่าใด

ก. 0.03 เมตร ข. 0.06 เมตร

ค. 0.30 เมตร ง. 0.60 เมตร

12. แหล่งกำเนิดคลื่นแหล่งหนึ่งผลิตคลื่นมีความถี่ 500 เฮิรตซ์ ความยาวคลื่น 0.2 เมตรนานเท่าไร คลื่นนี้จึงจะเคลื่อนที่ได้ไกล 300 เมตร

ก. 3 วินาที ข. 12 วินาที

ค. 60 วินาที ง. 75 วินาที

13. การหักเหของคลื่น หมายถึง

ก. ปรากฏการณ์ที่คลื่นเปลี่ยนความถี่เมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ต่างกัน

ข. การเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ต่างกัน

ค. การเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูดของคลื่นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ต่างกัน

ง. การเปลี่ยนแปลงของเฟสของคลื่นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่

14. เมื่อคลื่นมีการหักเห อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมสะท้อน เป็นอย่างไร

ก. มีค่าน้อยกว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห

ข. มีค่ามากกว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห

ค. มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห

ง. มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างความถี่คลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับความถี่ในตัวกลางที่คลื่นหักเห

15. ในการทดลองคลื่นผิวน้ำโดยใช้มอเตอร์หมุนด้วยความถี่ 15 เฮิรตซ์ พบว่า สันคลื่นที่ 2 และสันคลื่นที่ 5 อยู่ห่างกัน 20 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วคลื่นผิวน้ำ

ก. 12.5 เซนติเมตร/วินาที

ข. 25.0 เซนติเมตร/วินาที

ค. 50.0 เซนติเมตร/วินาที

ง. 100.0 เซนติเมตร/วินาที

16. ในภาคคลื่นโบหนึ่ง ปรากฏว่าปุ่มสร้างคลื่น
 ดลได้สร้างคลื่นดลทุกๆ 10 วินาทีระยะระหว่าง
 คลื่นดลคู่หนึ่งๆ เป็น 30 มิลลิเมตร ถ้าในน้ำลึก
 เท่ากัน คลื่นดลชุดใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมาทุกๆ ครั้ง
 วินาที ระยะห่างระหว่างคลื่นดลชุดใหม่เป็น
 เท่าใด

- ก. 0.67 มิลลิเมตร ข. 1.50 มิลลิเมตร
 ค. 6.00 มิลลิเมตร ง. 15.0 มิลลิเมตร

คำชี้แจง พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบ
 คำถามข้อที่ 17

1. ถ้าคลื่นตกกระทบตั้งฉากกับรอยต่อ
 ระหว่างตัวกลางคลื่นหักเหจะเปลี่ยนเฉพาะ
 ความยาวคลื่น แต่ไม่เปลี่ยนทิศทาง

2. ถ้าคลื่นตกกระทบไม่ตั้งฉากกับรอยต่อ
 ระหว่างตัวกลาง คลื่นหักเหจะเปลี่ยนความยาว
 คลื่นจากเดิมพร้อมเปลี่ยนทิศทางด้วย

3. การหักเหจะเกิดขึ้นได้ เมื่อคลื่นมีความถี่
 เพิ่มขึ้น

17. คำกล่าวข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 ข. ข้อ 2
 ค. ข้อ 1 และ 2 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

18. เด็กคนหนึ่งนั่งอยู่ที่ขอบสระน้ำแล้วใช้ไม้
 กระทุ้งผิวน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ 2 ครั้ง/วินาที
 จะปรากฏคลื่นแผ่กระจายออกไปโดยรอบ ถ้า
 คลื่นลูกแรกเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 10 เมตร
 ในเวลา 8 วินาที จงหาความยาวคลื่นผิวน้ำนี้

- ก. 0.625 เมตร ข. 1.250 เมตร
 ค. 4.000 เมตร ง. 5.000 เมตร

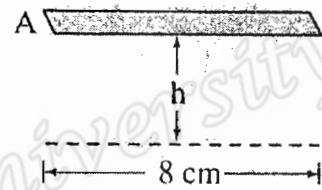
19. ข้อใดคือความหมายของการซ้อนทับคลื่น

- ก. คลื่น 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วเกิด
 การรวมกันให้คลื่นใหม่ที่มีลักษณะต่างจากเดิม
 ข. คลื่น 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันจะซ้อนกัน
 ลักษณะขมข้น
 ค. คลื่น 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วการ
 กระจัดมีค่าเป็นศูนย์เสมอ
 ง. คลื่น 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วการ
 กระจัดที่ตำแหน่งต่างๆจะเหมือนเดิม

20. ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นในสปริงจัดเป็น
 คลื่นชนิดใด

- ก. คลื่นตามยาว ข. คลื่นตามขวาง
 ค. คลื่นเส้นตรง ง. เป็นทั้ง ก และ ข

21. จากรูป S เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นต่อเนื่องใน
 ภาคคลื่น P เป็นจุดซึ่งอยู่ห่างจาก S ออกไปเป็น
 ระยะ 8 เซนติเมตร และ A เป็นตัวสะท้อน
 อยากราบว่า A จะต้องอยู่ห่างจากแนว SP
 อย่างน้อยที่สุดเท่าใด จึงจะทำให้ P เป็น
 จุดปฏิบัติ (กำหนดให้ความยาวคลื่นเท่ากับ 2
 เซนติเมตร)



- ก. 2 เซนติเมตร ข. 3 เซนติเมตร
 ค. 4 เซนติเมตร ง. 8 เซนติเมตร

22. การแทรกสอดของคลื่น คือ อะไร

- ก. การซ้อนทับของคลื่นต่อเนื่องจากสอง
 แหล่งที่เคลื่อนมาพบกัน
 ข. การกล่าวคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านกันไปแล้ว
 ค. เป็นวิธีการกำหนดขนาดของแอมพลิจูด
 ง. เป็นวิธีการคำนวณหาเฟสของคลื่น

23. คำกล่าวต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. คลื่นนิ่งเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเหมือนกัน 2
 ชุดเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางเดียวกันในทิศทางตรง
 ข้ามกัน
 ข. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดที่มีความ
 กว้างเท่ากับความยาวคลื่น แล้วคลื่นจะ
 แผ่ออกจากช่องเปิดเสมือนมาจาก
 แหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม
 ค. เมื่อคลื่นน้ำเคลื่อนที่จากเขตนน้ำลึกเข้า
 ไปยังเขตนน้ำตื้น โดยที่ทิศของการเคลื่อนที่ตั้ง
 ฉากกับรอยต่อ ความยาวคลื่นจะลดลงโดยที่
 ขนาดความเร็วคลื่นไม่เปลี่ยนแปลง
 ง. นำเชือกในลอนและเชือกที่ทำจาก

ด้วยผูกติดกันตรงตำแหน่ง ก เมื่อสะบัดปลาย
เชือกในลอนจะเกิดคลื่นสะท้อนตรงตำแหน่ง
ก โดยจะมีเฟสเดียวกันกับคลื่นตกกระทบ

24. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเมื่อเกิดคลื่นดล

- ก. พลังงานถูกส่งผ่านไปพร้อมกับคลื่น
- ข. ตำแหน่งสันคลื่นเท่านั้นที่อนุภาคมีระยะ
กระจัดมากที่สุด

ค. อนุภาคตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่เลยเมื่อ
คลื่นเคลื่อนผ่าน

ง. การสั่นของอนุภาคตัวกลางมีความเร็วคงตัว

25. เมื่อเกิดปรากฏการณ์การแทรกสอด

ปริมาณใดของคลื่นที่มีการเปลี่ยนแปลง

- ก. ทิศทางการเคลื่อนที่
- ข. ความถี่
- ค. ความยาวคลื่น
- ง. แอมพลิจูด

26. คลื่นน้ำความยาวคลื่นเท่าใดจึงจะทำให้เกิด
บัพทั้งหมด 4 บัพรอบแนวกึ่งกลางของช่องเปิด
เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดที่มีความกว้าง

2.2 เซนติเมตร

- ก. 0.5 เซนติเมตร
- ข. 1.0 เซนติเมตร
- ค. 1.5 เซนติเมตร
- ง. 2.5 เซนติเมตร

27. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4 เมตร/
วินาที โดยระยะห่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันเท่ากับ
8 เมตร จงหาว่าคลื่นผิวน้ำที่จะเคลื่อนที่ผ่าน
จุดๆหนึ่งนานี่ละกี่ลูกคลื่น

- ก. 0.5 ลูก
- ข. 2.0 ลูก
- ค. 30 ลูก
- ง. 40 ลูก

28. คลื่นเส้นเชือกเคลื่อนที่โดยมีคาบเท่ากับ
0.05 วินาที และมีระยะห่างระหว่างสันคลื่นกับ
ท้องคลื่นที่อยู่ถัดไปเท่ากับ 6 เซนติเมตร จงหา
อัตราเร็วคลื่น

- ก. 0.30 เมตร/วินาที
- ข. 0.60 เมตร/วินาที
- ค. 1.20 เมตร/วินาที
- ง. 2.40 เมตร/วินาที

29. แหล่งกำเนิดอาพันธ์ หมายถึงอะไร

ก. แหล่งกำเนิดคลื่นที่ระยะห่างระหว่าง
แหล่งกำเนิดมีค่าคงที่

ข. แหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่งที่มีความถี่
เท่ากัน ความยาวคลื่นเท่ากัน และเฟสตรงกัน

ค. แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีอัตราเร็วการ
เปลี่ยนแปลงความเร็วที่มีค่าคงที่

ง. แหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่งที่อัตราการเพิ่ม
ความถี่ เท่ากับ อัตราการลดความถี่

30. หลักการของฮอยแกนส์ ใช้อธิบายสมบัติใด
ของคลื่น

- ก. การสะท้อน
- ข. การหักเห
- ค. การแทรกสอด
- ง. การเลี้ยวเบน

31. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. เมื่อมีการแทรกสอดของคลื่น ย่อมมีการ
เลี้ยวเบนเกิดขึ้นด้วยเสมอ

ข. เมื่อมีการเลี้ยวเบนของคลื่น ย่อมมีการ
แทรกสอดเกิดขึ้นด้วยเสมอ

ค. เมื่อมีการเลี้ยวเบนของคลื่น ย่อมมีการหัก
เหแทรกสอดเกิดขึ้นด้วยเสมอ

ง. การเลี้ยวเบนของคลื่นเกิดขึ้นได้เฉพาะ
คลื่นตามขวางเท่านั้น

32. บัพ หมายถึงอะไร

ก. ตำแหน่งที่สันคลื่นรวมกับสันคลื่น

ข. ตำแหน่งที่มีเฟส 90 องศาของคลื่นแหล่ง
หนึ่งรวมกับเฟส 90 องศาของคลื่นอีกแหล่ง
หนึ่ง

ค. ตำแหน่งที่การกระจัดมากที่สุด

ง. ตำแหน่งที่การกระจัดมีค่าเป็นศูนย์

33. เส้นปฏิบัติ คืออะไร

ก. เส้นที่ลากเชื่อมต่อบัพปฏิบัติที่อยู่ถัดไป

ข. เส้นที่ลากผ่านตำแหน่งปฏิบัติที่มีเฟส 45
องศา

ค. เส้นที่ลากเชื่อมต่อบัพปฏิบัติที่มีเฟส
ต่างกัน 90 องศา

ง. เส้นที่ลากเชื่อมต่อบัพระหว่างแหล่งกำเนิด
คลื่นที่ทำให้เกิดปฏิบัติ

34. คลื่นนิ่ง หมายถึง

- ก. คลื่นที่อนุภาคของตัวกลางอยู่นิ่งกับที่
- ข. คลื่นที่หยุดการถ่ายทอดพลังงาน
- ค. คลื่นที่เกิดการแทรกสอดให้ตำแหน่งบัพและปฏิบัพคงที่
- ง. คลื่นที่ไม่ได้เกิดการแทรกสอดกัน

35. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถูกต้อง

- ก. ตำแหน่งที่สันคลื่นพบท้องคลื่น ณ ตำแหน่งนั้นจะเกิดการแทรกสอดแบบหักล้างกัน
- ข. การแทรกสอดจะเกิดขึ้นได้ต้องมีความถี่เท่ากัน
- ค. การแทรกสอดจะเกิดได้เฉพาะตำแหน่งที่เป็นสันคลื่นหรือท้องคลื่น
- ง. การแทรกสอดจะเกิดได้ คลื่นทั้งสองต้องมีความยาวคลื่นเท่ากัน

36. เมื่อเกิดปรากฏการณ์การเลี้ยวเบน ปริมาณใดของคลื่นที่มีการเปลี่ยนแปลง

- ก. ทิศทางการเคลื่อนที่
- ข. ความถี่
- ค. ความยาวคลื่น
- ง. แอมพลิจูด

37. คลื่นชนิดหนึ่งมีความถี่ 100 เฮิรตซ์ เคลื่อนที่

- ระหว่าง A และ B ซึ่งมีระยะห่าง 600 เมตรได้ใน
- เวลา 2 วินาที

อยากทราบว่าจะระหว่าง AB นี้ จะมี

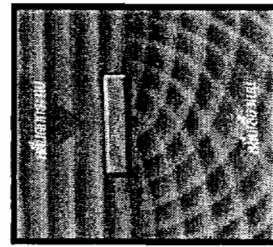
ความยาวคลื่นกี่ช่วงคลื่น

- ก. 150
- ข. 200
- ค. 300
- ง. 500

38. ข้อใดหมายถึงการเลี้ยวเบนของคลื่น

- ก. ปรากฏการณ์ที่คลื่นอ้อมไปทางด้านหลังสิ่งกีดขวาง
- ข. ปรากฏการณ์ที่คลื่นเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่
- ค. ปรากฏการณ์ที่คลื่นชนสิ่งกีดขวางแล้วย้อนกลับในแนวเดิม
- ง. ปรากฏการณ์ที่คลื่นเคลื่อนที่ในทิศทางเดิมตลอดเวลา

39. จากรูปแสดงสมบัติอะไรของคลื่น



- ก. การสะท้อน
 - ข. การหักเห
 - ค. การแทรกสอด
 - ง. การเลี้ยวเบน
40. เมื่อคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่กระทบสิ่งกีดขวาง ดังรูป คลื่นสะท้อนจะเคลื่อนที่ตามรูปใด



หน้าคลื่นและทิศทางคลื่นตกกระทบ

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.

ภาคผนวก ฉ
การวิเคราะห์ข้อมูล การหาค่าต่างๆ

Prince of Songkla University
Pattani Campus

1.การประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) เรื่อง คลื่น ค่า (IOC) ที่ได้อยู่ระหว่าง 0.33-1 แต่ค่า (IOC) ที่ควรนำมาใช้ ควรมีค่า > 0.50 ขึ้นไป แสดงผลดังตารางที่ 1 ดังนี้

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1
9	1	1	0	2	0.67
10	-1	1	1	2	0.33
11	-1	1	1	2	0.33
12	1	0	1	2	0.67
13	1	1	1	3	1
14	1	1	1	3	1
15	1	1	1	3	1
16	1	1	1	3	1
17	1	1	1	3	1
18	1	1	1	2	0.67
19	1	1	1	3	1
20	1	1	1	3	1
21	-1	1	1	2	0.33
22	1	1	1	3	1
23	1	1	1	3	1
24	1	1	1	3	1
25	1	1	1	3	1
26	1	0	1	2	0.67
27	1	1	1	3	1
28	1	1	1	3	1
29	1	1	0	2	0.67

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
30	0	1	1	2	0.67
31	1	1	1	3	1
32	1	1	1	3	1
33	1	1	1	3	1
34	1	1	1	3	1
35	1	1	1	3	1
36	1	1	1	3	1
37	1	1	1	3	1
38	1	1	1	3	1
39	1	1	1	3	1
40	1	0	1	2	0.67

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่า (IOC) ที่ได้อยู่ระหว่าง 0.33-1 แต่ค่า (IOC) ที่ควรนำมาใช้ ควรมีค่า > 0.50 ขึ้นไป

Prince of Songkla University
Pattani Campus

2.ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น จะมีค่าระหว่างอยู่ 0.200-0.778 แสดงผล ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ข้อ	จำนวนทั้งหมด N	N/2	R_u	R_i	ค่าอำนาจจำแนก P
1	45	22.5	10	0	0.330
2	45	22.5	10	2	0.667
3	45	22.5	9	1	0.556
4	45	22.5	12	0	0.578
5	45	22.5	9	2	0.667
6	45	22.5	10	5	0.778
7	45	22.5	9	6	0.778
8	45	22.5	12	6	0.889
9	45	22.5	9	0	0.200
10	45	22.5	11	0	0.400
11	45	22.5	7	0	0.280
12	45	22.5	7	1	0.400
13	45	22.5	12	8	0.890
14	45	22.5	12	7	0.890
15	45	22.5	7	0	0.200
16	45	22.5	7	2	0.400
17	45	22.5	10	1	0.510
18	45	22.5	5	0	0.110
19	45	22.5	9	1	0.510
20	45	22.5	9	0	0.467
21	45	22.5	4	0	0.110
22	45	22.5	9	1	0.556
23	45	22.5	8	1	0.600
24	45	22.5	10	2	0.600
25	45	22.5	10	1	0.600
26	45	22.5	5	0	0.110
27	45	22.5	5	0	0.110
28	45	22.5	7	0	0.200
29	45	22.5	11	2	0.533
30	45	22.5	8	0	0.280

ข้อ	จำนวนทั้งหมด N	N/2	R_u	R_i	ค่าอำนาจจำแนก P
31	45	22.5	10	5	0.467
32	45	22.5	12	3	0.778
33	45	22.5	12	4	0.778
34	45	22.5	8	2	0.510
35	45	22.5	9	4	0.667
36	45	22.5	12	5	0.840
37	45	22.5	9	0	0.400
38	45	22.5	9	0	0.330
39	45	22.5	8	0	0.422
40	45	22.5	7	0	0.156

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น จะมีค่าระหว่างอยู่ 0.20 – 0.77

Prince of Songkhla University
Pattani Campus

3.ค่าความยาก (p), ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ฟิสิกส์ แสดงผล ดังตารางที่ 3 ดังนี้

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.330	0.44
2	0.667	0.35
3	0.556	0.35
4	0.578	0.53
5	0.667	0.31
6	0.778	0.22
7	0.778	0.13
8	0.889	0.26
9	0.200	0.40
10	0.400	0.48
11	0.280	0.31
12	0.400	0.26
13	0.890	0.17
14	0.890	0.22
15	0.200	0.31
16	0.400	0.22
17	0.510	0.40
18	0.110	0.22
19	0.510	0.35
20	0.467	0.40
21	0.110	0.17
22	0.556	0.45
23	0.600	0.31
24	0.600	0.35
25	0.600	0.40
26	0.110	0.22
27	0.110	0.22
28	0.200	0.31
29	0.533	0.40
30	0.280	0.35

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
31	0.467	0.22
32	0.778	0.40
33	0.778	0.35
34	0.510	0.27
35	0.667	0.22
36	0.840	0.31
37	0.400	0.40
38	0.330	0.40
39	0.422	0.35
40	0.156	0.31

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าความยาก (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ค่าความยาก (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.200-0.778

ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.13-0.48 แต่ค่าที่เหมาะสมควรเลือกใช้ ค่าอยู่ระหว่าง 0.2-1

3.ค่าความเที่ยง (r_{xx}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ค่าความเที่ยง (r_{xx}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวิเคราะห์ได้ ค่า 0.95 ซึ่งเป็นค่าที่แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง คลื่น สามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้ผลเป็นอย่างดี

4. ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของคะแนนรวมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น ที่ออกแบบการเรียนรู้แบบ
 Backward Design กับการออกแบบการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
 5 แสดงผล ดังตารางที่ 4

เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	(BD)	(IPST)
	คะแนน 30 คะแนน	คะแนน 30 คะแนน
1	28	26
2	26	27
3	29	29
4	25	26
5	27	20
6	25	22
7	25	25
8	27	23
9	28	22
10	28	23
11	27	25
12	27	25
13	25	23
14	24	22
15	27	24
16	24	23
17	27	22
18	26	20
19	25	23
20	26	20
21	27	23
22	24	22
23	22	22
24	25	21
25	24	23
26	29	24
27	26	23

เลขที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	(BD)	(IPST)
	คะแนน 30 คะแนน	คะแนน 30 คะแนน
28	25	22
29	24	22
30	26	22
31	24	23
32	25	24
33	25	23
34	18	18
35	20	15
36	18	17
37	25	17
38	22	15
39	22	18
40	21	17
41	19	16
42	18	16
43	17	14
44	15	16
45	14	17
จำนวน 45 คน		
คะแนนเฉลี่ย	$\bar{X} = 24.022$	$\bar{X} = 21.333$
S.D.	3.6648	3.5355
t-test		3.544 **

** $P > .05$

ภาคผนวก ฉ
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองระหว่าง
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}	S.D.	S ²	ค่า t
กลุ่มทดลอง	45	24.0222	3.6648	13.4307	3.544*
กลุ่มควบคุม	45	21.3333	3.5355	12.4997	

* $P < .05$

เมื่อทดสอบสภาวะแห่งความแปรปรวนของคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น ของ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน และผลการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น ที่ออกแบบการเรียนรู้แบบ Backward Design กับการออกแบบการเรียนรู้ของสสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

Prince of Songkhla
Pattani Campus

ภาคผนวก ซ
หนังสือราชการ

Prince of Songkla University
Pattani Campus



ที่ ศธ ๐๕๒๑.๒.๐๗๐๕/๑๐๐๑

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
๑๘๑ ถนนเจริญประดิษฐ์ ตำบลรุสะมิแล
อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ๙๔๐๐๐

๓ มกราคม ๒๕๕๔

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉวีวรรณ ธัญญะศิริกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ Backward Design และแบบทดสอบ

๒. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ด้วย นางสาวนุร้อลวานี มอลอ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น ที่ออกแบบการเรียนรู้แบบ Backward Design กับการออกแบบการเรียนรู้ตามคู่มือครู ของสสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรเทพ เมืองแมน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา ได้เล็งเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางด้านแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาวิชาการ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ตลอดทั้งให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้นักศึกษาจะได้นำไปปรับปรุงเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบเครื่องมือดังกล่าว จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายวุทธิศักดิ์ โกชนกุล)

รักษาราชการแทนหัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐๗๓-๓๑๓๐๙๕



ที่ ศธ ๐๕๒๑.๒.๐๗๐๕/ว ๐๐๑

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
๑๘๑ ถนนเจริญประดิษฐ์ ตำบลรุสะมิแล
อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ๙๔๐๐๐

๓ มกราคม ๒๕๕๔

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือ

เรียน อาจารย์อัสีหะยะ สนิโซ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ Backward Design และแบบทดสอบ

๒. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ด้วย นางสาวนุรอัลวานี มอลอ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น ที่ออกแบบการเรียนรู้แบบ Backward Design กับการออกแบบการเรียนรู้ตามคู่มือครู ของสสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรเทพ เมืองแมน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา ได้เล็งเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางด้าน แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาวิชาการ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการ ตรวจสอบเครื่องมือ ตลอดจนให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อนักศึกษาจะได้นำไปปรับปรุงเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบเครื่องมือ ดังกล่าวด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายวุฒิสักดิ์ โกชนกุล)

รักษาราชการแทนหัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐๗๓-๓๑๓๐๙๕



ที่ ศธ ๐๕๒๑.๒.๐๗๐๕/๖๐๐๑

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
๑๘๑ ถนนเจริญประดิษฐ์ ตำบลรู่สมิแล
อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ๙๔๐๐๐

๓ มกราคม ๒๕๕๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือ

เรียน อาจารย์อาบิติน ตะแซสมาเมาะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ Backward Design และแบบทดสอบ

๒. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ด้วย นางสาวนุร้อลวานี มอลอ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น ที่ออกแบบการเรียนรู้แบบ Backward Design กับการออกแบบการเรียนรู้ตามคู่มือครู ของสสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรเทพ เมืองแมน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา ได้สังเกตเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางด้าน แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาวิชาการ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการ ตรวจสอบเครื่องมือ ตลอดจนให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อนักศึกษาจะได้นำไปปรับปรุงเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบเครื่องมือ
ดังกล่าว จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นายวุฒิสักดิ์ โภชนกุล)

รักษาราชการแทนหัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐๗๓-๓๑๓๐๙๕