คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ ชุด 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน จัดทำขึ้นเพื่อประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้คิด ได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง นอกจากนั้นยังเน้นการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งจะช่วยส่งเสริม สนับสนุนและพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง คลื่นกล มีทั้งหมด 6 ชุดดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล
ชุดที่ 2 เรื่อง การสะท้อนของคลื่น
ชุดที่ 3 เรื่อง การหักเหของคลื่น
ชุดที่ 4 เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น
ชุดที่ 5 เรื่อง การเลี้ยวเบนของคลื่น
ชุดที่ 6 เรื่อง คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์แต่ละชุดมีแผนการจัดการเรียนรู้เป็นคู่มือในการทำกิจกรรม ซึ่งสอดแทรกในการเรียนการสอน ผู้จัดทำหวังว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล จะเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ ให้กับผู้เรียนได้ตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร และเป็นประโยชน์ต่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

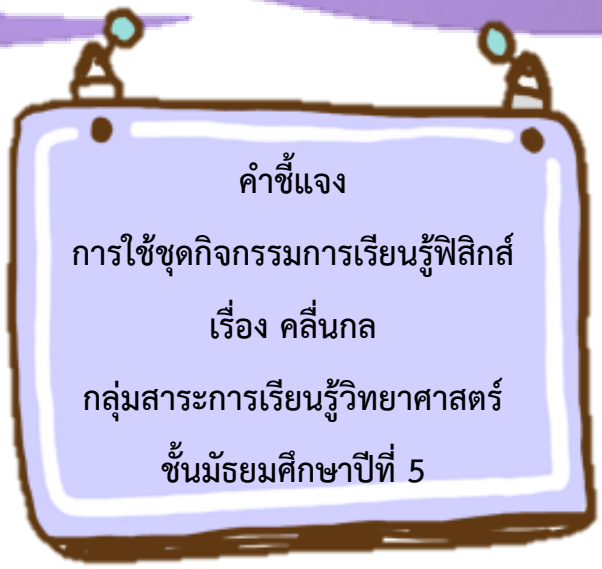
ธิตินันท์ นาจาน

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล	4
คำชี้แจงสำหรับครูผู้สอน	5
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	7
สาระการเรียนรู้	8
แนวคิดหลัก	9
มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้	10
จุดประสงค์การเรียนรู้	11
แบบทดสอบก่อนเรียน : ชุดที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล	12-14
ใบความรู้	15-23
ใบกิจกรรมที่ 1 KW อยากรู้ต้องได้รู้	24
ใบกิจกรรมที่ 2 การทดลองการเกิดคลื่น	25-27
ใบกิจกรรมที่ 3 SNOWBALL บอกต่อความรู้ เล่าสู่กันฟัง	28
ใบกิจกรรมที่ 4 EXIT TICKET ไม่รู้ไม่ให้ออก (การถ่ายโอนพลังงานของคลื่น)	29
ใบกิจกรรมที่ 5 การทดลองลักษณะของคลื่น	30-31
ใบกิจกรรมที่ 6 Mind Mapping แผนผังความคิดพิชิตความรู้	32
ใบกิจกรรมที่ 7 เกมบัตรคำ ชนิดของคลื่น	33-34
ใบกิจกรรมที่ 8 EXIT TICKET ไม่รู้ไม่ให้ออก (ชนิดและส่วนประกอบของคลื่น)	35
ใบงาน	36-39
แบบฝึกหัด	40-51

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
แบบทดสอบหลังเรียน : ชุดที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล	52-54
แบบบันทึกคะแนนการทำกิจกรรม	55-56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	
เฉลยแบบทดสอบและแนวคำตอบการทำกิจกรรม	58-80
ประวัติผู้จัดทำ	81



คำชี้แจง

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์

เรื่อง คลื่นกล

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ชุดดังนี้
   1.1 ชุดที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล
   1.2 ชุดที่ 2 การสะท้อนของคลื่น
   1.3 ชุดที่ 3 การหักเหของคลื่น
   1.4 ชุดที่ 4 การแทรกสอดของคลื่น
   1.5 ชุดที่ 5 การเลี้ยวเบนของคลื่น
   1.6 ชุดที่ 6 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง
2. ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล แต่ละชุดประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ตามลำดับดังนี้
   2.1 คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล กลุ่มสาระเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
   2.2 คำชี้แจงสำหรับครูผู้สอน
   2.3 คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
   2.4 สาระการเรียนรู้
   2.5 แนวคิดหลัก
   2.6 มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้
   2.7 จุดประสงค์การเรียนรู้
   2.8 แบบทดสอบก่อนเรียน
   2.9 ใบความรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน แบบฝึกหัด
   2.10 แบบทดสอบหลังเรียน
   2.11 บรรณานุกรม
   2.12 ภาคผนวก

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล เล่มนี้ คือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล
2. ครูควรใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดนี้ร่วมกับ คู่มือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ คลื่นกล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้กำหนดแนวทาง รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายชั่วโมงไว้อย่างมีลำดับขั้นตอน
3. ครูควรศึกษาคำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจก่อนจัดกิจกรรม
4. ครูต้องชี้แจงขั้นตอนการเรียนโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจทุกคน ก่อนดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ
5. การศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
6. ครูควรแนะนำเพิ่มเติมให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมทั้งในและนอกเวลาเรียนจะทำให้ผู้เรียนมีทักษะและความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล กับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ชุดกิจกรรมที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	เอกสารจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ชุดที่ 1
E1 (Engagement)	ทดสอบก่อนเรียน KW การสาธิต	แบบทดสอบก่อนเรียน หน้า 12-14 ใบกิจกรรมที่ 1 หน้า 24 -
E2 (Exploration)	การทดลอง	ใบกิจกรรมที่ 2 หน้า 25-27
E3 (Explanation)	การนำเสนอผลการทดลอง	ใบกิจกรรมที่ 2 หน้า 25-27
E4 (Elaboration)	SNOW BALL	ใบกิจกรรมที่ 3 หน้า 28
E5 (Evaluation)	EXIT TiCKET	ใบกิจกรรมที่ 4 หน้า 29

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล กับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ชุดกิจกรรมที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ชนิด และส่วนประกอบของคลื่นกล

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	เอกสารจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ชุดที่ 1
E1 (Engagement)	การสาธิต	-
E2 (Exploration)	การทดลอง	ใบกิจกรรมที่ 5 หน้า 30-31
E3 (Explanation)	Mind mapping	ใบกิจกรรมที่ 6 หน้า 32
E4 (Elaboration)	เรียนรู้ตัวอย่างการคำนวณ เกมบัตรคำ	แบบฝึกหัด หน้า 40-56 ใบกิจกรรมที่ 7 หน้า 33-34
E5 (Evaluation)	EXIT TiCKET ทดสอบหลังเรียน ทบทวนที่บ้านเพิ่มเติม	ใบกิจกรรมที่ 8 หน้า 35 แบบทดสอบหลังเรียน หน้า 52-54 ใบงานที่ 1-3 หน้า 36-39

คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล เล่มนี้ เป็นชุดกิจกรรม การเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล มีเนื้อหา และกิจกรรมเกี่ยวกับเรื่องของคลื่นกลอย่างง่าย
2. ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรม

   2.1 ศึกษามาตรฐาน / ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

   2.2 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ

   2.3 ศึกษาใบความรู้และปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมตามลำดับ

   2.4 ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
3. นักเรียนศึกษาโดยใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยความซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ
4. นักเรียนให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนรู้ การปฏิบัติงานกลุ่ม การแสดง ความคิดเห็นอย่างเต็มใจ
5. นักเรียนใช้และเก็บรักษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล เล่มนี้ด้วยความระมัดระวัง ไม่ทำสูญหาย เสียหายในระหว่างการเรียน

สาระการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ชุดที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีสาระการเรียนรู้ ดังนี้

ใบความรู้

ใบกิจกรรมที่ 1 KW อยากรู้ต้องได้รู้

ใบกิจกรรมที่ 2 การทดลองการเกิดคลื่น

ใบกิจกรรมที่ 3 SNOWBALL บอกต่อความรู้ เล่าสู่กันฟัง

ใบกิจกรรมที่ 4 EXIT TICKET ไม่รู้ไม่ให้ออก (การถ่ายโอนพลังงานของคลื่น)

ใบกิจกรรมที่ 5 การทดลองลักษณะของคลื่น

ใบกิจกรรมที่ 6 Mind Mapping แผนพังความคิดพิชิตความรู้

ใบกิจกรรมที่ 7 เกมบัตรคำ ชนิดของคลื่น

ใบกิจกรรมที่ 8 EXIT TICKET ไม่รู้ไม่ให้ออก (ชนิดและส่วนประกอบของคลื่น)

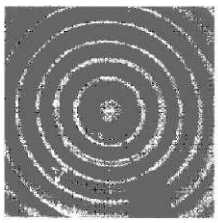
ใบงาน

แบบฝึกหัด

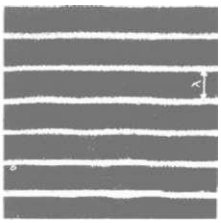
แนวคิดหลัก

คลื่น (wave) เป็นปรากฏการณ์ที่แสดงการถ่ายทอดพลังงานออกจากจุดกำเนิด ขณะที่มีการเกิดคลื่นเป็นการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเฉพาะพลังงาน ถ้าคลื่นไปรบกวนวัตถุ ซึ่งวัตถุจะถูกกระทำเพียงแค่สั่นกลับไปกลับมา ณ ตำแหน่งหนึ่งๆ โดยที่ไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วยแต่จะส่งพลังงานหรือการรบกวนนั้นต่อๆ ไปยังตำแหน่งถัดไป

คลื่นผิวน้ำเกิดจากการที่ผิวน้ำถูกรบกวน ถ้ารบกวนผิวน้ำหนึ่งครั้ง คลื่นที่ได้เรียกว่า คลื่นดล แต่ถ้ารบกวนผิวน้ำเป็นจังหวะต่อเนื่อง จะเกิดคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ออกไปตลอดเวลา เรียกว่า คลื่นต่อเนื่อง หน้าคลื่นที่ออกมาสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของวัตถุที่รบกวน คือ หน้าคลื่นเส้นตรง และหน้าคลื่นวงกลม ในการศึกษาเกี่ยวกับคลื่นผิวน้ำ เราจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ถาดคลื่น โดยจะสังเกตส่วนต่างๆ ของคลื่นได้จากเงาที่ พื้นใต้ถาด ซึ่งมีลักษณะเป็นแถบมืดและแถบสว่างสลับกัน



ภาพที่ 1 ลักษณะของคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม



ภาพที่ 2 ลักษณะของคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นหน้าตรง

ที่มา http://119.46.166.126/self_all/selfaccess11/m5/physics5_2/lesson1/content1.php

มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และน่าความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเคลื่อนที่แบบคลื่น และการเกิดคลื่นกล

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถ...

1. อธิบายความหมายของคลื่นกล และการเกิดคลื่นกลได้
2. อธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่ายได้
3. ระบุส่วนประกอบต่างๆ ของถาดคลื่นได้
4. ทำการทดลองศึกษาการเกิดคลื่นจากถาดคลื่นได้
5. แบ่งชนิดของคลื่น โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ และเปรียบเทียบความต่างของคลื่นแต่ละชนิดได้
6. ทำการทดลองแสดงการเกิดคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวได้
7. ระบุส่วนประกอบต่าง ๆ ของคลื่นได้ อาทิ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่นได้
8. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วคลื่น ความถี่ และความยาวคลื่น และนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

นักเรียนมีทักษะ...

1. การทดลอง
2. การตีความและลงข้อสรุป
3. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
4. การลงความเห็นจากข้อมูล
5. การจำแนกประเภท

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

นักเรียน...

1. เข้าเรียน ปฏิบัติกิจกรรม และส่งงานตรงเวลา
2. ร่วมมือในการเรียน แสวงหาความรู้ ตอบคำถาม ยอมรับความคิดเห็น และแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
3. มีความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูลจากการปฏิบัติกิจกรรม ทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ
4. มีวินัยในการปฏิบัติกิจกรรม รักษาความสะอาดห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
2. แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 10 นาที
3. ให้ทำเครื่องหมายกากบาทลงช่อง ก ข ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางต่างกันอย่างไร

ก. ความยาวคลื่นต่างกัน
ข. ทิศทางการสั่นของตัวกลาง
ค. ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นต่างกัน
ง. ประเภทของแหล่งกำเนิดคลื่นต่างกัน

2. ข้อใดต่อไปนี้จัดเป็นคลื่นกลทั้งหมด

ก. คลื่นน้ำ คลื่นเสียง
ข. คลื่นในเส้นเชือก คลื่นแสง
ค. คลื่นสึนามิ คลื่นแสง
ง. คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ

3. ข้อใดเป็นคลื่นตามขวาง

ก. คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน
ข. คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน
ค. คลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
ง. คลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

4. ข้อใดเป็นคลื่นตามยาว

ก. คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน
ข. คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน
ค. คลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
ง. คลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

5. ข้อใดกล่าวผิด

ก. คลื่นตามยาวทุกชนิดเป็นคลื่นกล

ข. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดเป็นคลื่นตามขวาง

ค. คลื่นกลไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

ง. คลื่นในสปริงเป็นได้ทั้งคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว ขึ้นอยู่กับลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาค

6. ลูกตุ้มนาฬิกาผูกด้วยเชือกยาว 1.6 เมตร จะสั่นด้วยคาบเท่าใด กำหนดให้ g = 10 m/s^2

ก. 1.60 s ข. 2.52 s ค. 4.25 s ง. 8.72 s

7. มวล 0.25 กิโลกรัม ติดกับปลายข้างหนึ่งของสปริง ซึ่งมีค่านิจ 100 นิวตัน/เมตร วางอยู่บนพื้นระดับลื่น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของสปริงยึด ติดกับผนัง เมื่อดึงมวลทำให้สปริงยืดออกเล็กน้อยแล้วปล่อย มวลจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยคาบเท่าใด

ก. 0.11 s ข. 0.31 s ค. 1.11 s ง. 1.31 s

8. การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล อนุภาคตัวกลางจะเคลื่อนที่แบบใด

ก. แบบเส้นตรง ข. แบบวิถีโค้ง

ค. แบบวงกลม ง. แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย

9. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ก. ทิศของความเร่งเข้าสู่จุดสมดุลตลอดเวลา ข. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แปรตามการกระจัด

ค. มีความเร็วสูงสุด ณ จุดสมดุล ง. คาบของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแอมปลิจูด

10. ถ้าคลื่นนี้เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นความถี่ 0.35 นาโนเฮิรตซ์ มีความยาวคลื่น 2 มิลลิเมตร คลื่นจะมีอัตราเร็วเท่าใด

ก. 7 m/s ข. 7 x 10^{-13} m/s ค. 14 m/s ง. 14 x 10^{-13} m/s

ชื่อ - สกุล ..... เลขที่ .....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม ..... คะแนน

คะแนนที่ได้ ..... คะแนน

สรุปหลักการ กฎเกณฑ์ เรื่องการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

การรบกวนคลื่นจะทำให้เกิดการถ่ายโอนพลังงานจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง โดยการรบกวนนี้อาจมีตัวกลางหรือไม่มีก็ได้ ในกรณีที่มีตัวกลาง เมื่อแหล่งกำเนิดเกิดการสั่นก็จะถ่ายโอนพลังงานให้กับตัวกลางที่อยู่นิ่ง โมเลกุลของตัวกลางจะมีการสั่นแล้วถ่ายโอนพลังงานให้กับโมเลกุลข้างเคียงจำนวนมากต่อเนื่องกันไป ทำให้คลื่นเคลื่อนที่ออกไป โดยโมเลกุลของตัวกลางจะสั่นกลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิม

ความหมายคลื่นกล

คลื่น (Wave) หมายถึง ลักษณะของการถูกรบกวน ที่มีการแผ่กระจาย เคลื่อนที่ออกไป ในลักษณะของการกวัดแกว่ง หรือกระเพื่อม และมักจะมีการส่งถ่ายพลังงานไปด้วย คลื่นเชิงกลซึ่งเกิดขึ้นในตัวกลาง จะเดินทางและส่งผ่านพลังงานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในตัวกลาง โดยไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนตำแหน่งอย่างถาวรของอนุภาคตัวกลาง คือไม่มีการส่งถ่ายอนุภาคนั่นเอง แต่จะมีการเคลื่อนที่แกว่งกวัด (oscillation) ไปกลับของอนุภาค อย่างไรก็ตาม สำหรับการแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการแผ่รังสีแรงดึงดูดนั้นสามารถเดินทางในสุญญากาศได้ โดยไม่ต้องมีตัวกลาง

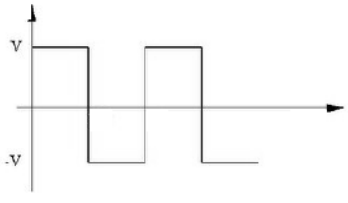
คลื่นกล (Mechanical Wave) คือ การถ่ายโอนพลังงานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยการเคลื่อนที่ไปของคลื่น ต้องมีโมเลกุลหรืออนุภาคตัวกลางเป็นตัวถ่ายโอนพลังงาน จึงจะทำให้คลื่นแผ่ออกไปได้ ดังนั้นคลื่นกลจะเดินทางและส่งผ่านพลังงาน โดยไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนตำแหน่งอย่างถาวรของอนุภาคตัวกลาง เพราะตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่แต่จะสั่นไปมารอบจุดสมดุล ต่างจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เดินทางโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

รูปร่างของคลื่น

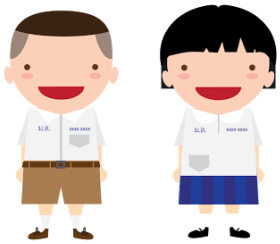
รูปร่างของคลื่นกลมีหลายแบบ ทั้งแบบคลื่นรูปไซน์ รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม ดังแสดงในรูปภาพที่ 3 สำหรับคลื่นในเส้นเชือก คลื่นน้ำ คลื่นในขดลวดสปริง จะมีลักษณะเป็นคลื่นรูปไซน์ ดังแสดงในรูปภาพที่ 4

ภาพที่ 3.1 คลื่นรูปไซน์

ภาพที่ 3.2 คลื่นรูปสามเหลี่ยม



ภาพที่ 3.3 คลื่นรูปสี่เหลี่ยม



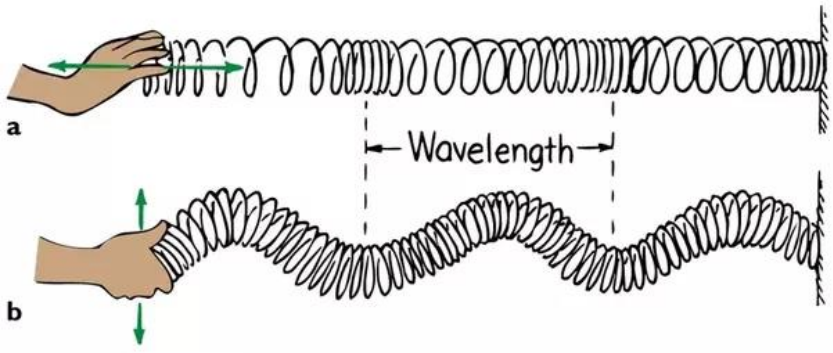
แต่ในบทนี้เราจะศึกษากันเฉพาะคลื่นรูปไซน์นะคะ

ภาพที่ 4.1 คลื่นน้ำ

ที่มา https://sites.google.com/site/khlunphysics/

ภาพที่ 4.2 คลื่นในเส้นเชือก

ที่มา http://www.workpointtv. com /news/5880



ภาพที่ 4.3 คลื่นในขดลวดสปริง

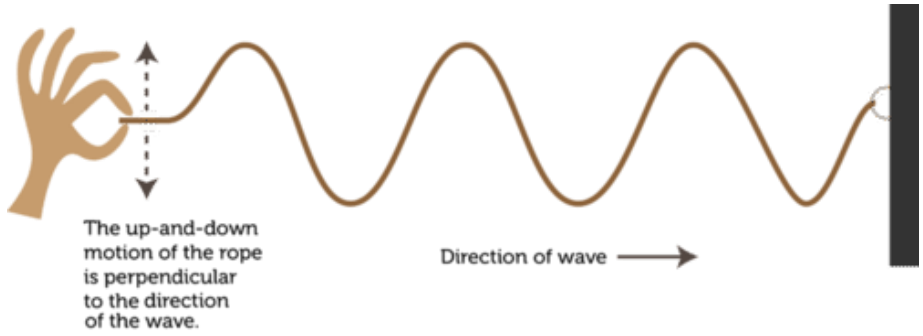
ที่มา https://socratic.org/questions/how-could-you-produce-a-transverse-wave-in-a-spring

การแบ่งชนิดของคลื่น

การจัดแบ่งประเภทของคลื่นขึ้นกับการใช้หลักเกณฑ์ที่แตกต่างกัน การจำแนกคลื่นตามลักษณะเกณฑ์ต่างๆดังนี้

แบ่งตาม ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลาง จะแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

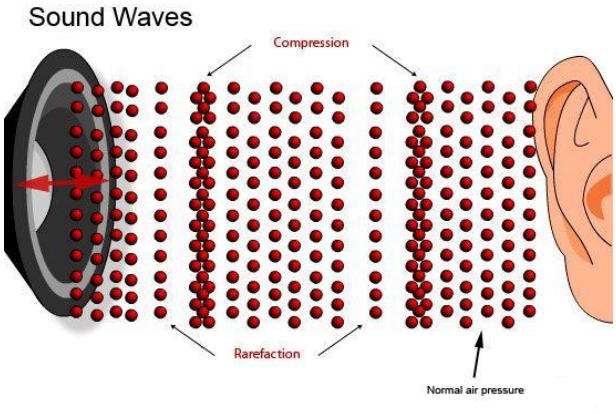
1. คลื่นตามขวาง (Transverse Wave) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นโดยอนุภาคตัวกลาง สั่นในแนวตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นในเส้นเชือก คลื่นน้ำ คลื่นที่เกิดจากการสะบัดของสปริง เป็นต้น



ภาพที่ 5 การเคลื่อนที่ของคลื่นตามขวางในเส้นเชือก

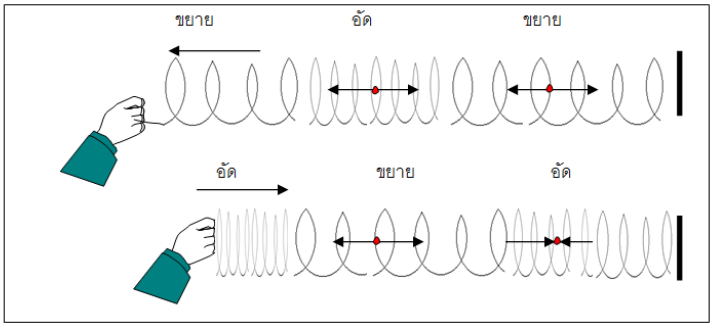
ที่มา https://www.ck12.org/physics/transverse-wave/lesson/Transverse-Wave-MS-PS/

2. คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นเมื่ออนุภาคตัวกลางสั่นในแนวเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นเสียง คลื่นที่เกิดจากการบีบอัดสปริง



ภาพที่ 6 การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของอากาศขณะที่เกิดคลื่นเสียง

ที่มา http://www.billavista.com/tech/Articles/Offroad_Race_Radios_and_Comms/index.html



ภาพที่ 7 การเคลื่อนที่ของขดลวดขณะที่เกิดคลื่นในสปริง

ที่มา http://www.neutron.rmutphysics.com/physicsboard

/forum/index.php?action=dlattach;topic=1073.0;attach=4574

....ถ้าเรียนในระดับมหาลัย จริงๆแล้วคลื่นน้ำจะไม่จัดเป็นทั้งคลื่นตามขวางและตามยาวนะคะ เพราะว่าอนุภาคของน้ำจะเคลื่อนที่เป็นวงกลม

แบ่งตามการใช้ตัวกลาง จะแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. คลื่นกล (Mechanical Wave) คือคลื่นที่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นน้ำ คลื่นในสปริง คลื่นในเส้นเชือก คลื่นเสียง เป็นต้น

2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) เป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นแสง คลื่นไมโครเวฟ คลื่นรังสีเอกซ์ เป็นต้น

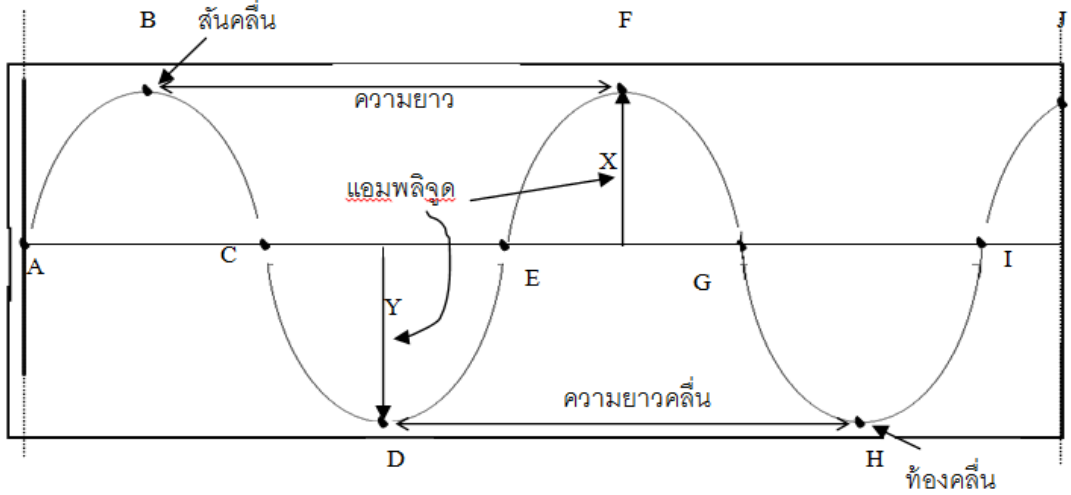
แบ่งตามความต่อเนื่องของแหล่งกำเนิดแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1 คลื่นดล (Pulse Wave) เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่น หรือการรบกวนตัวกลางเป็นช่วงเวลาสั่น ๆ ทำให้เกิดคลื่นเพียง 1 หรือ 2 คลื่น แผ่ออกไป เช่น การใช้นิ้วจุ่มที่ผิวน้ำเพียงครั้งหรือ 2 ครั้ง

2 คลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave) เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่น หรือการรบกวนตัวกลางอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดคลื่นแผ่ออกไปเป็นขบวนอย่างต่อเนื่อง เช่น การเกิดคลื่นผิวน้ำเนื่องจากแหล่งกำเนิดติดกับมอเตอร์ หรือการสะบัดเชือกอย่างต่อเนื่อง

ส่วนประกอบสำคัญของคลื่น

คลื่นเกิดจากการถ่ายทอดพลังงาน ซึ่งถ้าพิจารณาองค์ประกอบของคลื่นจะประกอบด้วย สันคลื่น ท้องคลื่น การกระจัด แอมพลิจูด ความยาวคลื่น คาบเวลา ความถี่คลื่น ดังรูป



ภาพที่ 8 ส่วนประกอบของคลื่น

ที่มา http://www.neutron.rmutphysics.com/physicsboard

/forum/index.php?action=dlattach;topic=1073.0;attach=4574

1. สันคลื่น (Crest) คือตำแหน่งสูงสุดของคลื่น จากรูป ตำแหน่งที่เป็นสันคลื่นคือจุด B และจุด F
2. ท้องคลื่น (Trough) คือตำแหน่งต่ำสุดของคลื่น จากรูป ตำแหน่งที่เป็นท้องคลื่น คือจุด D และจุด H
3. การกระจัด (Displacement : $\vec{d}$) คือระยะทางตั้งฉากที่วัดจากตำแหน่งสมดุล ถึงตำแหน่งบนคลื่น โดยใช้เครื่องหมาย + และ - แสดงทิศทางการกระจัด
4. แอมพลิจูด (Amplitude: A) คือระยะการกระจัดที่วัดจากแนวสมดุลไปยังตำแหน่งสูงสุด หรือระยะการกระจัดจากแนวสมดุลไปยังตำแหน่งต่ำสุด จากรูป แอมพลิจูดคือระยะ X , Y
5. ความยาวคลื่น (Wave Length : λ) คือระยะทางจากเฟสหนึ่งถึงอีกเฟสหนึ่งที่อยู่ตรงกันของลูกคลื่นถัดไป ซึ่งวัดได้จากจุดเริ่มต้นของคลื่นถึงจุดสุดท้ายของคลื่น 1 ลูก จากรูป คือระยะ AE , EI หรือสันคลื่นลูกหนึ่งไปยังสันคลื่นอีกลูกหนึ่งที่อยู่ถัดไป จากรูปคือระยะ BF , FJ หรือท้องคลื่นลูกหนึ่งถึงท้องคลื่นอีกลูกหนึ่งที่อยู่ถัดไป จากรูปคือระยะ DH

6. คาบ (Period : T) คือเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ไป 1 ลูก หรือเวลาที่อนุภาคตัวกลางสั่นขึ้นลงได้ 1 รอบ คาบเวลามีหน่วยเป็นวินาที

7. ความถี่ (Frequency : f) คือจำนวนลูกคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดๆหนึ่งในเวลา 1 วินาที ความถี่มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที

ความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลา (T) และความถี่ (f) เป็นไปตามสมการ

$$T = \frac{1}{f} = \frac{t}{n}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{n}{t}$$

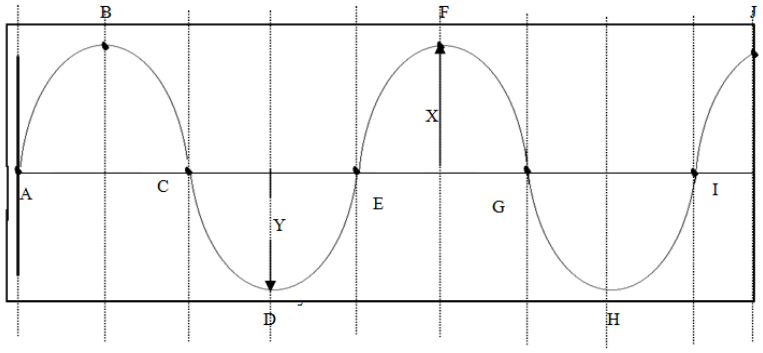
เมื่อ n คือ จำนวนลูกคลื่น (ลูก)

t คือ ช่วงเวลาที่สังเกต (วินาที)

แอมพลิจูด (Amplitude: A) เป็นตัวบ่งบอกพลังงานคลื่น โดย $E \propto A^2$

(คลื่นที่มีความสูงมากก็จะมีพลังงานมากด้วย)

8. เฟสของคลื่น (Phase) คือการบอกตำแหน่งของคลื่นว่ามีการกระจัดเป็นเท่าใด และมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร นิยมบอกในรูปของมุมในหน่วยของเรเดียน ดังรูปที่ 5



ภาพที่ 9 เฟสของคลื่น

ที่มา http://www.neutron.rmutphysics.com/physicsboard

/forum/index.php?action=dlattach;topic=1073.0;attach=4574

ที่จุด A มีเฟส 0 องศา หรือ 0 เรเดียน

จุด B มีเฟส 90 องศา หรือ $\frac{\pi}{4}$ เรเดียน

จุด C มีเฟส 180 องศา หรือ $\frac{\pi}{2}$ เรเดียน

จุด D มีเฟส 270 องศา หรือ $\frac{3\pi}{2}$ เรเดียน

จุด E มีเฟส 360 องศา หรือ 2π เรเดียน

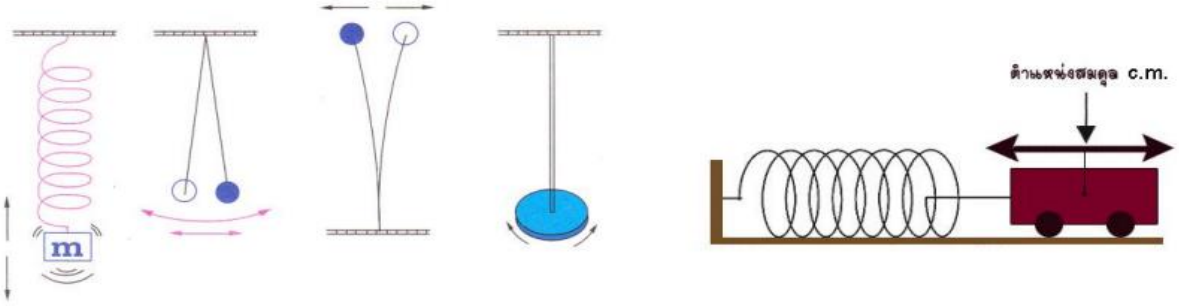
9. อัตราเร็วคลื่น (Wave Velocity : v) หมายถึง ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ 1 ลูก (λ) ใน เวลา 1 วินาที ใช้บอกการเคลื่อนที่ของคลื่นกลหรือคลื่นต่อเนื่องก็ได้ มีหน่วย เมตรต่อวินาที

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (λ) และอัตราเร็วคลื่น (v) และความถี่คลื่น (f) จะเป็นไปตามสมการ

$$V = f \lambda$$

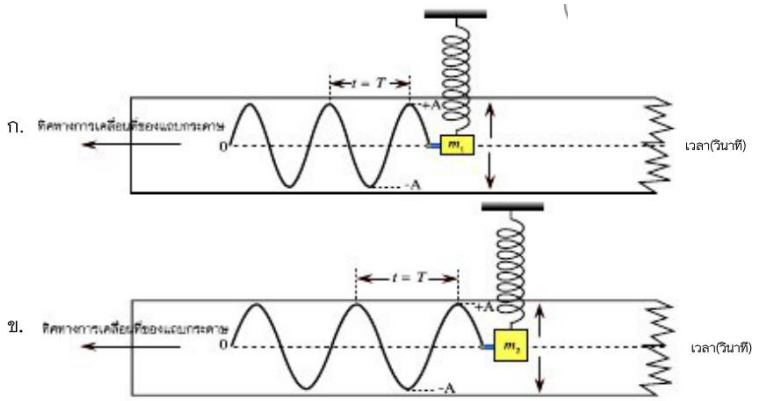
การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion : SHM)

เป็นการเคลื่อนที่แบบเป็นคาบอย่างหนึ่ง คือ เคลื่อนที่กลับไปมาซ้ำทางเดิมโดยผ่านตำแหน่งสมดุล และมีคาบของการเคลื่อนที่คงตัว เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุติดปลายสปริง เป็นต้น



ภาพที่ 10 ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย

ที่มา http://nuclear.rmutphysics.com/blog-sci5/?p=7114



ภาพที่ 11 การเคลื่อนที่ของคลื่นแบบรูปไซน์

ที่มา http://scimath.org/ebook/sci/sci-sec4/18/eBook/

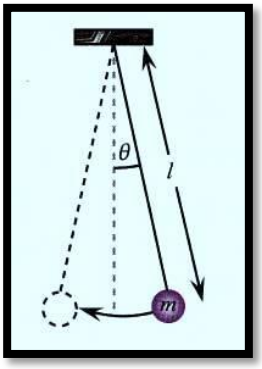
การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

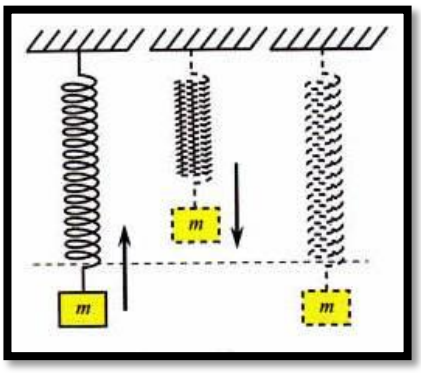
ลูกตุ้มอย่างง่าย คือ ลูกตุ้มที่ประกอบด้วยมวลขนาดเล็กตามอุดมคติเป็นจุด แขวนที่ปลายด้ายหรือเชือกอ่อน โดยธรรมชาติวัตถุแขวนห้อยในแนวดิ่งเป็นตำแหน่งสมดุล เมื่อดึงวัตถุให้เอียงทำมุมเล็กๆกับแนวดิ่ง แล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แกว่งกลับไปมา ซึ่งจะพิสูจน์ได้ว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

จะได้สมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ หรือ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

ในกรณีมวลผูกปลายสปริงแขวนในแนวดิ่ง

จะได้สมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ หรือ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

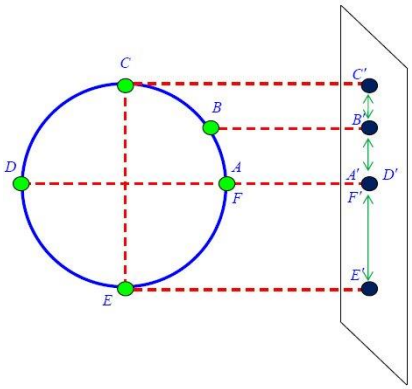




ภาพที่ 12 การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา ภาพที่ 13 การสั่นของสปริง

ที่มา http://www.preephysics.info/page12.html ที่มา http://www.preephysics.info/page12.html

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเทียบกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม



ภาพที่ 14 เฟสของการเคลื่อนที่แบบวงกลมและแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ที่มา http://1.179.134.197/digitalschool/physics2_2_2/physics4/lesson1/05.php

จากรูปเมื่ออนุภาคเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่งครบรอบพอดี เงาของอนุภาคนี้ในแนวดิ่งก็จะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในแนวดิ่ง $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$ ครบรอบพอดีเหมือนกัน การบอกตำแหน่งของอนุภาคที่มีการเคลื่อนที่แบบนี้ สามารถบอกตำแหน่งโดยใช้มุมในหน่วย องศา หรือ เรเดียน

ใบกิจกรรมที่ 1 **KW อยากรู้ต้องได้รู้**

<u>จุดประสงค์</u>

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิด สามารถตรวจสอบความคิดของตนเอง
2. ให้ผู้เรียนฝึกจัดระบบข้อมูลเพื่อการดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

<u>คำชี้แจง</u>

1. นักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่มเขียนข้อมูลในสิ่งที่ตนเองรู้แล้ว และสิ่งที่ตนเองอยากรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นลงบนกระดาษสีคนละสี
2. เขียนสิ่งที่รู้แล้วกำหนดเป็นกระดาษสีฟ้า และสิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติมเป็นกระดาษสีส้ม
3. จากนั้นนำมาติดยังบริเวณที่กำหนดด้านหน้า

K (ผู้เรียนเรียนรู้อะไรบ้าง)	W (ผู้เรียนต้องการรู้อะไรบ้าง)

ใบกิจกรรมที่ 2 การทดลองการเกิดคลื่น

จุดประสงค์การทดลอง

ศึกษาการเกิดคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม และแหล่งกำเนิดคลื่นหน้าตรงทั้งคลื่นดลและคลื่นต่อเนื่อง

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดถาดคลื่นคลื่นพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด
2. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ 1 ชุด
3. น้ำ
4. กระดาษขาว 1 แผ่น
5. สายไฟฟ้า 1 ชุด

วิธีการทดลอง

1. ต่อหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำเข้ากับชุดถาดคลื่น ใส่น้ำลงไปในถาดคลื่น ถึงระดับขอบถาดที่เป็นกระจก
2. เปิดไฟที่โคมไฟของถาดคลื่นแล้วนำกระดาษไปวางไว้ใต้ถาดคลื่น เนื่องจากการศึกษาคลื่นน้ำโดยใช้ถาดคลื่นจะไม่สามารถดูดน้ำจากถาดคลื่นได้โดยตรง แต่จะดูได้จากความเข้มแสงที่ผ่านคลื่นในถาดคลื่นซึ่งจะทำให้เกิดเงาใต้ถาดคลื่นในบริเวณที่น้ำโค้งขึ้นจะทำให้มองเห็นเป็นแถบสว่างและบริเวณที่น้ำโค้งลงจะทำให้มองเห็นเงาเป็นแถบมืด จากนั้นให้นักเรียนใช้จำนวน 1 ครั้งบันทึกผลการสังเกต
3. ปฏิบัติเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนจากปลายดินสอเป็นบันทึกผลการสังเกต
4. นำแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลมของถาดคลื่นลงแตะน้ำ 1 อัน แล้วเปิดปุ่มความถี่โดยใช้ความถี่ต่ำสังเกตผลที่เกิดขึ้น บันทึกผลการสังเกตจากนั้นให้ปรับปรุงความถี่ให้มากขึ้นบันทึกผลการสังเกต
5. เปลี่ยนแหล่งกำเนิดคลื่น เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นหน้าตรง แตะน้ำ และเปิดปุ่มความถี่ต่ำและส่งขึ้นสังเกตผลที่เกิดขึ้น บันทึกผลการสังเกต
6. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ภาพแสดงการทดลอง

ลักษณะแหล่งกำเนิดที่รบกวน	ภาพที่ได้จากการทดลอง
ปลายปากกาหรือปลายดินสอ	
ขอบไม้บรรทัด	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อนำดินสอหรือปลายปากกาจุ่มบริเวณกลางถาดคลื่น แล้วนักเรียนสังเกตเห็นอะไรที่กระดาษใต้ถาดคลื่นและสิ่งที่นักเรียนเห็นแทนส่วนใดของคลื่น

ตอบ .....

2. การจุ่มปลายปากกา กับสันไม้บรรทัดที่น้ำบริเวณกลางถาดคลื่นให้ผลสังเกตแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ .....

3. การใช้ปุ่มวงกลมของถาดคลื่นจำนวนหนึ่งปุ่มจุ่มในน้ำแล้วเปิดปุ่มความถี่ ผลที่เกิดขึ้นบนกระดาษใต้ถาดคลื่นแตกต่างจากการใช้ปากกาจุ่มหนึ่งครั้งหรือไม่อย่างไร

ตอบ .....

4. ปุ่มกลมและแถบคลื่นหน้าตรง ให้เกิดผลบนกระดาษใต้ถาดคลื่นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร.

ตอบ .....

5. การปรับปุ่ม ความถี่มากหรือน้อยให้ผลแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ .....

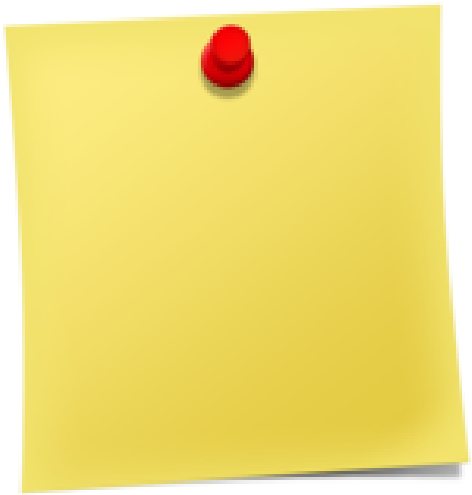
ใบกิจกรรมที่ 3 snowball บอกต่อความรู้ เล่าสู่กันฟัง

จุดประสงค์

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ และตรวจสอบแนวคิดหลักของเพื่อน
2. ให้ผู้เรียนฝึกนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความรู้ซึ่งกันและกัน

คำชี้แจง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับการเกิดคลื่นลงในกระดาษขนาด A4 คนละ 1 แนวคิดหลัก จากนั้นขยำกระดาษให้เป็นก้อน แล้วโยนให้เพื่อนต่างกลุ่ม
2. กลุ่มที่ได้รับลูกบอลกระดาษให้คลี่ออกแล้วอ่านสิ่งที่เพื่อนเขียนเกี่ยวกับการเกิดคลื่น ถ้าเห็นด้วยให้เขียน เครื่องหมาย ✓หากพบว่า แนวคิดดังกล่าวยังไม่ถูกต้อง หรือไม่สมบูรณ์ให้นักเรียนแก้ไข เพิ่มเติมให้สมบูรณ์โดยใช้ปากกาสีที่แตกต่าง จากนั้นเขียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งนักเรียนรู้แล้ว เกี่ยวกับการกำเนิดคลื่นลงไป 1 แนวคิด
3. นักเรียนส่งกระดาษลูกบอลต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าครูจะบอกให้หยุด เมื่อหยุดแล้วทุกคนต้องมีลูกบอลกระดาษอยู่ในมือคนละ 1 ลูก
4. ตัวแทนนักเรียนอ่านแนวคิดหลักจากลูกบอลกระดาษที่ตนเองได้รับ นำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันในชั้นเรียน



ใบกิจกรรมที่ 4 Exit Ticket ไม่รู้ ไม่ให้ออก (การถ่ายโอนพลังงานของคลื่น)

<u>จุดประสงค์</u>

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะการสรุปความรู้เพื่อบอกถึงสิ่งที่เข้าใจ และสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้
2. ให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ตนเองอยากรู้ และสิ่งที่ตัวเองได้รู้

<u>คำชี้แจง</u>

1. ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และเข้าใจในบทเรียน ซึ่งอาจเขียนได้ในหลายรูปแบบ เช่น อนุทิน แผนผังความคิด แผนภาพ ความเรียงลงในบัตร หรือ กระดาษสี
2. เขียนสิ่งที่อยากรู้ลงในกระดาษ มีอะไรบ้างที่อยากเรียนลงในบัตร หรือกระดาษสี

321 Exit Ticket Template	
3	Things I Learned Today ...
2	Things I Found Interesting ...
1	Question I Still Have ...

ใบกิจกรรมที่ 5 การทดลองลักษณะของคลื่น

จุดประสงค์การทดลอง

1. อธิบายการการเกิดคลื่นของการเกิดคลื่นกลในเส้นเชือก และคลื่นกลจากการอัดสปริง
2. อธิบายความแตกต่างของคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง พร้อมระบุองค์ประกอบของคลื่นทั้งสอง

อุปกรณ์การทดลอง

1. ขดลวดสปริงขนาดใหญ่
2. เส้นเชือก
3. ปมผ้า

วิธีทำการทดลอง

1. ผูกปมผ้าสีตรงกลางของขดลวดสปริงและเส้นเชือก
2. ยึดปลายข้างหนึ่งของสปริงไว้ให้แน่น แล้วดึงปลายข้างหนึ่งของสปริงยืดออกไปประมาณ 3 เมตร
3. อัดสปริงเข้าออก เป็นจังหวะสม่ำเสมอ
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของขดลวดสปริงและตำแหน่งของปมผ้าที่ผูกไว้ พร้อมบันทึกผลการทดลอง
5. ยึดปลายข้างหนึ่งของเส้นเชือกไว้ให้แน่น แล้วสะบัดปลายข้างหนึ่งของเส้นเชือกเป็นจังหวะสม่ำเสมอ
6. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเส้นเชือกและตำแหน่งของปมผ้าที่ผูกไว้ พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

การทดลอง	ลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น
การอัดของขดลวดสปริง	
การสะบัดของเส้นเชือก	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อนักเรียนทำการสะบัดเชือกในลักษณะขึ้นลง ปมผ้าที่ผูกไว้มีการเคลื่อนที่อย่างไร ปมผ้าเคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นที่เกิดขึ้นหรือไม่

ตอบ .....

2. เมื่อนักเรียนทำการอัดปลายสปริงในลักษณะขนานกับแนวระดับ ปมผ้าที่ผู้ไว้มีการเคลื่อนที่อย่างไร ปมผ้าเคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นที่เกิดขึ้นหรือไม่

ตอบ .....

3. ลักษณะของการเกิดคลื่นในเส้นเชือกกับที่เกิดขึ้นในสปริงแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ .....

4. ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นในเส้นเชือกจัดเป็นคลื่นชนิดใด เพราะเหตุใด

ตอบ .....

5. ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นในสปริงจัดเป็นคลื่นชนิดใด เพราะเหตุใด

ตอบ .....

ใบกิจกรรมที่ 6 Mind mapping แผนผังความคิด พิชิตความรู้

จุดประสงค์

1. ให้ผู้เรียนฝึกเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของคลื่น ระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรู้จักกระดมสมองและการนำเสนอข้อมูล

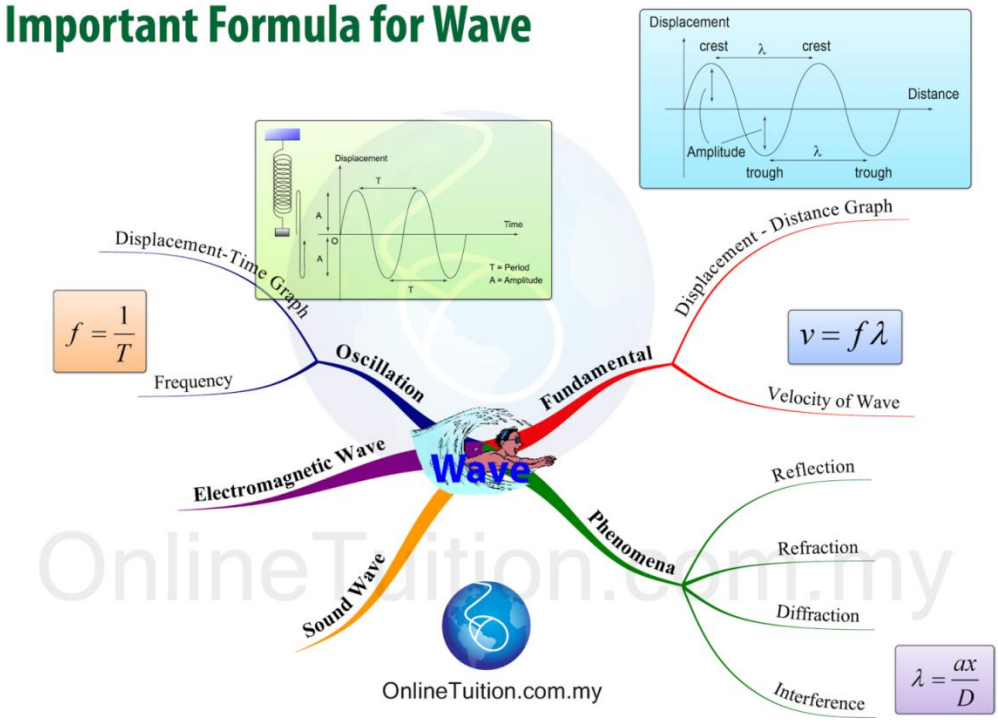
คำชี้แจง

1. นักเรียนน่าข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทดลองและสืบค้นเกี่ยวกับชนิดของคลื่น มาร่วมกัน วิเคราะห์และจัดระบบข้อมูล แล้วจัดทำในรูปของแผนผังความคิด (โดยครูมีกระดาษปรู๊ฟให้กลุ่มละ 1 แผ่น) ครูชี้แจงว่านักเรียนควรออกแบบการน่าเสนอข้อมูลให้มีความน่าสนใจ เช่น วาดรูป ใช้สัญลักษณ์ และตกแต่ง ให้สวยงาม จากนั้นนักเรียนทุกคนในกลุ่มทำความเข้าใจกับผลงานของกลุ่มตัวเองโดยการอภิปรายซักถามกัน ภายในกลุ่ม

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานแผนผังความคิดเกี่ยวกับชนิดของคลื่นไปติดที่ผนังห้อง

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มผลัดเปลี่ยนกันตรวจผลงานของกลุ่มเพื่อน พร้อมทั้งระบุเหตุผลในการให้ คะแนน จุดเด่น/จุดด้อยของผลงานให้เจ้าของผลงานรับทราบ

4. สุ่มตัวแทนนักเรียนจากกลุ่มต่างๆ ประมาณ 1-2 กลุ่ม น่าเสนอผลงาน จากนั้นครูและ นักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปที่เข้าใจตรงกัน



ใบกิจกรรมที่ 7 เกมบัตรคำ ชนิดของคลื่น

จุดประสงค์

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะการจำแนกชนิดของคลื่นต่างๆในชีวิตประจำวัน
2. ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ และระบุส่วนประกอบต่างๆของคลื่น

คำชี้แจง

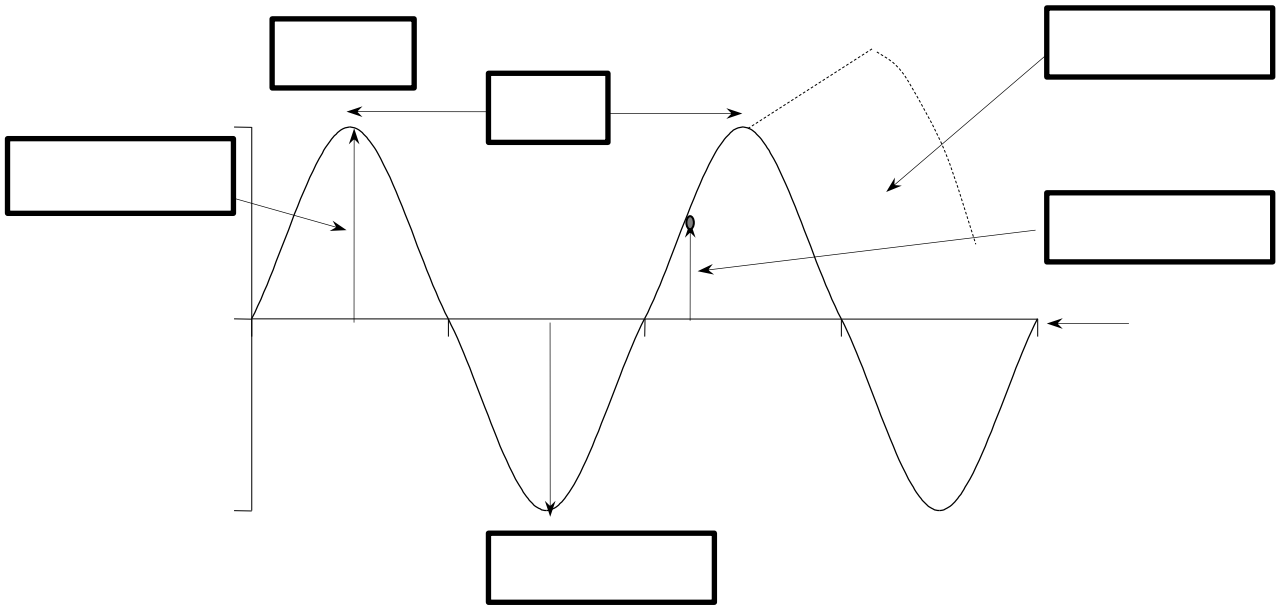
1. การเล่นเกมบัตรคำ เป็นการจับคู่บัตรเข้าพวกระหว่างคลื่นต่างๆในชีวิตประจำวันกับชนิดของคลื่น รวมถึงนำชื่อส่วนประกอบต่างๆมาติดบนภาพคลื่นให้ถูกต้อง
2. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลงาน แล้วให้เพื่อนๆในชั้นเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

คลื่นกล	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	คลื่นดล	คลื่นต่อเนื่อง
คลื่นตามขวาง	คลื่นตามยาว	คลื่นในเส้นเชือก	คลื่นน้ำ
คลื่นจากการบีบอัดสปริง	คลื่นจากการสะบัดสปริง	คลื่นเสียง	คลื่นแสง
คลื่นวิทยุ	คลื่นไมโครเวฟ	รังสียูวี	รังสีอินฟราเรด

ส่วนประกอบของคลื่น

<u>คำชี้แจง</u> จงนำคำต่อไปนี้ไปเติมส่วนประกอบต่างๆของคลื่นในรูปภาพให้ถูกต้อง

การกระจัด	แอมพลิจูด	สันคลื่น
ท้องคลื่น	หน้าคลื่น	ความยาวคลื่น



ใบกิจกรรมที่ 8 Exit Ticket ไม่รู้ ไม่ให้ออก (ชนิด และส่วนประกอบของคลื่น)

จุดประสงค์

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะการสรุปความรู้เพื่อบอกถึงสิ่งที่เข้าใจ และสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้
2. ให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ตนเองอยากรู้ และสิ่งที่ตัวเองได้รู้

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และเข้าใจในบทเรียน ซึ่งอาจเขียนได้ในหลายรูปแบบ เช่น อนุทิน แผนผังความคิด แผนภาพ ความเรียงลงในบัตร หรือ กระดาษสี
2. เขียนสิ่งที่อยากรู้ลงในกระดาษ มีอะไรบ้างที่อยากเรียนลงในบัตร หรือกระดาษสี

321 Exit Ticket Template	
3	Things I Learned Today ...
2	Things I Found Interesting ...
1	Question I Still Have ...

ใบงานที่ 1

ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก √ ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่นักเรียนมีความคิดเห็นว่าถูกต้อง และทำเครื่องหมายผิด x ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่นักเรียนมีความคิดเห็นว่าผิด

..... 1) คลื่นน้ำ คลื่นในสปริง คลื่นแสง จัดเป็นคลื่นกลทั้งหมด

..... 2) รูปร่างของคลื่นกลมีแค่คลื่นรูปไซน์ แบบเดียวเท่านั้น

..... 3) คลื่นตามขวางเป็นคลื่นที่เกิดขึ้นโดยอนุภาคตัวกลาง สั่นในแนวตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

..... 4) คลื่นที่มีพลังงานมาก หมายถึง คลื่นที่มีแอมพลิจูดน้อย

..... 5) ท้องคลื่น (Trough) เป็นตำแหน่งที่มีการกระจัดเป็นลบ

..... 6) คลื่นที่มีความถี่มาก คือ คลื่นที่มีพลังงานมากเสมอ

..... 7) ความยาวคลื่น วัดได้จากสันคลื่นลูกหนึ่ง ไปยังสันคลื่นอีกลูกหนึ่งที่อยู่ถัดไปเท่านั่น

..... 8) คลื่นในสปริงที่เกิดจากการยืดหรือหดของสปริง จัดเป็นคลื่นตามยาว

..... 9) ความถี่ คือ เวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ไป 1 ลูก มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที

..... 10) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายคือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคกลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมรอบตำแหน่งสมดุล

ใบงานที่ 2

ให้นักเรียนเขียนคำหรือประโยคลงในช่องว่างให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1) คลื่นกลกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แตกต่างกันอย่างไร .....

.....

2) ยกตัวอย่างคลื่นกล 3 คลื่น คือ .....

3) คลื่นกลแบ่งออกเป็น ..... ชนิด โดยใช้.....เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง

4) คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นเมื่ออนุภาคตัวกลางสั่นในทิศ ..... กับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

5) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด จะต้องเป็นคลื่น.....

6) เฟส 0 องศา หรือ ..... เรเดียน

เฟส 45 องศา หรือ ..... เรเดียน

เฟส 90 องศา หรือ ..... เรเดียน

เฟส 270 องศา หรือ ..... เรเดียน

เฟส 360 องศา หรือ ..... เรเดียน

7) เราสามารถหา อัตราเร็วของคลื่นกล ได้จากสูตร .....

8) ความถี่ของคลื่นกล คือ .....

9) ความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลา (T) และความถี่ (f) .....

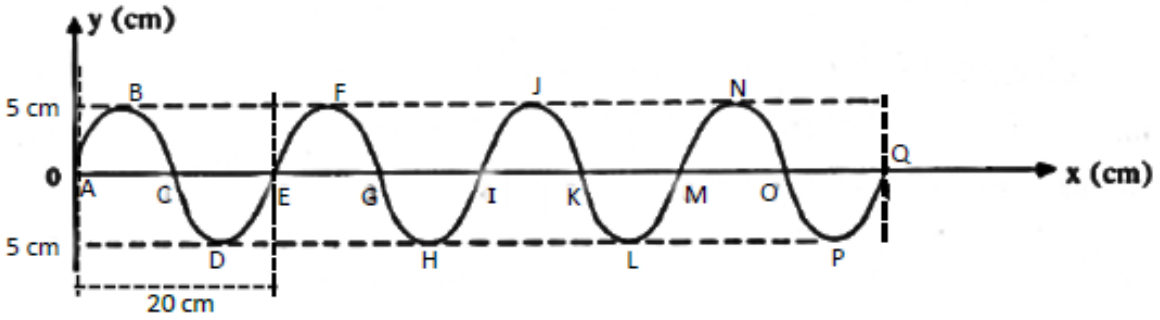
10) พลังงานของคลื่นกลมีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ .....

ใบงานที่ 3

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จงวาดรูปคลื่น พร้อมกับระบุองค์ประกอบพื้นฐานของคลื่นได้อย่างน้อย 5 อย่าง

2. คำถามต่อไปนี้



1.1 แอมพลิจูด มีค่าเท่าใด .....

1.2 ความยาวคลื่น มีค่าเท่าใด .....

1.3 จากรูปมีกี่ลูกคลื่น .....

1.4 จำนวนลูกคลื่น ซึ่งเกิดขึ้นในเวลา 20 วินาที มีค่าเท่าใด .....

1.5 จำนวนลูกคลื่น ซึ่งเกิดขึ้นในเวลา 1 มีค่าเท่าใด .....

1.6 ความถี่ของคลื่น มีค่าเท่าใด .....

1.7 คาบของคลื่น มีค่าเท่าใด .....

1.8 ในเวลา 20 วินาที คลื่นเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด .....

1.9 อัตราเร็วของคลื่นมีค่าเท่าใด .....

1.10 ตำแหน่งใดบนขบวนคลื่นซึ่งเคลื่อนที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดเป็นตำแหน่งแรก

.....

1.11 นับจากเริ่มเคลื่อนที่ จนกระทั่งเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ คลื่นเคลื่อนที่ในตำแหน่งใดบ้าง

.....

1.12 จากภาพ คลื่นเคลื่อนที่ได้ทั้งหมดกี่รอบ .....

1.13 ตำแหน่ง C บนคลื่น อยู่ห่างจากตำแหน่งเริ่มต้นบนลูกคลื่น เป็นระยะกี่ลูกคลื่น

.....

1.14 ตำแหน่ง B บนคลื่น อยู่ห่างจากตำแหน่งเริ่มต้นบนลูกคลื่น เป็นระยะกี่ลูกคลื่น

.....

1.15 ถ้าเปรียบเทียบตำแหน่งใดๆ บนคลื่นกับตำแหน่งใดๆ ของวัตถุ โดยใช้มุมรอบจุดศูนย์กลางในการเคลื่อนที่เป็นวงกลม เราเรียกว่า ค่าเฟส (phase *:* θ)

สมมุติให้ตำแหน่ง A เป็นตำแหน่งเริ่มต้น $\theta = 0^{\circ}$

ตำแหน่ง B มีค่าเฟส = ...

ตำแหน่ง D มีค่าเฟส = ...

ตำแหน่ง C มีค่าเฟส = ...

ตำแหน่ง E มีค่าเฟส = ...

1.16 ถ้าพิจารณาบนคลื่นแต่ละลูก มีตำแหน่งใดบ้างที่มีค่าเฟสเดียวกับตำแหน่ง B

.....

1.17 ถ้าพิจารณาบนคลื่นแต่ละลูก มีตำแหน่งใดบ้างที่มีค่าเฟสเดียวกับตำแหน่ง A

.....

1.18 ตำแหน่งใดบ้างที่มีค่าเฟสต่างจากตำแหน่ง B 180°.....

1.19 ตำแหน่งใดบ้างที่มีค่าเฟสต่างจากตำแหน่ง C 180° .....

1.20 ถ้าตำแหน่งที่มีเฟสเดียวกันบนคลื่นแต่ละลูก เราเรียกว่า เป็นตำแหน่งเฟสตรงกัน ตำแหน่งใดบ้างที่มีเฟสตรงกันกับตำแหน่ง D .....

1. คลื่นชนิดหนึ่งเกิดจากการสั่น 3000 รอบต่อนาที คลื่นนี้มีความถี่เท่าไร

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความถี่คลื่น f

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

จำนวนลูกคลื่น 3000 รอบต่อนาที

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$f = \frac{n}{t}$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก $f = \frac{n}{t}$

$$f = \frac{3000}{60}$$

$$f = 50 \ \ \text{Hz}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

คลื่นนี้มีความถี่เท่ากับ 50 เฮิรตซ์

2. คลื่นน้ำมีอัตราเร็ว 40 เมตรต่อวินาที ขณะที่สันคลื่นที่หนึ่งกับที่ห้าอยู่ห่างกัน 26.4 เมตร คลื่นนี้มีความถี่เท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความถี่คลื่น f

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

อัตราเร็ว v = 40 เมตรต่อวินาที

ความยาวคลื่น $4\lambda = 26.4$ ดังนั้น $\lambda = \frac{26.4}{4} = 6.6$ เมตร

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$V = f\ \lambda$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก $V = f\ \lambda$

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$f = \frac{40}{6.6}$$

$$f = \frac{40}{6.6}$$

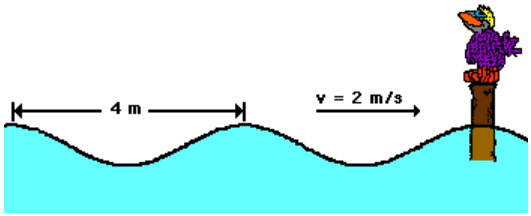
$$f = 6.06 \ \ Hz$$

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

คลื่นนี้มีความถี่เท่ากับ 6.06 เฮิรตซ์

3. จากรูปคลื่นน้ำมีความถี่เท่าใด



วิธีทำ

<u>ขั้นที่ 1</u> ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความถี่ของคลื่นน้ำ

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

อัตราเร็ว v = 2 เมตรต่อวินาที

ความยาวคลื่น $\lambda = 4$ เมตร

<u>ขั้นที่ 2</u> วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$V = f\ \lambda$$

<u>ขั้นที่ 3</u> ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก $V = f\ \lambda$

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$f = \frac{2}{4}$$

$$f = 0.5 \ \ Hz$$

<u>ขั้นที่ 4</u> ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

จากรูป คลื่นนี้มีความถี่เท่ากับ 0.5 เฮิรตซ์

4. เด็กคนหนึ่งใช้เท้ากระทุ้มน้ำในสระเป็นจังหวะสม่ำเสมอ สังเกตเห็นใบไม้ที่ผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลง 10 รอบ ในเวลา 5 วินาที และพบว่าคลื่นผิวน้ำลูกแรกเคลื่อนที่ไปกระทบขอบสระฝั่งตรงข้าม ซึ่งอยู่ห่างออกไป 10 เมตร เวลา 10 วินาที จงหาความยาวคลื่นของคลื่นผิวน้ำ

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความยาวคลื่นของคลื่นผิวน้ำ λ

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

อัตราเร็ว v = 2 เมตรต่อวินาที

กระเพื่อมขึ้นลง 10 รอบ ในเวลา 5 วินาที

คลื่นผิวน้ำลูกแรกเคลื่อนที่ไปกระทบขอบสระ ห่างออกไป 10 เมตร เวลา 10 วินาที

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$V = \frac{s}{t}$$

$$V = f\lambda$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก $V = \frac{s}{t}$

$$V = \frac{10}{10}$$

$$V = 1 \text{ m/s}$$

และจาก $V = f\lambda$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\lambda = \frac{1}{2} = 0.5 \ \ m$$

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

ความยาวคลื่นของคลื่นผิวน้ำเท่ากับ 0.5 เมตร

5. ในการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ของคลื่น โดยใช้ถาดน้ำกับตัวกำเนิดคลื่นซึ่งเป็นมอเตอร์ที่หมุน 4 รอบต่อวินาที ถ้าคลื่นบนผิวน้ำเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 12 เซนติเมตรต่อวินาที จงหาความยาวคลื่นบนผิวน้ำที่เกิดขึ้น

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความยาวคลื่นของคลื่นผิวน้ำ λ

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

อัตราเร็ว v = 12 เซนติเมตรต่อวินาที = 0.12 เมตรต่อวินาที

ความถี่ f = 4 รอบต่อวินาที

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$V = f\lambda$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก $V = f\lambda$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\lambda = \frac{0.12}{4}$$

$$\lambda = 0.3 \ \ m$$

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

ความยาวคลื่นของคลื่นผิวน้ำเท่ากับ 0.3 เมตร

6. ชาวประมงคนหนึ่งสังเกตคลื่นทะเลลูกหนึ่ง มีแอมพลิจูด 5 เมตร ระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่ติดกันเท่ากับ 200 เมตร เค้าจับเวลาที่สันคลื่นนี้จมหายไปในทะเลแล้วโผล่ขึ้นมาอีกครั้งใช้เวลา 8 วินาที ขณะเกิดคลื่นจะเคลื่อนที่ผ่านโมเลกุลของน้ำ ทำให้โมเลกุลน้ำเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมีเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่น อัตราเร็วโมเลกุลของน้ำจะเป็นกี่เท่าของอัตราเร็วคลื่น

วิธีทำ

<u>ขั้นที่ 1</u> ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

อัตราเร็วโมเลกุลของน้ำจะเป็นกี่เท่าของอัตราเร็วคลื่น $\frac{v_{molecule}}{v_{wave}}$

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่ติดกัน λ เท่ากับ 200 เมตร

เวลา t = 8 วินาที

วงกลมรัศมีเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่น R = 5 เมตร

<u>ขั้นที่ 2</u> วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$V = \frac{s}{t}$$

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

<u>ขั้นที่ 3</u> ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จากอัตราเร็วโมเลกุล $V_{molecule} = \frac{s}{t}$

$V_{wave} = \frac{2\pi R}{t}$ .....(1)

และจากอัตราเร็วคลื่น $V_{wave} = \frac{\lambda}{T}$ .....(2)

นำสมการ (1) / (2) จะได้ $\frac{v_{molecule}}{v_{wave}} = \frac{2\pi R}{t} x \frac{T}{\lambda}$

$$\frac{v_{molecule}}{v_{wave}} = \frac{2\pi R}{\lambda}$$

$$\frac{v_{molecule}}{v_{wave}} = 2 \quad x \frac{22}{7} x \quad \frac{5}{200}$$

$$\frac{v_{molecule}}{v_{wave}} = \quad 0.16$$

<u>ขั้นที่ 4</u> ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

อัตราเร็วโมเลกุลของน้ำจะเป็นกี่เท่าของอัตราเร็วคลื่น = 0.16 เท่า

แบบฝึกหัดเรื่องการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

1. ลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายยาว 1.5 m แกว่งได้ 100 รอบ ในเวลา 246 s ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ที่นั้นเป็นเท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

.....

.....

.....

.....

2. มวล 0.01 kg ติดสปริงซึ่งตั้งไว้ในแนวดิ่ง ค่านิจสปริง 100 ถ้าทำให้เกิดการสั่นขึ้น – ลง ของสปริงมวลนั้นจะสั้นด้วยความถี่เท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

.....

.....

.....

3. คลื่นผิวน้ำเกิดจากการสั่นแบบสม่ำเสมอ 3600 รอบต่อชั่วโมง คลื่นนี้มีความถี่และคาบเท่าไร

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

.....

.....

.....

4. คลื่นน้ำลูกหนึ่งถูกสังเกตพบว่าคลื่นที่อยู่ถัดกันไปอยู่ห่างกัน 40 เซนติเมตร และ เห็นกระป๋องที่กำลังลอยน้ำสั่นขึ้นลงนับได้ 60 ครั้งใน 10 วินาที คลื่นนั้นควรจะมีความเร็วเท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

.....

.....

.....

.....

5. แหล่งกำเนิดคลื่นมีความยาวคลื่น 0.05 เมตร วัดอัตราเร็วได้ 40 เมตร/วินาที เป็นเวลา 0.8 วินาที ได้คลื่นทั้งหมดกี่ลูกคลื่น

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

.....

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
2. แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 10 นาที
3. ให้ทำเครื่องหมายกากบาทลงช่อง ก ข ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล อนุภาคตัวกลางจะเคลื่อนที่แบบใด

ก. แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย ข. แบบเส้นตรง

ค. แบบวงกลม ง. แบบวิถีโค้ง

2. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ก. มีความเร็วสูงสุด ณ จุดสมดุล ข. คาบของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแอมปลิจูด

ค. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แปรตามการกระจัด ง. ทิศของความเร่งเข้าสู่จุดสมดุลตลอดเวลา

3. ข้อใดเป็นคลื่นตามขวาง

ก. คลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

ข. คลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

ค. คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน

ง. คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน

4. ข้อใดกล่าวผิด

ก. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดเป็นคลื่นตามขวาง

ข. คลื่นตามยาวทุกชนิดเป็นคลื่นกล

ค. คลื่นในสปริงเป็นได้ทั้งคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว ขึ้นอยู่กับลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคสปริง

ง. คลื่นกลไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

5. คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางต่างกันอย่างไร

ก. ประเภทของแหล่งกำเนิดคลื่น ข. ทิศทางการสั่นของตัวกลาง

ค. ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นต่างกัน ง. ความยาวคลื่นต่างกัน

6. ข้อใดเป็นคลื่นตามยาว

ก. คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน

ข. คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน

ค. คลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

ง. คลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

7. ข้อใดต่อไปนี้จัดเป็นคลื่นกลทั้งหมด

ก. คลื่นสึนามิ คลื่นแสง ข. คลื่นในเส้นเชือก คลื่นแสง

ค. คลื่นน้ำ คลื่นเสียง ง. คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ

8. ถ้าคลื่นนี้เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นความถี่ 0.35 นาโนเฮิรตซ์ มีความยาวคลื่น 2 มิลลิเมตร คลื่นจะมีอัตราเร็วเท่าใด

ก. 7 m/s ข.14 m/s ค. 7×10^{-13} m/s ง. 14×10^{-13} m/s

9. มวล 0.25 กิโลกรัม ติดกับปลายข้างหนึ่งของสปริง ซึ่งมีค่านิจ 100 นิวตัน/เมตร วางอยู่บนพื้นระดับลื่น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของสปริงยึดติดกับผนัง เมื่อดึงมวลทำให้สปริงยืดออกเล็กน้อยแล้วปล่อย มวลจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยคาบเท่าใด

ก. 1.11 s ข. 0.31 s ค. 0.11 s ง.1.31 s

10. ลูกตุ้มนาฬิกาผูกด้วยเชือกยาว 1.6 เมตร จะสั่นด้วยคาบเท่าใด กำหนดให้ g = 10 m/s^2

ก. 1.60 s ข. 4.25 s ค. 2.52 s ง. 8.72 s

ชื่อ - สกุล ..... เลขที่ .....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม ..... คะแนน

คะแนนที่ได้ ..... คะแนน

แบบบันทึกคะแนนผลการใช้ชุดกิจกรรม

คำสั่ง ให้นักเรียนบันทึกคะแนนจากการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรม

ตารางบันทึกคะแนนด้านความรู้ที่นักเรียนทำได้

ผลงาน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ	ผลประเมิน
ใบกิจกรรมที่ 1	5			
ใบกิจกรรมที่ 2	10			
ใบกิจกรรมที่ 3	10			
ใบกิจกรรมที่ 4	5			
ใบกิจกรรมที่ 5	10			
ใบกิจกรรมที่ 6	10			
ใบกิจกรรมที่ 7	10			
ใบกิจกรรมที่ 8	5			
ใบงานที่ 1	10			
ใบงานที่ 2	10			
ใบงานที่ 3	20			
แบบฝึกหัด	25			
แบบทดสอบหลังเรียน	10			

ตารางแปรผลการประเมินคุณภาพด้านความรู้จากการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมชุดที่ 1

ช่วงคะแนนที่ได้ (ร้อยละ)	ระดับคุณภาพ
ร้อยละ 90.00 ขึ้นไป	ดีเยี่ยม
75.00 – 89.99	ดีมาก
60.00 – 74.99	ดี
50.00 – 59.99	พอใช้
น้อยกว่าร้อยละ 50.00	ต้องปรับปรุง

ข้อปฏิบัติหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม

ถ้าทำคะแนนได้ตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไปถือได้ว่าเยี่ยมมาก แต่ถ้าทำคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 75 ต้องกลับไปทบทวนเนื้อหา ฝึกทำแบบฝึกหัดซ้ำๆ จนกว่าจะเข้าใจในเนื้อหา ก่อนที่เราจะไปเรียนต่อในชุดกิจกรรมชุดที่ 2

บรรณานุกรม

การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.cpn1.go.th/media/thonburi/lesson/03_OtherMotion/content5.html. 10 ธันวาคม 2559.

การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://pang127.wordpress.com/ เนื้อหาบทเรียน/การถ่ายโอนพลังงานของคล/. 10 ธันวาคม 2559.

การแบ่งชนิดคลื่น. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.neutron.rmutphysics.com/physicsboard/forum/index.php?action=dlattach;topic=1073.0;attach=4574. 10 ธันวาคม 2559.

ความหมายคลื่น.(ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki /คลื่น . 10 ธันวาคม 2559.

ความหมายคลื่นกล.(ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://patwave.blogspot.com/. 10 ธันวาคม 2559.

นิรันดร์ สุวรัตน์. (2554) . คลื่นกล . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : พ.ศ.พัฒนา

เฟส. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://1.179.134.197/digitalschool/physics2_2_2/physics4/lesson1/05.php. 10 ธันวาคม 2559.

ลัดดาวัลย์ เสียงสังข์ และอนันต์ ปิงยศ. (2560) . คลื่นกล. มปป. . กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2557). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว, 2548.

เฉลยแบบฝึกหัด
แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		X		
2	X			
3				X
4			X	
5			X	
6		X		
7		X		
8				X
9		X		
10		X		

ใบกิจกรรมที่ 1 KW อยากรู้ต้องได้รู้

<u>จุดประสงค์</u>

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิด สามารถตรวจสอบความคิดของตนเอง
2. ให้ผู้เรียนฝึกจัดระบบข้อมูลเพื่อการดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

<u>คำชี้แจง</u>

1. นักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่มเขียนข้อมูลในสิ่งที่ตนเองรู้แล้ว และสิ่งที่ตนเองอยากรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นลงบนกระดาษสีคนละสี
2. เขียนสิ่งที่รู้แล้วกำหนดเป็นกระดาษสีฟ้า และสิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติมเป็นกระดาษสีส้ม
3. จากนั้นนำมาติดยังบริเวณที่กำหนดด้านหน้า

แนวคำตอบ ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้อย่างหลากหลาย

K **(ผู้เรียนเรียนรู้อะไรบ้าง)**	W **(ผู้เรียนต้องการรู้อะไรบ้าง)**
- คลื่นในชีวิตประจำวันมีมากมาย เช่น คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นสปริง - เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นให้กำเนิดคลื่นจะสามารถถ่ายโอนพลังงานได้	- การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร - คลื่นในชีวิตประจำวันมีกี่ประเภท อะไรบ้าง - ส่วนประกอบของคลื่นมีอะไรบ้าง - คลื่นจัดเป็นการเคลื่อนที่แบบใด - คลื่นต่างจากอนุภาคอย่างไร

ใบกิจกรรมที่ 2 การทดลองการเกิดคลื่น

<u>จุดประสงค์การทดลอง</u>

ศึกษาการเกิดคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม และแหล่งกำเนิดคลื่นหน้าตรงทั้งคลื่นดลและคลื่นต่อเนื่อง

<u>อุปกรณ์การทดลอง</u>

1. ชุดถาดคลื่นคลื่นพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด
2. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ 1 ชุด
3. น้ำ
4. กระดาษขาว 1 แผ่น
5. สายไฟฟ้า 1 ชุด

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ต่อหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำเข้ากับชุดถาดคลื่น ใส่น้ำลงไปในถาดคลื่น ถึงระดับขอบถาดที่เป็นกระจก

2. เปิดไฟที่โคมไฟของถาดคลื่นแล้วนำกระดาษไปวางไว้ใต้ถาดคลื่น เนื่องจากการศึกษาคลื่นน้ำโดยใช้ถาดคลื่นจะไม่สามารถดูดน้ำจากถาดคลื่นได้โดยตรง แต่จะดูได้จากความเข้มแสงที่ผ่านคลื่นในถาดคลื่นซึ่งจะทำให้เกิดเงาใต้ถาดคลื่นในบริเวณที่น้ำโค้งขึ้นจะทำให้มองเห็นเป็นแถบสว่างและบริเวณที่น้ำโค้งลงจะทำให้มองเห็นเงาเป็นแถบมืด จากนั้นให้นักเรียนใช้จำนวน 1 ครั้งบันทึกผลการสังเกต

3. ปฏิบัติเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนจากปลายดินสอเป็นบันทึกผลการสังเกต

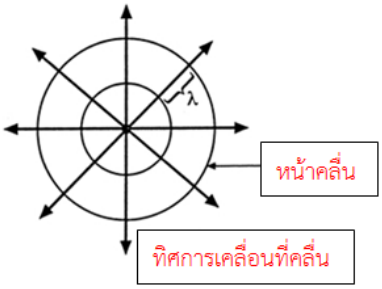
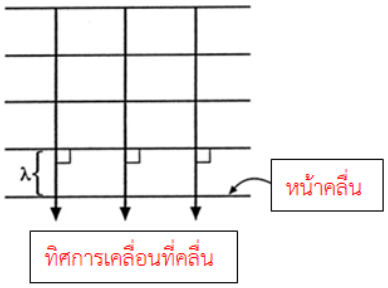
4. นำแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลมของถาดคลื่นลงแตะน้ำ 1 อัน แล้วเปิดปุ่มความถี่โดยใช้ความถี่ต่ำสังเกตผลที่เกิดขึ้น บันทึกผลการสังเกตจากนั้นให้ปรับปรุงความถี่ให้มากขึ้นบันทึกผลการสังเกต

5. เปลี่ยนแหล่งกำเนิดคลื่น เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นหน้าตรง แตะน้ำและเปิดปุ่มความถี่ต่ำและส่งขึ้นสังเกตผลที่เกิดขึ้น บันทึกผลการสังเกต

6. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ภาพแสดงการทดลอง

ลักษณะแหล่งกำเนิดที่รบกวน	ภาพที่ได้จากการทดลอง
ปลายปากกาหรือปลายดินสอ	
ขอบไม้บรรทัด	

สรุปผลการทดลอง

การทำให้เกิดคลื่นน้ำจากการทดลองทำได้โดยการรบกวนผิวน้ำโดยใช้ปลายปากกาหรือขอบไม้บรรทัด หรือ ปรับปุ่ม กำเนิดคลื่น ถ้าลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของสิ่งที่ไปรบกวน

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อนำดินสอหรือปลายปากกาจุ่มบริเวณกลางถาดคลื่น แล้วนักเรียนสังเกตเห็นอะไรที่กระดาษใต้ถาดคลื่นและสิ่งที่นักเรียนเห็นแทนส่วนใดของคลื่น

ตอบ แถบมืดแถบสว่างเกิดขึ้นประมาณ 1-2 แถบ ซึ่งแถบสว่างแทนสันคลื่น ส่วนแถบมืดแทนท้องคลื่น

2. การจุ่มปลายปากกา กับสันไม้บรรทัดที่น้ำบริเวณกลางถาดคลื่นให้ผลสังเกตแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ แตกต่างกัน โดยการจุ่มปลายปากกาทำให้เกิดคลื่นวงกลม ส่วนการจุ่มขอบไม้บรรทัดจะทำให้เกิดคลื่นหน้าตรง

3. การใช้ปุ่มวงกลมของถาดคลื่นจำนวนหนึ่งปุ่มจุ่มในน้ำแล้วเปิดปุ่มความถี่ ผลที่เกิดขึ้นบนกระดาษใต้ถาดคลื่นแตกต่างจากการใช้ปากกาจุ่มหนึ่งครั้งหรือไม่อย่างไร

ตอบ แตกต่างกันตรงที่การจุ่มปลายปากกา ทำให้เกิดคลื่นเพียง 1-2 ลูก แต่การจุ่มปุ่มวงกลมของถาดคลื่น ทำให้เกิดคลื่นวงกลมอย่างต่อเนื่อง

4. ปุ่มกลมและแถบคลื่นหน้าตรง ให้เกิดผลบนกระดาษใต้ถาดคลื่นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ แตกต่างกัน ปุ่มกลมทำให้เกิดคลื่นวงกลม แถบคลื่นหน้าตรงทำให้เกิดคลื่นหน้าตรง

5. การปรับปุ่ม ความถี่มากหรือน้อยให้ผลแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ ความถี่มากจะเห็นแถบมืด และแถบสว่างอยู่ชิดกันมากขึ้น

ใบกิจกรรมที่ 3 Snowball บอกต่อความรู้ เล่าสู่กันฟัง

จุดประสงค์

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ และตรวจสอบแนวคิดหลักของเพื่อน
2. ให้ผู้เรียนฝึกนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความรู้ซึ่งกันและกัน

คำชี้แจง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับการเกิดคลื่นลงในกระดาษขนาด A4 คนละ 1 แนวคิดหลัก จากนั้นขยำกระดาษให้เป็นก้อน แล้วโยนให้เพื่อนต่างกลุ่ม

2. กลุ่มที่ได้รับลูกบอลกระดาษให้คลี่ออกแล้วอ่านสิ่งที่เพื่อนเขียนเกี่ยวกับการเกิดคลื่น ถ้าเห็นด้วยให้เขียน เครื่องหมาย ✓หากพบว่า แนวคิดดังกล่าวยังไม่ถูกต้อง หรือไม่สมบูรณ์ให้นักเรียนแก้ไขเพิ่มเติมให้สมบูรณ์โดยใช้ปากกาสีที่แตกต่าง จากนั้นเขียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งนักเรียนรู้แล้ว เกี่ยวกับการกำเนิดคลื่นลงไป 1 แนวคิด

3. นักเรียนส่งกระดาษลูกบอลต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าครูจะบอกให้หยุด เมื่อหยุดแล้วทุกคนต้องมีลูกบอล กระดาษอยู่ในมือคนละ 1 ลูก

4. ตัวแทนนักเรียนอ่านแนวคิดหลักจากลูกบอลกระดาษที่ตนเองได้รับ นำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันในชั้นเรียน

ตัวอย่าง แนวคิดหลัก

- นิยามการเกิดคลื่น
- การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล
- การเคลื่อนที่แบบซิมเปิ้ลฮาร์โมนิกส์กับการเกิดคลื่น

ใบกิจกรรมที่ 4 **Exit Ticket ไม่รู้ ไม่ให้ออก (การถ่ายโอนพลังงานของคลื่น)**

<u>จุดประสงค์</u>

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะการสรุปความรู้เพื่อบอกถึงสิ่งที่เข้าใจ และสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้
2. ให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ตนเองอยากรู้ และสิ่งที่ตัวเองได้รู้

<u>คำชี้แจง</u>

1. ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และเข้าใจในบทเรียน ซึ่งอาจเขียนได้ในหลายรูปแบบ เช่น อนุทิน แผนผังความคิด แผนภาพ ความเรียงลงในบัตร หรือ กระดาษสี
2. เขียนสิ่งที่อยากรู้ลงในกระดาษ มีอะไรบ้างที่อยากเรียนลงในบัตร หรือกระดาษสี

ตัวอย่าง แนวคิดหลัก (นักเรียน ระบุเพียง 3 ข้อ)

- นิยามการเกิดคลื่น
- การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล
- การเคลื่อนที่แบบซิมเปิ้ลฮาร์โมนิกส์กับการเกิดคลื่น

ตัวอย่าง การนำไปใช้ประโยชน์ (นักเรียน ระบุเพียง 2 ข้อ)

- การสร้างคลื่นด้วยวิธีที่หลากหลาย
- การวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบซิมเปิ้ลฮาร์โมนิกส์กับคลื่นในชีวิตประจำวัน

ตัวอย่าง คำถามที่นักเรียนยังคงสงสัย (นักเรียน ระบุเพียง 1 ข้อ)

- เหตุใดคลื่นถึงต่างจากอนุภาค
- การเกิดคลื่นจำเป็นต้องมีแหล่งกำเนิดคลื่นเสมอไปหรือไม่

การทดลองลักษณะของคลื่น

จุดประสงค์การทดลอง

1. อธิบายการการเกิดคลื่นของการเกิดคลื่นกลในเส้นเชือก และคลื่นกลจากการอัดสปริง
2. อธิบายความแตกต่างของคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง พร้อมระบุองค์ประกอบของคลื่นทั้งสอง

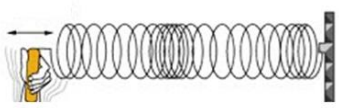
อุปกรณ์การทดลอง

1. ขดลวดสปริงขนาดใหญ่
2. เส้นเชือก
3. ปมผ้า

วิธีทำการทดลอง

1. ผูกปมผ้าสีตรงกลางของขดลวดสปริงและเส้นเชือก
2. ยึดปลายข้างหนึ่งของสปริงไว้ให้แน่น แล้วดึงปลายข้างหนึ่งของสปริงยืดออกไปประมาณ 3 เมตร
3. อัดสปริงเข้าออก เป็นจังหวะสม่ำเสมอ
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของขดลวดสปริงและตำแหน่งของปมผ้าที่ผูกไว้ พร้อมบันทึกผลการทดลอง
5. ยึดปลายข้างหนึ่งของเส้นเชือกไว้ให้แน่น แล้วสะบัดปลายข้างหนึ่งของเส้นเชือกเป็นจังหวะสม่ำเสมอ
6. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเส้นเชือกและตำแหน่งของปมผ้าที่ผูกไว้ พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

การทดลอง	ลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น
การอัดของขดลวดสปริง	
การสะบัดของเส้นเชือก	

สรุปผลการทดลอง

เมื่อสะบัดปลายเชือกขึ้นลงเป็นจังหวะจะสังเกตเห็นปมผ้าที่ผู้ไว้เคลื่อนที่ขึ้นลงตามจังหวะของคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านโดยอยู่ที่เดิม เมื่อออกแรงอัดสปริงในแนวขนานกับพื้นพบว่าเศษผ้าที่ผูกไว้จะเคลื่อนที่ไป-มา ในแนวขนานกับพื้นด้วยช่วงกว้างคงที่โดยไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อนักเรียนทำการสะบัดเชือกในลักษณะขึ้นลง ปมผ้าที่ผูกไว้มีการเคลื่อนที่อย่างไร ปมผ้าเคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นที่เกิดขึ้นหรือไม่

ตอบ ปมผ้าขยับขึ้นลงและไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น

2. เมื่อนักเรียนทำการอัดปลายสปริงในลักษณะขนานกับแนวระดับ ปมผ้าที่ผู้ไว้มีการเคลื่อนที่อย่างไร ปมผ้าเคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นที่เกิดขึ้นหรือไม่

ตอบ ปมผ้าขยับไป-มา ด้วยช่วงกว้างค่าหนึ่งโดยไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น

3. ลักษณะของการเกิดคลื่นในเส้นเชือกกับที่เกิดขึ้นในสปริงแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ แตกต่างกัน โดยคลื่นที่สะบัดเชือกปมผ้า จะเคลื่อนที่ขึ้นลงตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น ส่วนการอัดสปริงปมผ้าจะเคลื่อนที่ขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

4. ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นในเส้นเชือกจัดเป็นคลื่นชนิดใด เพราะเหตุใด

ตอบ คลื่นจากเส้นเชือกเป็นคลื่นตามขวาง เพราะปมผ้าขยับขึ้นลงขวางทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

5. ลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นในสปริงจัดเป็นคลื่นชนิดใด เพราะเหตุใด

ตอบ เป็นคลื่นตามยาว เพราะปมผ้าขยับไป-มา ขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

ใบกิจกรรมที่ 7 **เกมบัตรคำ ชนิดของคลื่น**

จุดประสงค์

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะการจำแนกชนิดของคลื่นต่างๆในชีวิตประจำวัน
2. ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ และระบุส่วนประกอบต่างๆของคลื่น

คำชี้แจง

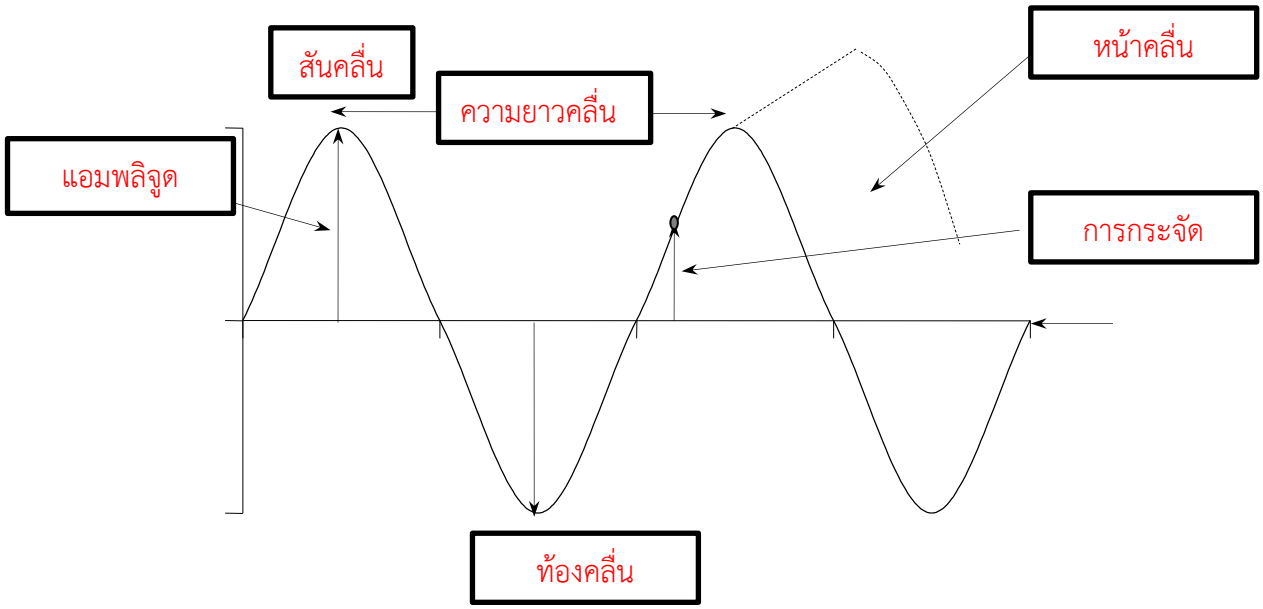
1. การเล่นเกมบัตรคำ เป็นการจับคู่บัตรเข้าพวกระหว่างคลื่นต่างๆในชีวิตประจำวันกับชนิดของคลื่น รวมถึงนำชื่อส่วนประกอบต่างๆมาติดบนภาพคลื่นให้ถูกต้อง
2. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลงาน แล้วให้เพื่อนๆในชั้นเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

คลื่นกล	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	คลื่นดล	คลื่นต่อเนื่อง
คลื่นตามขวาง	คลื่นตามยาว	คลื่นในเส้นเชือก	คลื่นน้ำ
คลื่นจากการบีบอัดสปริง	คลื่นจากการสะบัดสปริง	คลื่นเสียง	คลื่นแสง
คลื่นวิทยุ	คลื่นไมโครเวฟ	รังสียูวี	รังสีอินฟราเรด

ส่วนประกอบของคลื่น

<u>คำชี้แจง</u> จงนำคำต่อไปนี้ไปเติมส่วนประกอบต่างๆของคลื่นในรูปภาพให้ถูกต้อง

การกระจัด	แอมพลิจูด	สันคลื่น
ท้องคลื่น	หน้าคลื่น	ความยาวคลื่น



Exit Ticket ไม่รู้ ไม่ให้ออก (ชนิดและส่วนประกอบของคลื่น)

<u>จุดประสงค์</u>

1. ให้ผู้เรียนฝึกทักษะการสรุปความรู้เพื่อบอกถึงสิ่งที่เข้าใจ และสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้
2. ให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ตนเองอยากรู้ และสิ่งที่ตัวเองได้รู้

<u>คำชี้แจง</u>

1. ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และเข้าใจในบทเรียน ซึ่งอาจเขียนได้ในหลายรูปแบบ เช่น อนุทิน แผนผังความคิด แผนภาพ ความเรียงลงในบัตร หรือ กระดาษสี
2. เขียนสิ่งที่อยากรู้ลงในกระดาษ มีอะไรบ้างที่อยากเรียนลงในบัตร หรือกระดาษสี

ตัวอย่าง แนวคิดหลัก (นักเรียน ระบุเพียง 3 ข้อ)

- ชนิดของคลื่น
- ส่วนประกอบของคลื่น
- การหาค่าอัตราเร็วคลื่น

ตัวอย่าง การนำไปใช้ประโยชน์ (นักเรียน ระบุเพียง 2 ข้อ)

- ข้อเหมือนและข้อต่างของคลื่นแต่ละชนิด กับการประยุกต์ใช้
- การวิเคราะห์ส่วนประกอบของคลื่นกับคลื่นในชีวิตประจำวัน

ตัวอย่าง คำถามที่นักเรียนยังคงสงสัย (นักเรียน ระบุเพียง 1 ข้อ)

- เหตุใดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดเป็นคลื่นตามขวาง
- การหาค่าอัตราเร็วของคลื่นและอนุภาคเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก / ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่นักเรียนมีความคิดเห็นว่าถูกต้อง และทำเครื่องหมายผิด x ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่นักเรียนมีความคิดเห็นว่าผิด

x 1) คลื่นน้ำ คลื่นในสปริง คลื่นแสง จัดเป็นคลื่นกลทั้งหมด

/ 2) รูปร่างของคลื่นกลมีแค่คลื่นรูปไซน์ แบบเดียวเท่านั้น

/ 3) คลื่นตามขวางเป็นคลื่นที่เกิดขึ้นโดยอนุภาคตัวกลาง สั่นในแนวตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

x 4) คลื่นที่มีพลังงานมาก หมายถึง คลื่นที่มีแอมพลิจูดน้อย

/ 5) ท้องคลื่น (Trough) เป็นตำแหน่งที่มีการกระจัดเป็นลบ

x 6) คลื่นที่มีความถี่มากคือคลื่นที่มีพลังงานมากเสมอ

/ 7) ความยาวคลื่น วัดได้จากสันคลื่นลูกหนึ่งไปยังสันคลื่นอีกลูกหนึ่งที่อยู่ถัดไป เท่านั่น

/ 8) คลื่นในสปริงที่เกิดจากการยืดหรือหดของสปริง จัดเป็นคลื่นตามยาว

x 9) ความถี่คือเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ไป 1 ลูก มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที

/ 10) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายคือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคกลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมรอบตำแหน่งสมดุล

ใบงานที่ 2

ให้นักเรียนเขียนคำหรือประโยคลงในช่องว่างให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1) คลื่นกลกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แตกต่างกันอย่างไร

คลื่นกล (mechanical wave) คือคลื่นที่ต้องอาศัยอนุภาคตัวกลางจึงถ่ายทอดพลังงาน

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) คือคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยอนุภาคตัวกลางก็สามารถถ่ายทอดพลังงานได้

2) ยกตัวอย่างคลื่นกล 3 คลื่น คือ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นน้ำ คลื่นเสียง

3) คลื่นกลแบ่งออกเป็น 2 ชนิด โดยใช้ ตัวกลางในการเคลื่อนที่ เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง

4) คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นเมื่ออนุภาคตัวกลางสั่นในทิศ ขนาน กับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

5) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด จะต้องเป็นคลื่น ตามขวาง

6) เฟส 0 องศา หรือ 0 เรเดียน

เฟส 45 องศา หรือ $\frac{\pi}{4}$ เรเดียน

เฟส 90 องศา หรือ $\frac{\pi}{2}$ เรเดียน

เฟส 270 องศา หรือ $\frac{3\pi}{2}$ เรเดียน

เฟส 360 องศา หรือ 2π เรเดียน

7) เราสามารถหา อัตราเร็วของคลื่นกล ได้จากสูตร $v = f\lambda$

8) ความถี่ของคลื่นกล คือ จำนวนคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดใด ๆ ในหนึ่งหน่วยเวลา

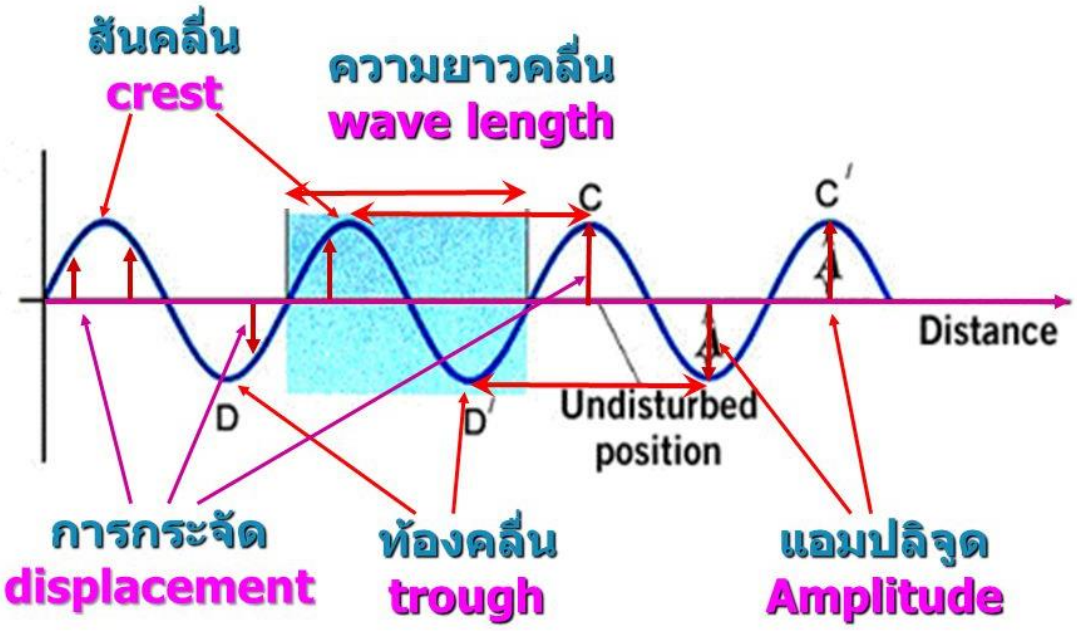
9) ความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลา (T) และความถี่ (f) คือ $T = \frac{1}{f}, f = \frac{1}{T}$

10) พลังงานของคลื่นกลมีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ แอมพลิจูด

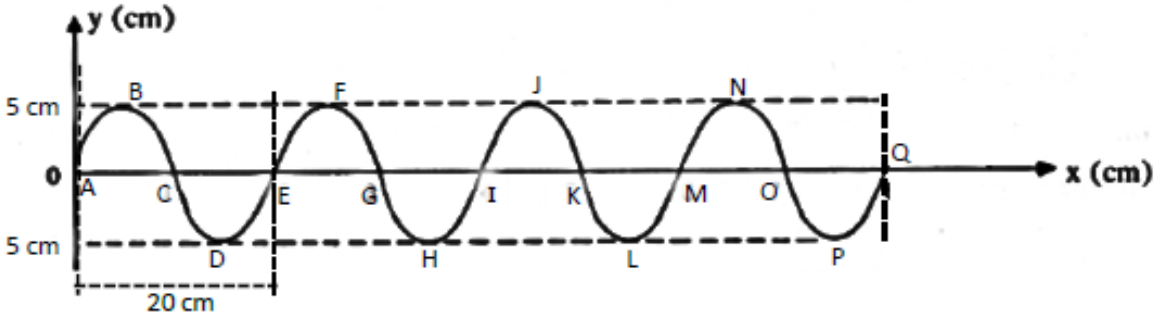
ใบงานที่ 3

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จงวาดรูปคลื่น พร้อมกับระบุองค์ประกอบพื้นฐานของคลื่นได้อย่างน้อย 5 อย่าง



2. สะบัดเชือกเส้นหนึ่ง ทำให้เกิดคลื่นบนเส้นเชือกดังภาพ ใช้เวลา 20 วินาที จากข้อมูลข้างล่างนี้ จงตอบคำถามต่อไปนี้



1.1 แอมพลิจูด มีค่าเท่า 5 เซนติเมตร

1.2 ความยาวคลื่นกี่เซนติเมตร มีค่าเท่าใด 20 เซนติเมตร

1.3 จากรูปมีกี่ลูกคลื่น 4 ลูกคลื่น

1.4 จำนวนลูกคลื่น ซึ่งเกิดขึ้นในเวลา 20 วินาที มีค่าเท่าใด 4 ลูกคลื่น

1.5 จำนวนลูกคลื่น ซึ่งเกิดขึ้นในเวลาหนึ่งวินาที มีค่าเท่าใด 0.2 ลูกต่อวินาที

1.6 ความถี่ของคลื่น มีค่าเท่าใด 0.2 ลูกคลื่นต่อวินาที

1.7 คาบของคลื่น มีค่าเท่าใด 5 วินาที

1.8 ในเวลา 20 วินาที คลื่นเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด 80 เซนติเมตร

1.9 อัตราเร็วของคลื่นมีค่าเท่าใด 0.04 เมตรต่อวินาที

1.10 ตำแหน่งใดบนขบวนคลื่นซึ่งเคลื่อนที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดเป็นตำแหน่งแรก A

1.11 นับจากเริ่มเคลื่อนที่ จนกระทั่งเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ คลื่นเคลื่อนที่ในตำแหน่งใดบ้าง A,B,C,D,E

1.12 จากภาพ คลื่นเคลื่อนที่ได้ทั้งหมดกี่รอบ 4 รอบ

1.13 ตำแหน่ง C บนคลื่น อยู่ห่างจากตำแหน่งเริ่มต้นบนลูกคลื่น เป็นระยะกี่ลูกคลื่น 0.5 ลูกคลื่น

1.14 ตำแหน่ง B บนคลื่น อยู่ห่างจากตำแหน่งเริ่มต้นบนลูกคลื่น เป็นระยะกี่ลูกคลื่น 0.25 ลูกคลื่น

1.15 ถ้าเปรียบเทียบตำแหน่งใดๆ บนคลื่นกับตำแหน่งใดๆ ของวัตถุ โดยใช้มุมรอบจุดศูนย์กลางในการเคลื่อนที่เป็นวงกลม เราเรียกว่า ค่าเฟส (phase : θ)

สมมุติให้ตำแหน่ง A เป็นตำแหน่งเริ่มต้น $\theta = 0^{\circ}$

ตำแหน่ง B มีค่าเฟส = 45°

ตำแหน่ง D มีค่าเฟส = 270°

ตำแหน่ง C มีค่าเฟส = 180°

ตำแหน่ง E มีค่าเฟส = 360°

1.16 ถ้าพิจารณาบนคลื่นแต่ละลูก มีตำแหน่งใดบ้างที่มีค่าเฟสเดียวกับตำแหน่ง B คือ F,J.N

1.17 ถ้าพิจารณาบนคลื่นแต่ละลูก มีตำแหน่งใดบ้างที่มีค่าเฟสเดียวกับตำแหน่ง A คือ E,I,M,Q

1.18 ตำแหน่งใดบ้างที่มีค่าเฟสต่างจากตำแหน่ง B 180° คือ D,H,L,P

1.19 ตำแหน่งใดบ้างที่มีค่าเฟสต่างจากตำแหน่ง C 180° คือ E,I,M,Q

1.20 ถ้าตำแหน่งที่มีเฟสเดียวกันบนคลื่นแต่ละลูก เราเรียกว่า เป็นตำแหน่งเฟสตรงกัน ตำแหน่งใดบ้างที่มีเฟสเดียวกันกับตำแหน่ง D คือ H,L,P

1. ลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายมีเชือกยาว 1.5 m แกว่งได้ 100 รอบ ในเวลา 246 s ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ที่นั้นเป็นเท่าใด

วิธีทำ

<u>ขั้นที่ 1</u> ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ที่นั้น (g)

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

เชือกยาว l = 1.5 m

แกว่งได้ 100 รอบ ในเวลา 246 s จะได้คาบเวลาเท่ากับ 2.46 วินาที

<u>ขั้นที่ 2</u> วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$$

<u>ขั้นที่ 3</u> ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$$

$$g = 4x\left(\frac{22}{7}\right)^2 \frac{1.5}{2.46^2}$$

$$g = 9.78 m/s^2$$

<u>ขั้นที่ 4</u> ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ที่นั้นเป็นเท่า $g = 9.78 m/s^2$

2. มวล 0.01 kg ติดสปริงซึ่งตั้งไว้ในแนวดิ่ง ค่านิจสปริง 100 N/m ถ้าทำให้เกิดการสั่นขึ้น–ลงของสปริง มวลนั้นจะสั้นด้วยความถี่เท่าใด

วิธีทำ

<u>ขั้นที่ 1</u> ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

สปริงมวลนั้นจะสั้นด้วยความถี่เท่าใด (f)

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

มวล m = 0.01 kg

ค่านิจสปริง k = 100 N/m

<u>ขั้นที่ 2</u> วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

<u>ขั้นที่ 3</u> ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{100}{0.01}}$$

$$f = 1.57x100$$

$$f = 157 \quad Hz$$

<u>ขั้นที่ 4</u> ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

สปริงมวลนั้นจะสั้นด้วยความถี่ 157 เฮริตซ์

3. คลื่นผิวน้ำเกิดจากการสั่นแบบสม่ำเสมอ 3600 รอบต่อชั่วโมง คลื่นนี้มีความถี่และคาบเวลาเท่าไร

วิธีทำ

<u>ขั้นที่ 1</u> ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

ความถี่คลื่น f และคาบเวลา T

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

จำนวนลูกคลื่น 3600 รอบต่อชั่วโมง

<u>ขั้นที่ 2</u> วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$f = \frac{n}{t}, T = \frac{t}{n}$$

<u>ขั้นที่ 3</u> ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก $f = \frac{n}{t}$

$$f = \frac{3600}{60}$$

$$f = 60 \ \ \text{Hz}$$

$$T = \frac{t}{n}$$

และ $T = \frac{60}{3600}$

$$T = 0.016 \ \ \text{s}$$

<u>ขั้นที่ 4</u> ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

คลื่นนี้มีความถี่เท่ากับ 60 เฮิรตซ์ และมีคาบเวลา 0.016 วินาที

4. คลื่นน้ำลูกหนึ่งถูกสังเกตพบว่าคลื่นที่อยู่ถัดกันไปอยู่ห่างกัน 40 เซนติเมตร และ เห็นกระป๋องที่กำลังลอยน้ำสั่นขึ้นลงนับได้ 60 ครั้งใน 10 วินาที คลื่นนั้นควรจะมีความเร็วเท่าใด

วิธีทำ

<u>ขั้นที่ 1</u> ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

อัตราเร็วคลื่น v

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ความถี่ f เท่ากับ 60 ครั้งใน 10 วินาที = 6 ครั้งต่อวินาที

ความยาวคลื่น λ 40 เซนติเมตร = 0.4 เมตร

<u>ขั้นที่ 2</u> วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$V = f \lambda$$

<u>ขั้นที่ 3</u> ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

จาก $V = f \lambda$

$V = 6 \times 0.4$

$V = 2.4 \ m/s$

<u>ขั้นที่ 4</u> ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

คลื่นจะมีอัตราเร็วเท่ากับ 2.40 เมตรต่อวินาที

5. แหล่งกำเนิดคลื่นมีความยาวคลื่น 0.05 เมตร วัดอัตราเร็วคลื่นได้ 40 เมตร/วินาที เป็นเวลา 0.8 วินาที ได้คลื่นทั้งหมดกี่ลูกคลื่น

วิธีทำ

<u>ขั้นที่ 1</u> ทำความเข้าใจในปัญหา

1. วิเคราะห์โจทย์ว่า ต้องการหาอะไร

จำนวนลูกคลื่นทั้งหมด (n)

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ความยาวคลื่น λ = 0.05 เมตร

อัตราเร็วคลื่นได้ v = 40 เมตร/วินาที

เวลา t = 0.8 วินาที

<u>ขั้นที่ 2</u> วางแผนการแก้สมการ

3.สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$v = f\lambda$$

และ

$$n = ft$$

<u>ขั้นที่ 3</u> ดำเนินการแก้ปัญหา

4. แทนค่าเพื่อแก้สมการ

$$v = f\lambda$$

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$f = \frac{40}{0.05}$$

$$f = 800 \quad Hz$$

$$n = ft$$

$$n = 800x0.8$$

$$n = 640$$

<u>ขั้นที่ 4</u> ตรวจคำตอบ

5. ตรวจคำถามทวนโจทย์

จำนวนลูกคลื่นทั้งหมด 640 ลูกคลื่น

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2			X	
3	X			
4				X
5		X		
6			X	
7		X		
8	X			
9		X		
10			X	

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ : นางสาวธิตินันท์ นาจาน

ตำแหน่ง : ข้าราชการครู วิทยฐานะ : ชำนาญการ

สถานที่ทำงาน : โรงเรียนปากเกร็ด

วันเดือนปีเกิด : 28 เมษายน 2530

ที่อยู่ : บ้านเลขที่ 18/769 หมู่ 5 ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

เบอร์โทรศัพท์ : 089-028-4545

อีเมล : piplus@hotmail.co.th

ประวัติการศึกษา :

- มัธยมศึกษา แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนปากเกร็ด (2546-2548)
- ปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต เอกฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2549-2553)
- ปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2554-2555)