

## บรรณานุกรม

- กนกวรรณ พลอาษา. (2549). การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2546). การจัดการเรียนรู้อุ้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). “สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์” ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การและรับส่งสินค้าพัสดุภัณฑ์.
- กิตติชัย สุทธาสินีโนบล. (2541). ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จรียา เสถบุตร. (2526). ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา. ขอนแก่น: ภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จุลพัฒน์ตรา บุตรเขียว. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชมพูนุช แพงวงษ์. (2550). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นตามรูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ชลสิทธิ์ จันทราสี. (2543). การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ.].
- ชาติรี เกิดธรรม. (2542). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอรี.
- โชคชัย ยืนยง. (2549). เอกสารประกอบการสอน. ขอนแก่น: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชุติมา ทองสุข. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิตินันท์ โฉณะสิทธิ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทักษิณันท์ หิรัญเกิด. (2543). ผลการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบแก้ปัญหาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิสนา แจมมณี. (2549). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เฮอร์มาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- นารีรัตน์ พิภสมบูรณ์. (2541). การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- นิตยา ภูมิไชยา. (2535). ผลการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- บุญเลี้ยง จอดนอก. (2549). ผลการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญเชิด ภิญ โญอนันตพงษ์. (2527). การวัดแลประเมินผลการศึกษา ทฤษฎีและการประยุกต์. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม. (2550). ผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยะฉัตร ชัยมาลา. (2550). ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SEs). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พงศรัตน์ ธรรมชาติ. (2544). ผลการสอนโดยการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบการสอนตามคู่มือของ สสวท. ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลลา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ:แนวคิดและวิธีการสอน 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2531). ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ.].
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภูมิ พระรักษา. (2549). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาโทครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

- มนมนัส สุดสั้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์  
 วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
 ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
 การศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- มนวิภา อ่อนศรี. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ  
 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
 นครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- มะลิวรรณ จีระจิตต์. (2533). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง  
 วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะ  
 หาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและ  
 การสอนตามคู่มือครู สสวท. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research). วารสารศึกษาศาสตร์, 7(2),  
 11 - 15.
- \_\_\_\_\_. (2537). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (เอกสารอัดสำเนา).
- ยุพา กุมภาวี. (2550). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ  
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
 (5Es). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เรืองรัตน์ ปัญญาณี. (2529). การเปรียบเทียบผลการสอนสืบเสาะหาความรู้แบบซักถามกับการ  
 สอนสืบเสาะหาความรู้แบบ สสวท ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ  
 เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร  
 มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ลัดดา เพ็ชรประสพ. (2545). ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสอบสวนสอบสวน เรื่องอัตราส่วน ชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษามัธยมศึกษา  
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ลำดวน โสตา. (2545). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้ผังมโนคติ. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เลี้ยง ชตาธิคุณ. (2543). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการชนและ  
โมเมนตัมบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วนิดา ชูแก้ว. (2546). การใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์  
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองตะเภา จังหวัด  
ประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์  
ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัชรพงษ์ พรหมวิชัยกุล. (2548). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เว็บเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษา  
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิชชุดา งามอักษร. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). CONSTRUCTIVISM. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิมล ส้าราญวานิช. (2541). การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น: ศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิริพร สุวรรณการณ์. (2546). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนรูปแบบการเรียนรู้แบบ  
สร้างสรรค์ความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์  
ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยาย และอบรม รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (เอกสารอัดสำเนา).
- สมจิต สวชนไพบูรณ์. (2541). หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ ด้วยตนเอง. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ.].
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2549). เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ SE ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิด ขั้นสูง: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ชารอักษร.
- สาคร ชรรณศักดิ์. (2541). ผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิมแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สายฝน จาริต. (2547). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมคำถามปลายเปิด แบบเร้าของเด็กปฐมวัย โรงเรียนหนองกุงพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุกัญญา ทองวัฒน์. (2545). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดของรูปแบบการสอนเพื่อฝึกการสืบเสาะหาความรู้และรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุธรรม อ่อนคำ. (2534). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุนันท์ทา พราหมณ์น้อย. (2545). ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการระบบบัญชีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนพาณิชย์การเพชรบุรีบริหารธุรกิจ. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนิตย์ ขอนสัก. (2551). การพัฒนาความสารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (INQUIRY CYCLE 5Es). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน (การสอนวิทยาศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สุวรรณ นิชมค้ำ. (2531). **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1 และเล่ม 2**. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊ค.
- สุวิมล เขียวแก้ว. (2540). เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.]. (เอกสารอัดสำเนา).
- สัมพันธ์ พันธุ์พุกภัย. (2539). **สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัย**. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). **สรุปแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544)**. กรุงเทพฯ: กุรุสภาลาดพร้าว.
- อนันต์ จันทร์ทวี. (2523). การพัฒนาและการส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **วารสารส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 3(4).
- อุดมลักษณ์ นกพึ้งพุ่ม. (2545). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ**. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- อุดมพร ก้นทะใจ. (2546). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษา โรงเรียนหนองโนประชาสรรค์ จังหวัดขอนแก่น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Aiken, Lewis R. (1985). **Psychological testing and assessment**. 5<sup>th</sup> ed. Boston: Allyn; 1998.
- Ebrahim, Ali. (2004). The Effect of Traditional Learning and Learning Cycle Inquiry Learning Strategy on Student Science Achievement and Attitudes Toward Elementary Science (Kuwait). **Dissertation Abstracts International**. Chicago: National Institute of Infomatics.
- Hill, J. (1991). **Chemical, the Environment, and You: Exploration in Science and Human Health**. Boston: Allyn and Willson.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1988). **The action research planner**. 3rd ed. Victoria: Deakin University Press.
- McDermott L. (1984). Research on conceptual understanding in mechanics. **Physics Today**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Ravan Press.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นกล

เวลา 18 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานและคลื่นกล

เวลา 2 ชั่วโมง

### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายการเกิดคลื่นกล การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ความแตกต่างระหว่างคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว

### 2. กรอบความคิดหลัก

เมื่อมีการรบกวนตัวกลาง พลังงานจากการรบกวนจะถูกถ่ายโอนให้กับอนุภาคตัวกลางอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดคลื่นกลแผ่ออกไป โดยอนุภาคตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่น แต่จะมีการสั่นรอบตำแหน่งสมดุล ถ้าแอมพลิจูดของการสั่นคงตัว อนุภาคตัวกลางจะมีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จากลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลาง จึงแบ่งคลื่นกลได้เป็น 2 ชนิด คือ คลื่นตามยาว และคลื่นตามขวาง

### 3. สาระการเรียนรู้

- การถ่ายโอนพลังงาน
- คลื่นกล

### 4. รายละเอียดของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

#### ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase)

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยครูนำนักเรียนไปสังเกตแหล่งน้ำธรรมชาติที่อยู่ใกล้และเหมาะสมต่อการไปสังเกตการณ์ โดยให้นักเรียนรบกวนผิวน้ำโดยวัตถุที่ปลายกลมเป็นจุด(ไม้) วัตถุที่มีลักษณะยาว หรือ โยนก้อนหินหรืออื่น ๆ แล้วตั้งคำถาม ถามนักเรียนว่า
  - ผิวน้ำที่ถูกรบกวนด้วยวัตถุที่มีลักษณะต่างกัน มีการเปลี่ยนแปลงของผิวน้ำเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
  - เพราะเหตุใดลักษณะของผิวน้ำจึงเปลี่ยนไปเมื่อถูกรบกวนจากวัตถุ
  - การเปลี่ยนแปลงของผิวน้ำที่นักเรียนเห็น ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่าอะไร

2. นักเรียนอภิปรายและสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเรียกว่า คลื่น และการที่คลื่นสามารถแผ่ออกไปได้จากจุดรวมน แสดงว่า มีการถ่ายโอนพลังงาน
3. ครูถามกระตุ้น โดยการใช้คำถามว่า การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกลเกิดขึ้นได้อย่างไร

### ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นพบ (Exploration Phase)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานและคลื่นกล จากเอกสารต่าง ๆ เช่น ใบความรู้, หนังสือเรียน, อินเทอร์เน็ต เป็นต้น
2. ให้นักเรียนเข้ากลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 คลื่นและตัวกลาง ตามใบกิจกรรมที่ 1 แล้วครูถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ด้วยตัวอย่างคำถามต่อไปนี้
  - เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปแล้ว วัตถุที่ลอยน้ำจะเปลี่ยนตำแหน่งหรือไม่ อย่างไร
3. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย ผลการทำกิจกรรม
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ผลการทำกิจกรรมที่ 1

### ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงาน และคลื่นกล
2. ครูอธิบายเพิ่มเติม สรุปการทำกิจกรรมเกี่ยวกับ ลักษณะของคลื่น คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง รวมทั้งส่วนประกอบต่าง ๆ ของคลื่น

### ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำใบงานที่ 1 ชนิดของคลื่นกล
2. นักเรียนส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานและคลื่นกล

### ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

1. เฉลยแบบฝึกหัด พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง ความเข้าใจของการทำแบบฝึกหัด
2. ตรวจสอบจากการตอบคำถาม การอภิปราย หน้าชั้นเรียน
3. สังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

### 5. สื่อการเรียนรู้

1. ถาดคลื่นน้ำ
2. เม็ดโฟม
3. กระดาษ

4. น้ำ
5. เชือก/สปริง
6. ใบความรู้ ที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานและคลื่นกล
7. ใบกิจกรรมที่ 1 คลื่นและตัวกลาง
8. ใบงานที่ 1 ชนิดของคลื่นกล
9. แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานและคลื่นกล

## 6. การประเมินผล

กิจกรรม/พฤติกรรม/ ผลงานที่ต้องการประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ความรับผิดชอบ สนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรม
2. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และให้ความร่วมมือกับกลุ่ม	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรม
3. การปฏิบัติกิจกรรม	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรม
4. ผลงาน	การตรวจผลงาน	แบบบันทึกการตรวจผลงาน

## 7. สรุปผลการสอน

- 1) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนและศักยภาพที่พัฒนาแล้ว

.....  
 .....

- 2) การประเมินผลการสอนของตนเอง

จุดเด่น จุดด้อย คือ.....

.....  
 .....

ควรปรับปรุง..... คือ.....

.....

ลงชื่อ.....

( คุณครูศิริลักษณ์ นาไชย )

<p>รายวิชาฟิสิกส์ พื้นฐานและเพิ่มเติม</p>	<p>ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานและคลื่นกล</p>	<p>ประกอบ แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5</p>
---	--	--

### คลื่น (Wave)

เป็นปรากฏการณ์จากการรบกวนแหล่งกำเนิด แล้วมีการแผ่กระจายพลังงานอันเป็นผลจากการรบกวนนี้สิ่งที่คลื่นพาไปด้วยคือ พลังงาน

#### 1. การจำแนกคลื่นตามการใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่

1.1 คลื่นกล (Mechanical wave) เป็นคลื่นที่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นน้ำ คลื่นเสียง

1.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic wave) เป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นแสง

#### 2. การจำแนกคลื่นตามลักษณะการสั่นของอนุภาคตัวกลาง

2.1 คลื่นตามขวาง (Transverse wave) อนุภาคตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นแสง

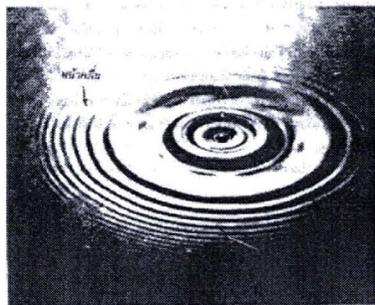
2.2 คลื่นตามยาว (Longitudinal wave) อนุภาคสั่นในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นเสียง

#### ลักษณะทั่วไปของคลื่น

คลื่นทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

**คลื่นดล (pulse wave)** คลื่นที่เกิดในเวลาช่วงสั้นๆ ให้ลูกคลื่น 2 – 3 ลูก

**คลื่นต่อเนื่อง (continuous wave)** คลื่นที่เกิดขึ้นและแผ่พลังงานออกไปอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 1.1

## กิจกรรมที่ 1 คลื่นและตัวกลาง

**จุดประสงค์**    สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่นผิวน้ำผ่านตัวกลาง

**วัสดุอุปกรณ์**

1. ถาดน้ำ
2. กรรไกร
3. ไม้บรรทัด
4. หลอดหยด
5. กระดาษ
6. น้ำ
7. ชุดถาดคลื่น

**วิธีทำกิจกรรม**

1. ก่อนทำการทดลอง อ่านคำสั่งและวิธีการทดลองทุกข้ออย่างละเอียด
2. สร้างตารางข้อมูลเพื่อบันทึกข้อมูลการทดลอง
3. ใส่น้ำในถาดน้ำ ให้สูงประมาณ 1.5 - 2 เซนติเมตร
4. ตัดชิ้นกระดาษเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 0.5 เซนติเมตร ประมาณ 10 ชิ้น (การใช้กรรไกรต้องระมัดระวัง)
5. โยยกระดาษลงบนผิวน้ำและเขี่ยให้กระดาษกระจายอย่างสม่ำเสมอบนผิวน้ำ (ใช้ชิ้นกระดาษ ในการสังเกตทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น)
6. ดูคนน้ำในบีกเกอร์เข้าสู่หลอดหยด
7. ถือหลอดหยดเหนือผิวน้ำ 2-3 เซนติเมตร ตำแหน่งกึ่งกลางถาดน้ำ หยดย้ำลงหนึ่งหยด
8. สังเกตการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านผิวน้ำและการเคลื่อนที่ของชิ้นกระดาษ (อาจสังเกตเงาของคลื่นที่ก้นถาดน้ำจะชัดเจนกว่า) วาดรูปประกอบและจดบันทึกผลการทดลองที่สังเกตได้
9. ทำการทดลองซ้ำข้อ 7 - 9 ซ้ำ หลายครั้ง
10. ทำความสะอาดและเช็ดอุปกรณ์เพื่อเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย ก่อนออกจากห้องทดลอง



**ผลจากการทำกิจกรรม**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**สรุปผลและอภิปราย**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





**แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานและคลื่นกล**

**คำชี้แจง**

1. ให้นักเรียนตอบคำถามลงไปในช่วงว่างให้สมบูรณ์ถูกต้อง
2. ใช้เวลา 20 นาที

1. คลื่นกลกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แตกต่างกัน อย่างไร

.....

.....

.....

2. คลื่นตามขวาง มีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

3. คลื่นตามยาว มีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

4. ถ้านักเรียนใช้เท้ากระทุ้งน้ำ 1 - 2 ครั้ง เกิดคลื่นที่ผิวน้ำหรือไม่ และเป็นคลื่นชนิดใด

.....

.....

.....

5. คลื่นบนผิวน้ำ หรือคลื่นในเส้นเชือก เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นกล

เวลา 18 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง คลื่นผิวน้ำ

เวลา 2 ชั่วโมง

### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- อธิบายความหมายของสันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น ความถี่ คาบ เฟสและหน้าคลื่น
- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วคลื่น ความถี่และความยาวคลื่น และนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปแก้ปัญหาคำถามที่กำหนดได้

### 2. กรอบความคิดหลัก

คลื่นผิวน้ำเป็นคลื่นตามขวาง ผิวน้ำส่วนที่นูนเรียกว่าสันคลื่น ผิวน้ำส่วนเว้า เรียกว่าท้องคลื่น เส้นที่ลากผ่านแนวสันคลื่นหรือแนวท้องคลื่น หรือแนวที่ผ่านตำแหน่งบนคลื่นที่มีเฟสตรงกัน เรียกว่า หน้าคลื่น หน้าคลื่นที่อยู่ติดกันจะห่างกัน 1 ความยาวคลื่น ขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ อัตราเร็วคลื่นเท่ากับ ความถี่คูณกับความยาวคลื่น และตำแหน่งต่าง ๆ บนคลื่นบอกด้วยเฟส

### 3. สาระการเรียนรู้

- คลื่นผิวน้ำ
- ส่วนประกอบของคลื่น
- อัตราเร็วคลื่น

### 4. รายละเอียดของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

#### ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase)

- นำเข้าสู่บทเรียน โดยครูสาธิตทำคลื่นผิวน้ำโดยใช้กล่องคลื่นให้นักเรียน ได้ศึกษาลักษณะต่าง ๆ ของคลื่นจากภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำ ได้แก่ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด และความยาวคลื่น โดยให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่น ไปอีกด้านหนึ่งของกล่องคลื่น แล้วถามกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนว่า
  - เมื่อรบกวนผิวน้ำให้เกิดคลื่นด้วยอุปกรณ์ที่ต่างกัน เช่น หลอดหยด, ไม้บรรทัด จะเกิดคลื่นในลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกัน อย่างไร

### ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นพบ (Exploration Phase)

1. นักเรียนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับ ส่วนประกอบของคลื่น เช่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ และอัตราเร็วของคลื่น จากเอกสารต่าง ๆ เช่น ใบความรู้, หนังสือเรียน, อินเทอร์เน็ต เป็นต้น
2. ให้นักเรียนเข้ากลุ่มทำกิจกรรมที่ 2 คลื่นผิวน้ำ ตามใบกิจกรรมที่ 2 ครูถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ด้วยตัวอย่างคำถามต่อไปนี้
  - เมื่อรบกวนผิวน้ำบนผิวดคลื่น โดยรบกวนผิวน้ำหนึ่งครั้ง กับรบกวนหลายครั้ง ลักษณะของคลื่นผิวน้ำทั้งสองกรณี เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
3. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย ผลการทำกิจกรรม
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ผลการทำกิจกรรมที่ 2 หน้าชั้นเรียน

### ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับคลื่นคล และคลื่นต่อเนื่อง
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมและ สรุปการทำกิจกรรมเกี่ยวกับ คลื่นผิวน้ำ และการแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น ของคลื่นผิวน้ำ

### ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำใบงานที่ 2 คลื่นคลและคลื่นต่อเนื่อง
2. นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เกี่ยวกับ คลื่นผิวน้ำ

### ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

1. เฉลยแบบฝึกหัด พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง ความเข้าใจของการทำแบบฝึกหัด
2. ตรวจสอบจากการตอบคำถาม การอภิปราย หน้าชั้นเรียน
3. สังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

### 5. สื่อการเรียนรู้

1. ถาดคลื่นน้ำ
2. หลอดหยด
3. ไม้บรรทัด
4. น้ำ
5. ใบความรู้ ที่ 2 เรื่อง ส่วนประกอบของคลื่น
6. ใบกิจกรรมที่ 2 คลื่นผิวน้ำ

7. ใบงานที่ 2 คลื่นคตและคลื่นต่อเนื่อง
8. แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง คลื่นผิวน้ำ

#### 6. ภาระประเมินผล

กิจกรรม/พฤติกรรม/ ผลงานที่ต้องการประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ความรับผิดชอบ สนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรม
2. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และให้ความร่วมมือกับกลุ่ม	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรม
3. การปฏิบัติกิจกรรม	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรม
4. ผลงาน	การตรวจผลงาน	แบบบันทึกการตรวจผลงาน

#### 7. สรุปผลการสอน

- 1) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนและศักยภาพที่พัฒนาแล้ว

.....

.....

- 2) การประเมินผลการสอนของตนเอง

จุดเด่น จุดด้อย คือ.....

.....

.....

ควรปรับปรุงชั้น.....คือ.....

.....

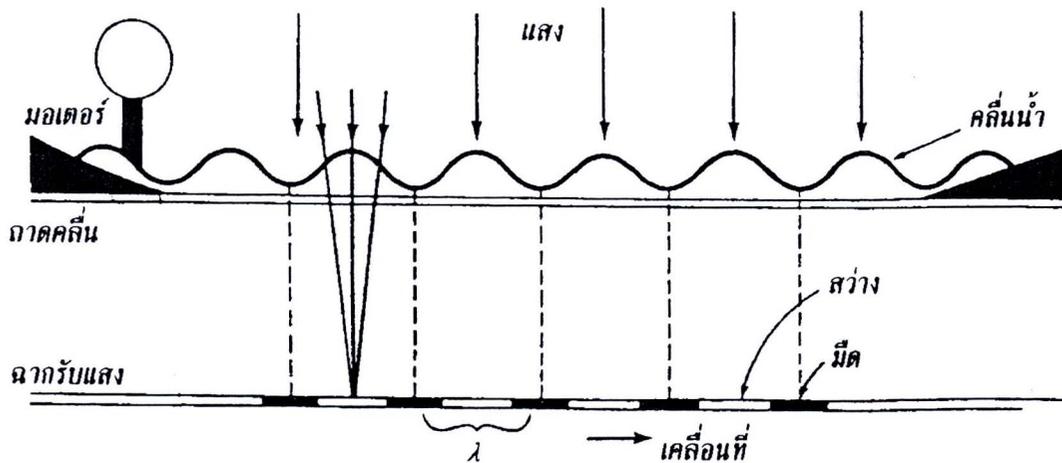
ลงชื่อ.....

( คุณครูศิริลักษณ์ นาไชย)

<p>รายวิชาฟิสิกส์ พื้นฐานและเพิ่มเติม</p>	<p>ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง คลื่นผิวน้ำ</p>	<p>ประกอบ แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5</p>
---	--	--

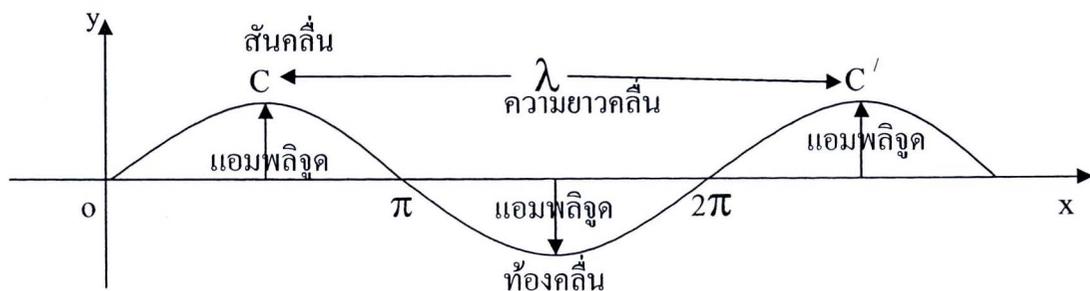
### คลื่นผิวน้ำ

กล่องคลื่น เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของคลื่นผิวน้ำ มีโครงสร้างและส่วนประกอบสำคัญดังรูปที่ 2 มอเตอร์จะทำหน้าที่ กระตุ้นผิวน้ำให้กระเพื่อมเกิดคลื่นผิวน้ำอย่างต่อเนื่องเคลื่อนที่ออกไป ถาดคลื่นทำด้วยแผ่นโปร่งใสเมื่อฉายแสงผ่านคลื่นผิวน้ำ แสงจะเดินทางหักเหผ่านน้ำไปปรากฏบนฉากรับแสง ด้านล่างเห็นเป็นแถบมืดและแถบสว่างเคลื่อนที่ไปในแนวเดียวกับคลื่น



รูปที่ 2 กล่องคลื่น

### องค์ประกอบของคลื่น



1. สันคลื่น (Crest) คือ ส่วนบนสุดของคลื่นแต่ละลูก
2. ท้องคลื่น (Trough) คือ ส่วนล่างสุดของคลื่นแต่ละลูก
3. ความยาวคลื่น (Wavelength) คือ ระยะทางจากสันคลื่นถึงสันคลื่น
4. แอมพลิจูด (Amplitude) คือ ระยะที่มีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลมากที่สุด
5. เฟส (Phase) คือ ค่ามุมที่ใช้บอกตำแหน่งบนคลื่น
6. ความถี่ (Frequency) คือ จำนวนลูกคลื่นที่ผ่านจุดๆ หนึ่ง ใน 1 หน่วยเวลา
7. คาบ (Period) คือ เวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ในครบ 1 รอบ
8. อัตราเร็วคลื่น (wave speed) คือ ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ใน 1 หน่วยเวลา

$$\text{อัตราเร็วคลื่น (v)} = \frac{\text{ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่}}{\text{เวลา}}$$

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

$$v = f\lambda$$

9. หน้าคลื่น (wave front) คือ ตำแหน่งบนคลื่นที่มีเฟสตรงกัน

**ตัวอย่างที่ 1** ถ้าคลื่นในเส้นเชือกมีความยาวคลื่น 10 เซนติเมตร มีความถี่ 50 รอบต่อวินาที คลื่นจะมีความเร็วเท่าไร

**วิธีทำ**

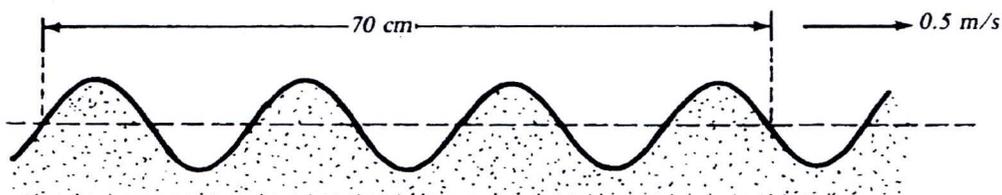
$$\text{จาก } v = \lambda f$$

$$v = (10 \times 10^{-2})(50) = 5 \text{ m/s}$$

**ตอบ** ความเร็วคลื่นเท่ากับ 5 เมตรต่อวินาที

**ตัวอย่างที่ 2**

จากรูปเป็นคลื่นน้ำซึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำด้วยอัตราเร็ว 0.5 เมตรต่อวินาที จงคำนวณความถี่ของคลื่นน้ำ



**วิธีทำ** หา  $\lambda$  เมื่อ  $\lambda$  เป็นความยาวคลื่นของคลื่นน้ำ จากรูปที่โจทย์กำหนดให้จะเห็นว่า

$$3\lambda + \frac{\lambda}{2} = 70$$

$$\frac{7\lambda}{2} = 70$$

$$\therefore \lambda = 20 \text{ cm}$$

หา  $f$  เมื่อ  $f$  เป็นความถี่ของคลื่นน้ำ

$$\text{จาก } v = \lambda f$$

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

$$= \frac{0.5}{20 \times 10^{-2}} = 2.5 \text{ Hz}$$

**ตอบ** ความถี่ของคลื่นน้ำมีค่า 2.5 เฮิรตซ์

### **ตัวอย่างที่ 3**

สมศรีนั่งใช้เท้ากระทุ้งน้ำ สังเกตเห็นคลื่นน้ำผ่านจุดสังเกตหนึ่ง 5 รอบใน 2 วินาที แผล่ออกไป  
ด้านหน้า ถ้าวัดความยาวคลื่น 0.2 เมตร คลื่นลูกนี้จะมีค่าความถี่และ อัตราเร็วเป็นเท่าใด

**วิธีทำ** กำหนด ความยาวคลื่น ( $\lambda = 0.2 \text{ m}$ ) และ ความถี่  $f = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ Hz}$

ดังนั้น อัตราเร็ว จะมีค่า  $v = f\lambda = 2.5 \times 0.2 = 0.5 \text{ m/s}$

**ตอบ** ความถี่  $f = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ Hz}$  และ อัตราเร็วมีค่า 0.5 เมตร/วินาที

## กิจกรรมที่ 2 คลื่นผิวน้ำ

**จุดประสงค์**      สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่และลักษณะของคลื่นผิวน้ำ

**วัสดุอุปกรณ์**

1. ถาดน้ำ
2. ไม้บรรทัด
3. หลอดหยด
4. กระดาษ
5. น้ำ
6. ชุดถาดคลื่น

**วิธีทำกิจกรรม**

1. ก่อนทำการทดลอง อ่านคำสั่งและวิธีการทดลองทุกข้ออย่างละเอียด
2. สร้างตารางข้อมูลเพื่อบันทึกข้อมูลการทดลอง
3. ใส่น้ำในถาดน้ำ ให้สูงประมาณ 1.5 – 2 เซนติเมตร
4. ครอบน้ำในบีกเกอร์เข้าสู่หลอดหยด
5. ถือหลอดหยดเหนือผิวน้ำ 2-3 เซนติเมตร ตำแหน่งกึ่งกลางถาดน้ำ หยดน้ำลงหนึ่งหยด
6. สังเกตการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำผ่านผิวน้ำ วาดรูปประกอบและจดบันทึกผลการทดลองที่สังเกตได้
7. ทำการทดลองซ้ำข้อ 4-6 ซ้ำ หลายครั้ง แล้วเปลี่ยนอุปกรณ์เป็นอย่างอื่นบ้าง เช่น ไม้บรรทัด เพื่อสร้างคลื่นหน้าตรง
8. ทำความสะอาดและเช็ดอุปกรณ์เพื่อเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย ก่อนออกจากห้องทดลอง







## ใบงานที่ 2 เรื่อง คลื่นผิวหน้า

### คำชี้แจง

ให้นักเรียนเข้ากลุ่มและสืบค้นข้อมูลหาความหมายในหัวข้อต่อไปนี้และบันทึกลงในใบงาน

1. คลื่น
2. ชนิดของคลื่นเมื่อเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดโดยอาศัยตัวกลางและไม่อาศัยตัวกลาง
3. ชนิดของคลื่นเมื่อพิจารณาจากการสั่นของตัวกลางกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
4. องค์ประกอบของคลื่น
5. ปริมาณที่เกี่ยวข้อง
6. สมบัติของคลื่น

### ผลการปฏิบัติกิจกรรม

1. คลื่น

.....  
 .....

2. ชนิดของคลื่นเมื่อเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดโดยอาศัยตัวกลางและไม่อาศัยตัวกลาง

.....  
 .....

3. ชนิดของคลื่นเมื่อพิจารณาจากการสั่นของตัวกลางกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

.....  
 .....

4. องค์ประกอบของคลื่น

.....  
 .....

5. ปริมาณที่เกี่ยวข้อง

.....  
 .....

6. สมบัติของคลื่น

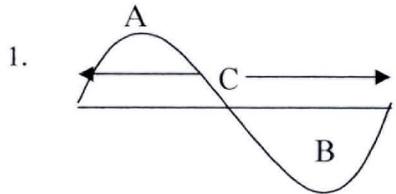
.....  
 .....

**แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง คลื่นผิวน้ำ**

**คำชี้แจง**

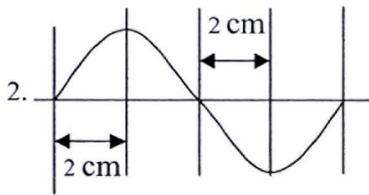
1. ให้นักเรียนตอบคำถามลงไปในช่วงว่างให้สมบูรณ์ถูกต้อง
2. ใช้เวลา 30 นาที

จากรูปจงตอบคำถาม ข้อ 1- 3

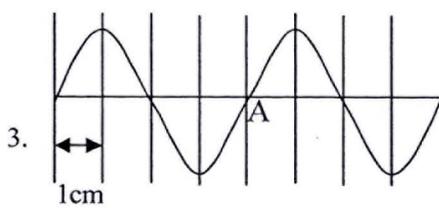


จากรูป A B และ C คือ องค์ประกอบใดของคลื่น

- ... A คือ.....
- ... B คือ.....
- ... C คือ.....



ถ้าแต่ละช่อง ห่างกัน 2 เซนติเมตร คลื่นลูกนี้ มีความยาวคลื่นเป็นเท่าใด.....



ถ้าคลื่นลูกนี้เคลื่อนที่ผ่านจุด A เป็น 2 รอบต่อวินาที คลื่นลูกนี้ จะมีอัตราเร็วเท่าใด

- .....
- .....
- .....

4. จงวาดรูปคลื่นกลชนิดตามขวาง ที่มีความยาวคลื่น 6 เซนติเมตร แอมพลิจูด 1 เซนติเมตร พร้อมบอกองค์ประกอบต่าง ๆ ในคลื่นที่นักเรียนออกแบบวาด

- .....
- .....
- .....

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นกล

เวลา 18 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง การซ้อนทับของคลื่น

เวลา 2 ชั่วโมง

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายการซ้อนทับของคลื่น และเขียนภาพของคลื่นใหม่ที่เกิดจากการซ้อนทับของคลื่นสองคลื่น

#### 2. กรอบความคิดหลัก

เมื่อคลื่นสองคลื่นมาพบกันจะรวมกัน ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การซ้อนทับ ซึ่งเป็นไปตามหลักการซ้อนทับ ที่กล่าวว่า การกระจัดของคลื่นรวมมีค่าเท่ากับผลบวกของการกระจัดของแต่ละคลื่นที่มาพบกัน หลังจากที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันแล้ว แต่ละคลื่นยังคงมีรูปร่างเหมือนและเคลื่อนที่ทิศเดิม

#### 3. สาระการเรียนรู้

การซ้อนทับของคลื่น

#### 4. รายละเอียดของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

##### ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase)

- นำเข้าสู่บทเรียนโดยครูนำเชือก ยาว 3-4 เมตร แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมสาธิต โดยให้นักเรียนตัวแทน 2 คน จับเชือกไว้คนละด้านของปลายเชือก แล้วตั้งคำถามที่เป็นสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ทำนายหรือคาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้น เช่น
  - เมื่อสลับปลายเชือกทั้งสองพร้อมกันทำให้เกิดคลื่นคลหรือคลื่นต่อเนื่องในเส้นเชือกเคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดอะไรขึ้น
  - ถ้าโยนก้อนหินลงน้ำสองก้อนพร้อมกัน คลื่นผิวน้ำสองขบวนที่เกิดขึ้นแล้วเคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

### ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นพบ (Exploration Phase)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับการซ้อนทับของคลื่น จากเอกสารต่าง ๆ เช่น ใบความรู้, หนังสือเรียน, อินเทอร์เน็ต เป็นต้น
2. ให้นักเรียนเข้ากลุ่มทำกิจกรรมที่ 3 การซ้อนทับของคลื่นในสปริง แล้วให้นักเรียน สังเกตลักษณะของคลื่นแต่ละตัวที่เกิดขึ้นขณะก่อนพบกัน ขณะพบกัน และเมื่อผ่านไป
3. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย ผลการทำกิจกรรม แล้วให้แต่ละกลุ่มวาดภาพการซ้อนทับของคลื่นในสปริงที่สังเกตได้ บนกระดาษชาร์ด
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ผลการทำกิจกรรมที่ 3 หน้าชั้นเรียน

### ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ซ้อนทับของคลื่น และอธิบายรายละเอียดของการซ้อนทับของคลื่น ซึ่งเป็นไปตามหลักการซ้อนทับของคลื่น
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมและ สรุป จนได้ข้อสรุปว่า ทุก ๆ ตำแหน่ง ที่คลื่นเคลื่อนที่มาทับกัน จะเกิดการซ้อนทับของคลื่นทั้งสองขึ้นเสมอ

### ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำใบงานที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น
2. นักเรียนส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เกี่ยวกับ การซ้อนทับของคลื่น

### ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

1. เฉลยแบบฝึกหัด พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง ความเข้าใจของการทำแบบฝึกหัด
2. ตรวจสอบจากการตอบคำถาม การอภิปราย หน้าชั้นเรียน
3. สังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

### 5. สื่อการเรียนรู้

1. เส้นเชือกยาว 3-4 เมตร
2. สปริงลวด ยาว 3-4 เมตร
3. กระดาษชาร์ดนำเสนอ
4. ปากกามเมจิกสีต่างๆ
5. ใบความรู้ ที่ 3 เรื่อง การซ้อนทับของคลื่น
6. ใบกิจกรรมที่ 3 การซ้อนทับของคลื่นในสปริง

7. ใบงานที่ 3 การช้อนทัพของคลื่น
8. แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง การช้อนทัพของคลื่น

#### 6. กระประเมินผล

กิจกรรม/พฤติกรรม/ ผลงานที่ต้องการประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ความรับผิดชอบ สนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรม
2. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และให้ความร่วมมือกับกลุ่ม	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรม
3. การปฏิบัติกิจกรรม	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรม
4. ผลงาน	การตรวจผลงาน	แบบบันทึกการตรวจผลงาน

#### 7. สรุปผลการสอน

- 3) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนและศักยภาพที่พัฒนาแล้ว

.....  
 .....

การประเมินผลการสอนของตนเอง

จุดเด่น คือ.....  
 .....

จุดด้อย คือ.....  
 .....

ควรปรับปรุง..... คือ.....  
 .....

ลงชื่อ.....

( ..... )

คุณครูศิริลักษณ์ นาไชย

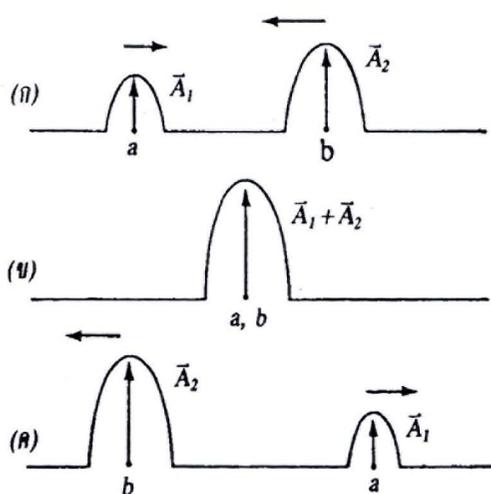
<p>รายวิชาฟิสิกส์ พื้นฐานและเพิ่มเติม</p>	<p>ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การซ้อนทับของคลื่น</p>	<p>ประกอบ แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5</p>
---	---	--

### การซ้อนทับของคลื่น

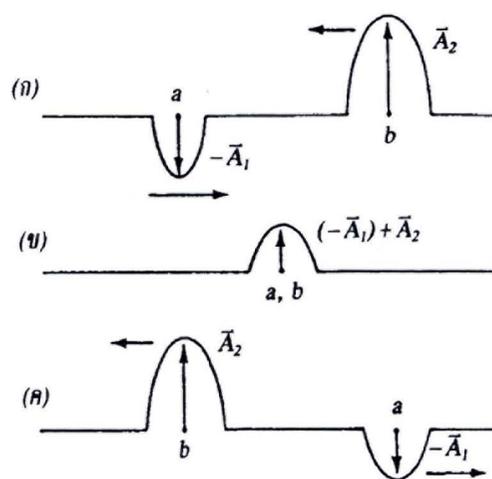
เมื่อคลื่นสองขบวนเคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดการซ้อนทับของคลื่นย่อยทำให้เกิดคลื่นรวมในลักษณะต่าง ๆ กัน การกระจัดลัพธ์ของคลื่นจากแนวสมดุลจะมีค่าเท่ากับผลบวกทางพีชคณิตของการกระจัดคลื่นย่อย และเมื่อคลื่นผ่านพ้นกันไปแล้ว ลักษณะแอมพลิจูดของคลื่นย่อยจะเหมือนเดิม

การรวมกันของคลื่นจะมี 2 แบบ ได้แก่

1. เมื่อคลื่นสองขบวนอยู่ในแนวเดียวกันของแกน จะเกิดการรวมกันแบบเสริมกัน เพราะการเคลื่อนที่มีเฟสตรงกัน อนุภาคตัวกลางมีทิศเดียวกัน มีเครื่องหมายเหมือนกัน ดังรูปที่ 3.1
2. เมื่อคลื่นสองขบวนอยู่คนละซีกของแกน จะเกิดการรวมกันแบบหักล้างกัน เพราะการกระจัดของอนุภาคตัวกลางอยู่ในทิศตรงกันข้ามกัน มีเครื่องหมายต่างกัน ดังรูปที่ 3.2



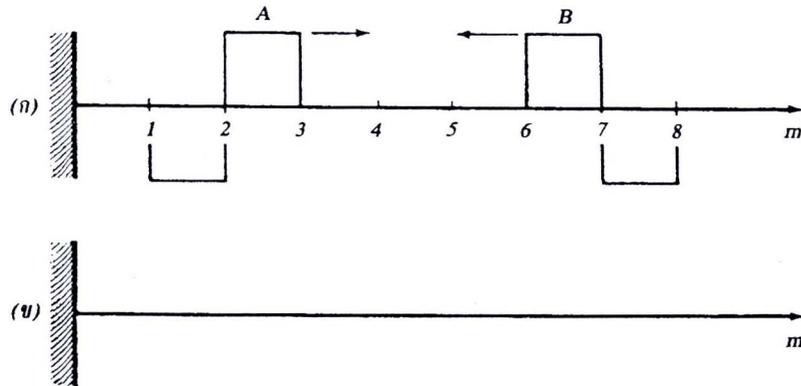
รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.2

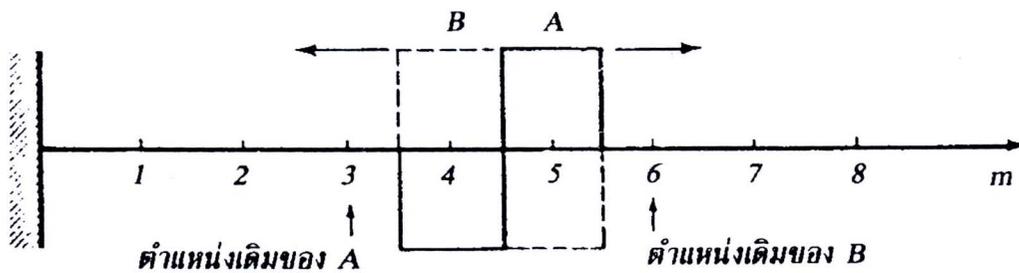
### ตัวอย่างที่ 1

คลื่นคลสองลูกเคลื่อนที่เข้าหากันในเส้นเชือก ลักษณะของเชือกที่เวลาหนึ่งเป็นไปดังรูป (ก) แต่เมื่อเวลาผ่านไป 0.5 วินาที ลักษณะของเชือกเป็นดังรูป (ข) จงคำนวณความเร็วของคลื่นคลทั้งสอง



### วิธีทำ

การที่เรามองไม่เห็นคลื่นคลในรูป (ข) แสดงว่าคลื่นคลสองลูกนี้กำลังอยู่ในลักษณะที่แอมพลิจูดหักล้างกันพอดีมันจะเกิดอย่างนี้ได้แสดงว่าคลื่นคลจะต้องเดินทางเป็นระยะ 2.5 m ทั้งคู่ ขอให้ดูรูปประกอบ



ดังนั้น ถ้า  $v$  เป็นความเร็วของคลื่นคลทั้งสอง จะได้

$$v = \frac{2.5}{0.5} = 5 \text{ m/s}$$

นั่นคือ ความเร็วคลื่นเท่ากับ 5 เมตรต่อวินาที

### กิจกรรมที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น

**จุดประสงค์**      สังเกตและอธิบายการซ้อนทับของคลื่นในสปริงและคลื่นในเส้นเชือก  
**วัสดุอุปกรณ์**

1. ลวดสปริง
2. เส้นเชือก

#### วิธีทำกิจกรรม

1. วางสปริงบนพื้นห้อง จับปลายลวดสปริงทั้งสองด้านดึงให้ยืดออกประมาณ 3 เมตร แล้วสับดปลายลวดสปริงไปทางเดียวกัน พร้อมกัน 1 ครั้ง เพื่อให้เกิดคลื่นคลตามขวาง จากนั้นให้สับดในทิศตรงกันข้ามพร้อมกัน 1 ครั้ง สังเกตลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้น
2. ทำกิจกรรมเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เปลี่ยนจากสปริงเป็นเส้นเชือก

#### คำถามท้ายกิจกรรม

- ในแต่ละกรณี คลื่นคลทั้งสอง เคลื่อนที่อย่างไร
- ขณะที่คลื่นทั้งสองพบกัน ผลเป็นอย่างไร และเมื่อคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่กันไป แล้วผลเป็นอย่างไร

**ผลจากการทำกิจกรรม**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**สรุปผลและอภิปราย**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง การซ้อนทับของคลื่น

**คำชี้แจง**

1. ให้นักเรียนตอบคำถามลงไปในช่วงว่างให้สมบูรณ์ถูกต้อง
2. ใช้เวลา 30 นาที

1. หลักการซ้อนทับของคลื่นใช้อธิบายปรากฏการณ์ใดของคลื่นได้บ้าง

.....

.....

.....

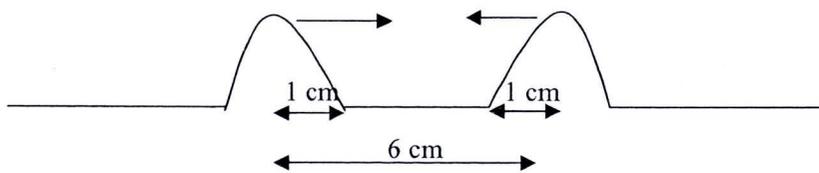
2. จงเขียนรูปคลื่นสองขบวนที่มีเฟสตรงกันข้ามกัน

.....

.....

.....

3. คลื่นสองขบวนในเส้นเชือก กำลังเคลื่อนที่เข้าหากันด้วยอัตราเร็ว 2 เซนติเมตรต่อวินาที ณ เวลาหนึ่ง คลื่นแต่ละขบวนอยู่ห่างกัน 6 เซนติเมตร ดังรูป เมื่อเวลาผ่านไป 2.5 วินาที คลื่นทั้งสองจะอยู่ห่างกันเท่าใด



.....

.....

.....

.....

.....

.....



#### ภาคผนวก ข

- ผลการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์
- ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ
- ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก
- ผลการทำแบบทดสอบ



ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง กลิ่น

เนื้อหา \ พฤติกรรม	รู้จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	รวม
1. การถ่ายโอนพลังงานของกลิ่นกล	2	2	-	4
2. กลิ่นผิวหนัง	-	2	1	3
3. การซึ่มซับของกลิ่น	-	1	-	1
4. สมบัติของกลิ่น	1	-	-	1
5. สมบัติการสะท้อนของกลิ่น	-	3	-	3
6. สมบัติการหักเหของกลิ่น	-	3	2	5
7. สมบัติการแทรกสอดของกลิ่น	-	2	2	4
8. สมบัติการเลี้ยวเบนของกลิ่น	1	3	2	6
9. กลิ่นนิ่งและการสั่นพ้อง	-	2	1	3
<b>รวม</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>30</b>

ตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเนื้อหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น

เนื้อหา	พฤติกรรม	รู้-จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	รวม
หน่วยย่อยที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล					
1. บอกความหมายของคลื่นได้		1,2	-	-	4
2. จำแนกชนิดของคลื่นตามหลักเกณฑ์ต่างๆ ได้		-	3,4	-	
หน่วยย่อยที่ 2 คลื่นผิวน้ำ					
3. อธิบายเกี่ยวกับคลื่นผิวน้ำและการเคลื่อนที่ของคลื่นผิวน้ำได้		-	5	-	
4. อธิบายความหมายของสันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น ความถี่ คาบ เฟสและหน้าคลื่น		-	6	-	3
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วคลื่น ความถี่และความยาวคลื่น และนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปแก้ปัญหาที่กำหนดได้		-	-	7	
หน่วยย่อยที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น					
6. อธิบายการซ้อนทับของคลื่น และเขียนภาพของคลื่นใหม่ที่เกิดจากการซ้อนทับของคลื่นสองคลื่น		-	8	-	1
หน่วยย่อยที่ 4 สมบัติของคลื่น					
7. อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของคลื่นได้		9	-	-	1
หน่วยย่อยที่ 5 การสะท้อนของคลื่น					
8. อธิบายลักษณะของการสะท้อนของคลื่นได้		-	10,11	-	
9. บอกได้ว่าเมื่อคลื่นกระทบขอบเขตคลื่นจะแสดงสมบัติในการสะท้อน โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน		-	12	-	3

ตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ต่อ)

เนื้อหา	พฤติกรรม	รู้-จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	รวม
หน่วยย่อยที่ 6 การหักเหของคลื่น					
10. อธิบายเกี่ยวกับการหักเหของคลื่นได้		-	13	-	
11. บอกได้ว่าในการเคลื่อนที่ของคลื่นผ่านผิวยุขต่อของน้ำที่มีระดับความลึกไม่เท่ากันความเร็วคลื่นและความยาวคลื่นจะมีค่าไม่เท่ากัน		-	14	-	
12. บอกความสัมพันธ์ระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบ และ ความยาวคลื่นหักเห และ ใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าว แก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดได้		-	-	15,16	5
13. อธิบายปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดและมุมวิกฤติได้		-	17	-	
หน่วยย่อยที่ 7 การแทรกของคลื่น					
14. อธิบายลักษณะของปรากฏการณ์การแทรกสอดของคลื่น การแทรกสอดแบบเสริม การแทรกสอดแบบหักล้างและแหล่งกำเนิดอาพันธ์ได้		-	18,19	-	4
15. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างของระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ไปยังจุดใด ๆ บนเส้นบัพหรือเส้นปฏิบัพกับความยาวคลื่น และ ใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้		-	-	20,21	
หน่วยย่อยที่ 8 สมบัติการเลี้ยวเบนของคลื่น					
16. อธิบายลักษณะของปรากฏการณ์การเลี้ยวของคลื่นตามกฎของฮอยเกนส์ได้		22	23,24,25	-	6
17. บอกได้ว่าเมื่อคลื่นเคลื่อนผ่านช่องเปิด 1 ช่อง ความกว้างของช่องมีผลต่อการเลี้ยวเบนของคลื่น		-	-	26,27	
หน่วยย่อยที่ 9 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง					
18. อธิบายการเกิดคลื่นนิ่งของคลื่นผิวน้ำและคลื่นนิ่งในเส้นเชือกได้		-	28,29	-	3
19. คำนวณสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคลื่นนิ่งและการสั่นพ้องได้		-	-	30	
<b>รวม</b>		4	18	8	30

ตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง กลิ่น

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	IOC
	1	2	3		
1	1	0	1	2	0.67
2	1	1	1	3	1
3	0	1	1	2	0.67
4	1	1	1	3	1
5	1	0	1	2	0.67
6	0	1	1	2	0.67
7	1	0	1	2	0.67
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1
10	1	1	1	3	1
11	1	0	1	2	0.67
12	1	1	1	3	1
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	3	1
19	1	1	1	3	1
20	1	1	1	3	1
21	1	1	1	3	1
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	1	1	3	1
27	1	1	1	3	1
28	1	0	1	2	0.67
29	1	1	1	3	1
30	1	1	1	3	1

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดความสามารถ  
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ที่	ชั้นความสามารถ ในการแก้ปัญหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์	ข้อสอบข้อที่	รวม
1	ขั้นระบุปัญหา	1. กำหนดปัญหาหรือค้นหาปัญหา ที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆ	1,5,9,13,17,21, 25,29,33,37	10
2	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	2. วิเคราะห์แยกแยะสาเหตุของ ปัญหาหรือตั้งสมมติฐาน ของปัญหา	2,6,10,14,18,22 , 26,30,34,38	10
3	ขั้นกำหนดวิธีการ เพื่อแก้ปัญหา	3. หาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับ สาเหตุของปัญหาและเสนอวิธี แก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหา	3,7,11,15,19,23 , 27,31,35,39	10
4	ขั้นการตรวจสอบ ผลลัพธ์	4. อธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการ แก้ปัญหาสอดคล้องกับสาเหตุ ของปัญหา	4,8,12,16,18,24 , 28,32,36,40	10
<b>รวม</b>				<b>40</b>

ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)  
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัด ความสามารถใน การแก้ปัญหา ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	IOC
	1	2	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	1	3	1
10	1	1	1	3	1
11	1	1	1	3	1
12	1	1	1	3	1
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	3	1
19	1	1	1	3	1
20	1	1	1	3	1
21	1	1	1	3	1
22	1	1	1	3	1
23	1	1	1	3	1
24	1	1	1	3	1
25	1	1	1	3	1

ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)  
 ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

แบบทดสอบวัด ความสามารถใน การแก้ปัญหา ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	IOC
	1	2	3		
26	1	1	1	3	1
27	1	1	1	3	1
28	1	1	1	3	1
29	1	1	1	3	1
30	1	1	1	3	1
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	1	1	3	1

ตารางที่ 19 แสดงการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.48	0.21	16	0.36	0.57
2	0.54	0.21	17	0.62	0.36
3	0.40	0.57	18	0.36	0.64
4	0.78	0.21	19	0.46	0.71
5	0.78	0.36	20	0.52	0.43
6	0.58	0.36	21	0.74	0.50
7	0.68	0.50	22	0.38	0.43
8	0.72	0.29	23	0.34	0.43
9	0.36	0.50	24	0.44	0.43
10	0.48	0.79	25	0.66	0.50
11	0.58	0.43	26	0.74	0.21
12	0.48	0.21	27	0.78	0.21
13	0.58	0.43	28	0.22	0.29
14	0.80	0.36	29	0.52	0.36
15	0.44	0.43	30	0.20	0.29

ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(p) เท่ากับ 0.20 - 0.80

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(r) เท่ากับ 0.21 - 0.79

ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.87

**ตารางที่ 20** แสดงการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.73	0.37	21	0.75	0.33
2	0.75	0.33	22	0.75	0.78
3	0.65	0.52	23	0.66	0.85
4	0.57	0.54	24	0.78	0.59
5	0.70	0.82	25	0.76	0.62
6	0.76	0.62	26	0.68	0.35
7	0.63	0.55	27	0.32	0.24
8	0.68	0.57	28	0.64	0.43
9	0.57	0.54	29	0.66	0.85
10	0.58	0.61	30	0.70	0.82
11	0.75	0.78	31	0.72	0.80
12	0.60	0.58	32	0.76	0.62
13	0.63	0.55	33	0.61	0.66
14	0.59	0.40	34	0.61	0.66
15	0.53	0.68	35	0.70	0.69
16	0.60	0.58	36	0.66	0.59
17	0.70	0.69	37	0.63	0.63
18	0.72	0.67	38	0.55	0.57
19	0.72	0.67	39	0.69	0.55
20	0.76	0.62	40	0.58	0.61

ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (p) เท่ากับ 0.32 - 0.78  
ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (r) เท่ากับ 0.24 - 0.85  
ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.92

**ตารางที่ 21** แสดงคะแนนและจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	
	คะแนน (15)	ร้อยละ	คะแนน (16)	ร้อยละ
1	12	80.00	10*	62.50
2	8*	53.33	12	75.00
3	12	80.00	13	81.25
4	11	73.33	12	75.00
5	8*	53.33	9*	56.25
6	9*	60.00	12	75.00
7	11	73.33	13	81.25
8	11	73.33	12	75.00
9	10*	66.67	12	75.00
10	11	73.33	12	75.00
11	12	80.00	13	81.25
12	11	73.33	11*	68.75
13	10*	66.67	10*	62.50
14	9*	60.00	8*	50.00
15	7*	46.67	8*	50.00
16	12	80.00	13*	81.25
17	9*	60.00	12	75.00
18	8*	53.33	9*	56.25
19	11	73.33	12	75.00
20	11	73.33	12	75.00

**ตารางที่ 21** แสดงคะแนนและจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	
	คะแนน (15)	ร้อยละ	คะแนน (16)	ร้อยละ
21	7*	46.67	9*	56.25
22	11	73.33	12	75
คะแนนเฉลี่ย	10.05	66.97	11.18	69.89
S.D.	1.65	-	1.65	-
น.ร.ผ่านเกณฑ์ (คน)	12	54.55	14	63.64

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบ  
เครื่องหมาย \* หมายถึง คะแนนของนักเรียนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 22 แสดงคะแนนและจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	
	คะแนน (15)	ร้อยละ	คะแนน (16)	ร้อยละ
1	11	73.33	12	80.00
2	12	80.00	13	86.67
3	11	73.33	12	80.00
4	13	86.67	14	93.33
5	10*	66.67	11*	73.33
6	11	73.33	12	80.00
7	12	80.00	13	86.67
8	12	80.00	12	80.00
9	12	80.00	13	86.67
10	12	80.00	14	93.33
11	11	73.33	13	86.67
12	13	86.67	13	86.67
13	11	73.33	12	80.00
14	9*	60.00	12	80.00
15	8*	53.33	11*	73.33
16	12	80.00	13	86.67
17	11	73.33	12	80.00
18	9*	60.00	10*	66.67
19	12	80.00	12	80.00
20	13	86.67	14	93.33

ตารางที่ 22 แสดงคะแนนและจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	
	คะแนน (15)	ร้อยละ	คะแนน (16)	ร้อยละ
21	10*	66.67	11*	73.33
22	12	80.00	13	86.67
คะแนนเฉลี่ย	11.23	74.85	12.36	82.42
S.D.	1.34	-	1.049	-
น.ร.ผ่านเกณฑ์ (คน)	17	77.27	18	81.82

หมายเหตุ      ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบ  
เครื่องหมาย \* หมายถึง คะแนนของนักเรียนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 23 แสดงคะแนนและจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ฟิสิกส์ หลังสิ้นสุดการเรียนการสอน

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	
	คะแนน (30)	ร้อยละ
1	19*	63.33
2	21	70.00
3	23	76.67
4	20*	66.67
5	23	76.67
6	24	80.00
7	18*	60.00
8	21	70.00
9	20*	66.67
10	24	80.00
11	22	73.33
12	23	76.67
13	24	80.00
14	18*	60.00
15	20*	66.67
16	23	76.67
17	25	83.33
18	22	73.33
19	23	76.67
20	21	70.00

**ตารางที่ 23** แสดงคะแนนและจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ฟิสิกส์ หลังสิ้นสุดการเรียนการสอน (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	
	คะแนน (30)	ร้อยละ
21	21	70.00
22	23	76.67
คะแนนเฉลี่ย	21.73	72.42
S.D.	1.98	-
น.ร. ผ่านเกณฑ์ (คน)	16	72.72

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบ  
เครื่องหมาย \* หมายถึง คะแนนของนักเรียนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 24 แสดงคะแนนและจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์การทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังสิ้นสุดการเรียนการสอน

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	คะแนน (40)	ร้อยละ
1	31	77.50
2	28	70.00
3	34	85.00
4	33	82.50
5	26*	65.00
6	32	80.00
7	29	72.50
8	36	90.00
9	33	82.50
10	34	85.00
11	30	75.00
12	35	87.50
13	34	85.00
14	29	72.50
15	25*	62.50
16	33	82.50
17	36	90.00
18	27*	67.50
19	32	80.00
20	34	85.00

**ตารางที่ 24** แสดงคะแนนและจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์การทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังสิ้นสุดการเรียนการสอน (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	
	คะแนน (40)	ร้อยละ
21	27*	67.50
22	34	85.00
คะแนนเฉลี่ย	31.45	78.67
S.D.	3.32	-
น.ร. ผ่านเกณฑ์ (คน)	18	81.82

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบ  
เครื่องหมาย \* หมายถึง คะแนนของนักเรียนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด



ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ท้ายวงจรปฏิบัติการ
- ตัวอย่างแบบทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ท้ายวงจรปฏิบัติการ

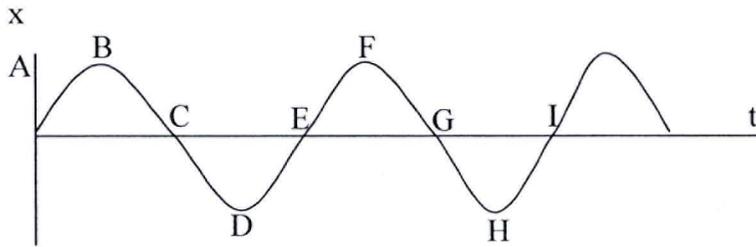




5. ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นผิวน้ำ

- ก. เมื่อคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่ผ่านช่องแคบเดี่ยว จะเกิดการเลี้ยวเบนและแทรกสอดพร้อม ๆ กัน
- ข. เมื่อคลื่นผ่านช่องเปิดที่มีความกว้างมากกว่าความยาวคลื่นมาก ๆ จะไม่เกิดการแทรกสอด
- ค. เมื่อคลื่นผ่านช่องเปิด 2 ช่อง จะเกิดการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดเสมอ
- ง. เมื่อคลื่นผ่านช่องเปิด 2 ช่อง โดยแต่ละช่องแคบมาก ๆ จะเกิดการเลี้ยวเบนแต่ไม่เกิดการแทรกสอด

6. จากรูป ตำแหน่งที่มีเฟสตรงกับ E คือข้อใด

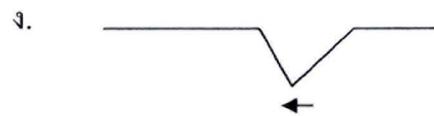
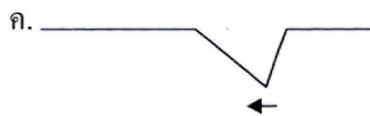
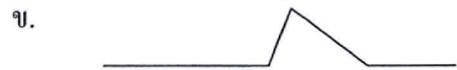


- ก. A,I      ข. C,G
- ค. B,F      ง. A,C

7. ลวดสปริงถูกยึดออกบนพื้นราบ ปลายหนึ่งถูกตรึง อีกปลายหนึ่งถูกสับด้วยจังหวะสม่ำเสมอ ปรากฏว่าเกิดคลื่น 20 ลูกคลื่นในเวลา 10 วินาที ถ้าความยาวคลื่นเท่ากับ 0.2 เมตร อัตราเร็วมีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 0.1 เมตร/วินาที      ข. 0.4 เมตร/วินาที
- ค. 2.0 เมตร/วินาที      ง. 4.0 เมตร/วินาที

8. รูปต่อไปนี้แสดงลักษณะของคลื่นที่เคลื่อนที่ไปทางขวา คลื่นในข้อใดต่อไปนี้ที่สามารถหักล้างคลื่นนี้ ในขณะที่ใดขณะหนึ่งได้หมดพอดี



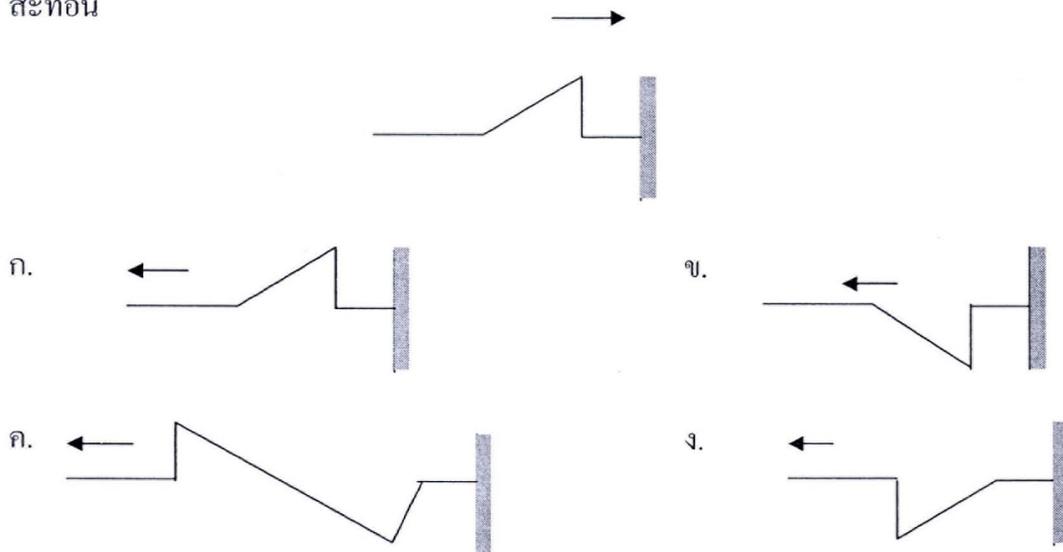
9. ข้อความใดกล่าว **ไม่** ถูกต้อง

- ก. การสะท้อนของคลื่นน้ำความยาวคลื่นไม่เปลี่ยนแปลง
- ข. การสะท้อนของคลื่นเชือกปลายอิสระเฟสไม่เปลี่ยนแปลง
- ค. การหักเหของคลื่นอัตราเร็วเปลี่ยนแปลง
- ง. การหักเหของคลื่นเกิดขึ้นได้ในตัวกลางเดียวกัน

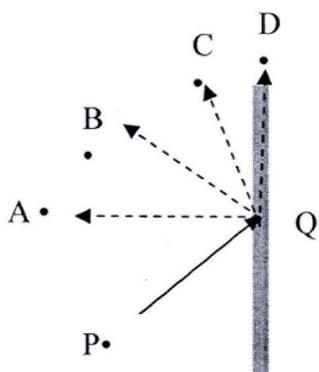
10. เส้นเชือกเส้นหนึ่งมีปลายข้างหนึ่งผูกติดกับเสาเมื่อสร้างคลื่นคลจากปลายข้างหนึ่งมาตกกระทบจะเกิดคลื่นสะท้อนขึ้น คลื่นสะท้อนมีเฟสเปลี่ยนไปที่องศา

- ก.  $90^\circ$       ข.  $180^\circ$       ค.  $270^\circ$       ง.  $360^\circ$

11. ตามรูปข้างบนแสดงถึงคลื่นตกกระทบในเส้นเชือก ซึ่งปลายข้างหนึ่งของเชือกผูกติดอยู่กับกำแพง เมื่อคลื่นตกกระทบกับกำแพงแล้วจะเกิดคลื่นสะท้อนขึ้นจากข้อต่อไปนี้ ข้อใดแสดงถึงคลื่นสะท้อน



12. คลื่นขบวนหนึ่งเคลื่อนที่จาก P ไป Q แนวทางเดินของคลื่นสะท้อนจะเคลื่อนที่ไปตามแนวทางใด



- ก. แนว Q => A  
 ข. แนว Q => B  
 ค. แนว Q => C  
 ง. แนว Q => D

13. การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อตัวกลางเปลี่ยน เกิดจากสาเหตุในข้อใด

- ก. มีการแทรกสอดของคลื่นเกิดขึ้น  
 ข. มีการสะท้อนที่รอยเชือกของตัวกลาง  
 ค. มีการเลี้ยวเบนของคลื่นเกิดขึ้น  
 ง. มีการหักเหเกิดขึ้น

\*\*\*\*\*

## แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัยซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์และตัวคำถามให้นักเรียนตอบคำถามในขอบเขตของข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ในหนึ่งสถานการณ์จะมีคำถาม 4 ข้อ นักเรียนจะต้องตอบให้ครบทุกข้อ คำถามแต่ละข้อจะให้ 1 คะแนน ถ้านักเรียนตอบถูก ถ้านักเรียนตอบผิดจะให้ 0 คะแนน
  2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 สถานการณ์ ข้อคำถามมีทั้งหมด 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที
  3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้
  4. เขียนชื่อ นามสกุล เลขที่ ชั้นที่เรียน ลงในกระดาษคำตอบที่แจกก่อนลงมือทำข้อสอบ
  5. ห้ามนักเรียนขีดเขียนข้อความต่างๆ ลงในแบบทดสอบชุดนี้
-

## สถานการณ์ที่ 1

ปัจจุบันมีการใช้วัสดุที่เป็นสารสังเคราะห์ ในชีวิตประจำวันค่อนข้างมาก ได้แก่ การใช้กล่องโฟมใส่อาหาร การฉีดสเปรย์ มีผลให้เกิดสาร CFC ในบรรยากาศจำนวนมาก ที่ไปทำลายชั้นบรรยากาศให้เป็นช่องโหว่ขณะนี้ และมีผลให้ชั้นบรรยากาศไม่สามารถรองรับรังสีไว้ได้ ทำให้รังสีจากแสงอาทิตย์ส่องมายังโลก มีความเข้มของแสงมากเกินไป อากาศบนโลกร้อนขึ้น และไม่สามารถระบายความร้อนออกได้ โลกจึงมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกปี

### 1. ปัญหาที่เกิดขึ้น คืออะไร

- ก. โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นทุกปี
- ข. โลกได้รับรังสีที่มีความเข้มมากขึ้น
- ค. ฝุ่นละออง เขม่า คว้น ทำให้อากาศเสีย
- ง. มนุษย์เป็นผู้ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

### 2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

- ก. การฉีดสเปรย์ทำให้เกิดสาร CFC ในบรรยากาศ
- ข. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดูดความร้อนเพิ่มมากขึ้น
- ค. สาร CFC ทำให้เกิดช่องให้รังสี UV ผ่านเข้ามาในโลกมากขึ้น
- ง. บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกไม่สามารถป้องกันรังสีอุตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ได้

### 3. นักเรียนคิดว่า จะมีวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ได้อย่างไร

- ก. ปลุกต้นไม้เพื่อใช้กรองแสงอาทิตย์
- ข. รณรงค์ให้ประชาชนใช้สารอื่นแทนสเปรย์
- ค. ห้ามประชาชนใช้สารที่มีส่วนประกอบของสาร CFC
- ง. ให้ความรู้เกี่ยวกับโทษของสาร CFC ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

### 4. จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ จะเกิดผลอย่างไร

- ก. อุณหภูมิของโลกจะไม่เพิ่มขึ้นอีก
- ข. ปริมาณสาร CFC ในบรรยากาศมีปริมาณลดลง
- ค. ประชาชนมีจิตสำนึกในการรักษาสภาพแวดล้อม
- ง. ประชาชนหยุดใช้สารทุกชนิดที่มี CFC เป็นองค์ประกอบ

## สถานการณ์ที่ 2

ในชุมชนแห่งหนึ่ง มีการเหน้ำที่เกิดจากการซ้กล้างลงสู่แหล่งน้ำอยู่เป็นประจำ ซึ่งสารซ้กล้างมีส่วนประกอบของผงซ้กฟอก ทำให้แหล่งน้ำค้กกล่าวเน่าเสีย เนื่องจากในผงซ้กฟอกมีสารฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบด้วย ซึ่งเป็นสารอาหารที่ทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตได้ดี และขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วปกคลุมทั่วผิวน้ำ

### 5. ปัญหาที่เกิดขึ้น คืออะไร

- ก. แหล่งน้ำในชุมชนเกิดการเน่าเสีย
- ข. แหล่งน้ำมีสารประกอบฟอสเฟตทำให้สัตว์น้ำตาย
- ค. ผงซ้กฟอกมีสารประกอบฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ
- ง. พืชน้ำเจริญเติบโตเร็วเกินไป เพราะใช้สารประกอบฟอสเฟตจากน้ำทิ้งในการหายใจ

### 6. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

- ก. การทิ้งสารฟอสเฟตลงน้ำ
- ข. พืชน้ำเจริญเติบโตรวดเร็ว
- ค. สัตว์น้ำได้รับสารประกอบฟอสเฟต
- ง. ในน้ำมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก

### 7. นักเรียนคิดว่า จะมีวิธีแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. เพิ่มจำนวนปลาที่กินพืชน้ำไว้มากขึ้น
- ข. กำจัดพืชน้ำที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันน้ำเสีย
- ค. ห้ามโรงงานผลิตผงซ้กฟอกที่มีสารฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ
- ง. ประชาชนช่วยกันขุดบ่อเพื่อกักน้ำทิ้งไม่ให้ไหลสู่แหล่งน้ำโดยตรง

### 8. จากการแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ จะเกิดผลอย่างไร

- ก. แหล่งน้ำใสสะอาดปราศจากพืชน้ำปกคลุม
- ข. ประชาชนมีแหล่งน้ำสะอาดใช้ในการอุปโภคบริโภค
- ค. โรงงานไม่ผลิตผงซ้กฟอกซึ่งมีสารประกอบฟอสเฟต
- ง. แหล่งน้ำปราศจากสารประกอบฟอสเฟต ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้น้ำเสีย

### สถานการณ์ที่ 3

ชาวบ้านหมู่บ้านสร้างบุญ จังหวัดร้อยเอ็ด มีอาชีพในการปลูกผักขาย ซึ่งได้แก่ ผักกาดขาว ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง พบว่าผักดังกล่าวมักจะมีหนอนมาเจาะใบผักทำให้เป็นรู ทำให้ไม่น่ารับประทาน ชาวบ้านจึงใช้วิธีฆ่าหนอน ไม่ให้มาเจาะกินในผักทำให้เป็นรูมากขึ้น โดยนำยาฆ่าแมลงมาฉีดพ่นก่อนนำไปขาย 4-5 วัน ต่อมาพบว่า มีคนที่กินผักเป็นประจำป่วยเป็นโรคทางเดินอาหาร

#### 9. ปัญหาที่เกิดขึ้น คืออะไร

- ก. ใบผักไม่น่ารับประทาน
- ข. ชาวบ้านได้ผลผลิตผักน้อย
- ค. มีคนป่วยเป็นโรคทางเดินอาหาร
- ง. คนในชุมชนต้องบริโภคผักที่เป็นรู

#### 10. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

- ก. หนอนเจาะใบผัก
- ข. ผักไม่น่ารับประทาน
- ค. ใบผักมีสารตกค้างมาก
- ง. การใช้ยาฆ่าแมลงก่อนนำไปขาย

#### 11. นักเรียนคิดว่า จะมีวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ได้อย่างไร

- ก. ตีผักทุกครั้งก่อนรับประทาน
- ข. แนะนำให้ชาวบ้านเลิกใช้ยาฆ่าแมลง
- ค. ให้ชาวบ้านเปลี่ยนชนิดของยาฆ่าแมลง
- ง. เลิกรับประทานผักจากหมู่บ้านสร้างบุญ

#### 12. จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ จะเกิดผลอย่างไร

- ก. ชาวบ้านขายผักได้ราคาดีขึ้น
- ข. ผู้บริโภคได้รับความปลอดภัย
- ค. ใบผักไม่มีรูและไม่น่ารับประทาน
- ง. ไม่มีคนป่วยเป็นโรคทางเดินอาหาร

#### สถานการณ์ที่ 4

บริเวณใกล้เคียงโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง พบว่ามีฝนกรดเกิดขึ้น ซึ่งมีลักษณะสีเหลืองขุ่น ทำให้ภาชนะอลูมิเนียมที่ชาวบ้านใช้รองรับน้ำฝนมีรอยดำง้ำ และหลังจากเกิดฝนกรดทำให้ชาวบ้านบริเวณนั้นเกิดอาการเจ็บป่วยเกี่ยวกับโรคผื่นคันตามผิวหนัง และโรคทางเดินอาหารเป็นจำนวนมาก

#### 13. ปัญหาที่เกิดขึ้น คืออะไร

- ก. มีก๊าซสำคัญที่เกิดขึ้นในอากาศทำให้เกิดฝนกรด
- ข. บ้านเรือนของชาวบ้านมีสภาพดำง้ำไม่สวยงาม
- ค. ประชาชนเจ็บป่วยเป็นโรคทางเดินอาหารและโรคผื่นคัน
- ง. ฝนกรดที่ลักษณะสีเหลืองขุ่น เป็นอันตรายต่อคน สัตว์ และพืช

#### 14. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

- ก. สภาพแวดล้อมเป็นพิษทำให้เกิดฝนกรด
- ข. ฝนกรดทำให้บ้านเรือนของประชาชนได้รับความเสียหาย
- ค. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำให้คนป่วยเป็นโรคทางเดินอาหารและมีผื่นคัน
- ง. ฝนกรดทำปฏิกิริยากับโลหะจำพวกอลูมิเนียมทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

#### 15. นักเรียนคิดว่า จะมีวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ได้อย่างไร

- ก. ให้ชาวบ้านใช้วัสดุก่อสร้างที่ทนต่อฝนกรด
- ข. ป้องกันไม่ให้มีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ
- ค. ให้ความรู้แก่ประชาชนในการดูแลสุขภาพเมื่อเจ็บป่วย
- ง. ย้ายโรงงานที่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษออกจากแหล่งชุมชน

#### 16. จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ จะเกิดผลอย่างไร

- ก. บ้านเรือนของชาวบ้านมีสภาพสวยงามไม่มีรอยดำง้ำ
- ข. ไม่เกิดฝนกรดในบริเวณใกล้เคียงโรงงานอุตสาหกรรม
- ค. โรงงานอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษถูกสั่งปิดกิจการ
- ง. ประชาชนหายจากอาการเจ็บป่วยเนื่องจากไม่ได้รับสารพิษ

\*\*\*\*\*

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กลิ่นกล ท้ายวงจรการปฏิบัติที่ 1

### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้นักเรียนขีดเส้นทับที่คำตอบเดิม แล้วจึงทำเครื่องหมาย X ลงในคำตอบที่ต้องการ ตัวอย่าง  
 ข้อ 0.    ก            ข            **X**            ง
5. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
6. เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบ

1. กลิ่นที่ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่คือกลิ่นใด
 

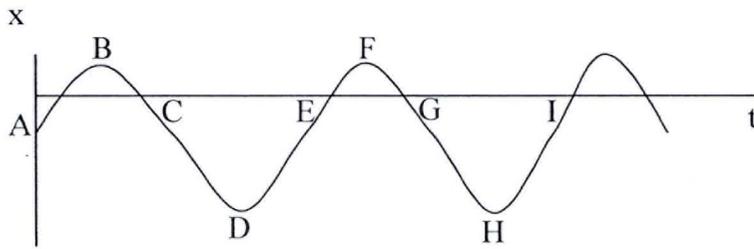
ก. กลิ่นกล	ข. กลิ่นคล
ค. กลิ่นตามยาว	ง. กลิ่นตามขวาง
2. ถ้าרבกวนที่ผิวหน้าต่อเนื่องเป็นจังหวัดที่จุด ๆ หนึ่ง กลิ่นที่เกิดขึ้นเรียกว่า
 

ก. กลิ่นต่อเนื่องเส้นตรง	ข. กลิ่นต่อเนื่องวงกลม
ค. กลิ่นดลเส้นตรง	ง. กลิ่นดลวงกลม
3. ตัวอย่างของกลิ่นกลคือ
 

ก. กลิ่นความร้อน กลิ่นวิทยุ และรังสีเอกซ์
ข. รังสีแกมมา กลิ่นอูลตราโซนิกส์ และแสงเลเซอร์
ค. กลิ่นเสียง กลิ่นน้ำ และกลิ่นในเส้นเชือก
ง. กลิ่นบนสปริง แผ่นดินไหว และกลิ่นแสง
4. กลิ่นตามยาวและกลิ่นตามขวางต่างกันอย่างไร
 

ก. ความยาวกลิ่น
ข. ทิศทางการเคลื่อนที่ของกลิ่น
ค. ประเภทของแหล่งกำเนิด
ง. ทิศทางการสั้นของตัวกลาง

5. จากรูปตำแหน่งที่เฟสตรงกับ E คือข้อใด



ก. B,F

ข. C,G

ค. A,I

ง. A,C

6. คลื่นน้ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่สั่นเร็วขึ้นจะมีอะไรเปลี่ยนแปลงนอกจากความถี่

ก. คาบเพิ่มขึ้น

ข. ความยาวคลื่นลดลง

ค. พลังงานมากขึ้น

ง. อัตราเร็วเพิ่มขึ้น

7. เมื่อคลื่นผิวน้ำแผ่ไปถึงวัตถุที่ลอยอยู่ที่ผิวน้ำแล้ววัตถุจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร

ก. อยู่นิ่ง ๆ เหมือนเดิม

ข. กระเพื่อมขึ้นและอยู่กับที่เมื่อคลื่นผ่านไปแล้ว

ค. เคลื่อนที่ตามคลื่น

ง. ขยับไปข้างหน้าและถอยหลัง

8. ในการสั่นเชิงคอกโดยปลายข้างหนึ่งตรึงกับกำแพง ข้อสรุปใดถูกต้อง

ก. ตรงปลายตั้ง พลังงานของคลื่นมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

ข. คลื่นสะท้อนจะเปลี่ยนรูปร่างไปจากคลื่นที่ตกกระทบ

ค. เฟสของคลื่นสะท้อนจะตรงกันข้ามกับเฟสของคลื่นตกกระทบ

ง. ถ้าคลื่นตกกระทบมีเฟส 90 องศา คลื่นสะท้อนจะมีเฟส 90 องศาด้วย

9. ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นน้ำ

ก. เมื่อคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่ผ่านช่องแคบเดี่ยว จะเกิดการเลี้ยวเบนและแทรกสอดพร้อมๆ กัน

ข. เมื่อคลื่นผ่านช่องเปิดที่มีความกว้างมากกว่าความยาวคลื่นมาก ๆ จะไม่เกิดการแทรกสอด

ค. เมื่อคลื่นผ่านช่องเปิด 2 ช่อง จะเกิดการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดเสมอ

ง. เมื่อคลื่นผ่านช่องเปิด 2 ช่อง โดยแต่ละช่องแคบมากๆ จะเกิดการเลี้ยวเบนแต่ไม่เกิดการแทรกสอด

10. ถ้าระยะระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันมีค่า 12 เมตร และคลื่นมีความเร็ว 6 m/s คลื่นขบวนนี้จะเคลื่อนที่ผ่านจุด ๆ หนึ่งนาทีละกี่ลูกคลื่น

ก. 30

ข. 60

ค. 72

ง. 90

\*\*\*\*\*

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**เรื่อง คลื่นกล ท้ายวงจรการปฏิบัติที่ 2**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
  2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง
  3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
  4. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้นักเรียนขีดเส้นทับที่คำตอบเดิม แล้วจึงทำเครื่องหมาย X ลงในคำตอบที่ต้องการ ตัวอย่าง  
ข้อ 0.    ก                    ข                    X                    ง
  5. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
  6. เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบ
- 

1. เมื่อมีจุดกำเนิดคลื่น อยู่ที่จุดโฟกัสของผิวสะท้อนรูปพาราโบลาให้คลื่น ไปกระทบผิวสะท้อน คลื่นสะท้อนจะมีลักษณะอย่างไร
  - ก. มีหน้าคลื่นโค้งรูปพาราโบลา
  - ข. มีหน้าคลื่นเป็นเส้นตรง
  - ค. มีหน้าคลื่นวงกลมกระจายออกจากผิวโค้ง
  - ง. มีหน้าคลื่นวงกลมพุ่งเข้าหาจุดโฟกัส
2. เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกเข้าสู่บริเวณน้ำตื้น โดยมีหน้าคลื่นขนานรอยต่อของน้ำลึกและน้ำตื้น ข้อความใดถูกต้อง
  - ก. ความถี่ลดลง
  - ข. ความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น
  - ค. อัตราเร็วคงที่
  - ง. ทิศทางไม่เปลี่ยนแปลง
3. คลื่นผิวน้ำมีอัตราเร็วในน้ำลึกและในน้ำตื้นเป็น 20 ซม./วินาที และ 16 ซม./วินาที จงหาอัตราส่วนของ sine ของมุมตกกระทบต่อ sine ของมุมหักเห เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากน้ำลึกสู่น้ำตื้น
 

ก. 5/4	ข. 4/5
ค. 3/2	ง. 2/3

4. อัตราเร็วของคลื่นน้ำลึกมีค่า  $5/3$  เท่าของอัตราเร็วของคลื่นในน้ำตื้น คลื่นจะเกิดการสะท้อนกลับเมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากบริเวณใด มิมุมตกกระทบเท่าใด

- ก. 10 องศา                      ข. 20 องศา  
ค. 30 องศา                      ง. 40 องศา

5.  $s_1$  และ  $s_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นน้ำ อยู่ห่างกัน 18 ซม. ให้คลื่นเฟสตรงกันมีความถี่และแอมพลิจูดเท่ากับความเร็วคลื่น 4 ซม. ระหว่าง  $s_1$  และ  $s_2$  จะให้แนวบีบกี่แนว

- ก. 4 แนว                              ข. 5 แนว  
ค. 8 แนว                              ง. 9 แนว

6. แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์เฟสตรงกัน 2 อัน วางห่างกัน 6 ซม. ความยาวคลื่น 40 ซม./วินาที ขณะนั้นคลื่นมีความถี่ 20 Hz จงหาว่าแนวปฏิบัติที่ 3 จะเบนออกจากแนวกลางเท่าไร

- ก. 30 องศา                      ข. 53 องศา  
ค. 60 องศา                      ง. 90 องศา

7. ปลาที่อยู่ในน้ำมองขึ้นไปดูแมลงที่บินอยู่เหนือน้ำจะมองเห็นแมลงอยู่ที่ใด

- ก. อยู่สูงกว่าตำแหน่งจริง                      ข. อยู่ต่ำกว่าตำแหน่งจริง  
ค. เบนเข้ามาจากตำแหน่งเดิมในแนวระดับ                      ง. เบนออกไปจากตำแหน่งเดิม

8. คลื่นในตัวกลางหนึ่ง ถ้าเพิ่มความถี่ขึ้นเป็น 2 เท่า ความยาวคลื่นจะเป็นอย่างไร

- ก. เท่าเดิม                              ข. เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า  
ค. เพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า                      ง. ลดลงครึ่งหนึ่ง

9. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำตื้น โดยหน้าคลื่นตกกระทบขนานกับบริเวณรอยต่อคลื่น ในบริเวณทั้งสองมีค่าใดบ้างที่เท่ากัน

1. ความถี่ของคลื่น                      2. ความยาวคลื่น  
3. เพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า                      4. ลดลงครึ่งหนึ่ง

ข้อใดถูกต้อง

- ก. 1 และ 2                              ข. 2 และ 3  
ค. 3 และ 4                              ง. 1 และ 4

10. คลื่นขบวนหนึ่งมีระยะจากสันที่หนึ่งถึงสันที่ห้ายาว 10 ซม. และมีความถี่ 50 Hz จงหาอัตราเร็วของคลื่น

- ก. 20 ซม./วินาที                      ข. 62.5 ซม./วินาที  
ค. 100 ซม./วินาที                      ง. 125 ซม./วินาที

## แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

### ท้ายวงจรกิจกรรมปฏิบัติที่ 1

#### สถานการณ์ที่ 1

ที่คลองชลประทานแห่งหนึ่ง ในจังหวัดร้อยเอ็ด มีเหตุการณ์เกิดขึ้นคือ ช่วงเช้ามีปลาทยอยขึ้นมาบริเวณฝื่อน้ำเป็นหมื่นๆ และน้ำก็มีสีคากุ่น ชาวบ้านได้นำเอาอุปกรณ์มาช้อนตักเอาปลาบริเวณ ซึ่งบริเวณใกล้คลองชลประทาน จะมีโรงงานอุตสาหกรรมหลายโรงงาน

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร
  - ก. น้ำเสียทำให้ปลาอยู่ไม่ได้
  - ข. โรงงานอุตสาหกรรมทำน้ำเสีย
  - ค. ชาวบ้านได้รับความเดือดร้อนจากการกินปลา
  - ง. ชาวบ้านมีสุขภาพไม่ดีจากการใช้น้ำคลองชลประทาน
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
  - ก. ชาวบ้านกินปลาเป็นโรค
  - ข. น้ำในคลองไม่เหมาะกับสภาพการเป็นอยู่ของปลา
  - ค. ชาวบ้านได้รับเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำสกปรกในคลอง
  - ง. โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยน้ำเสียสู่คลองชลประทาน
3. นักเรียนคิดว่า จะมีวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ได้อย่างไร
  - ก. ก่อนนำปลาไปบริโภคต้องทำให้สุกก่อน
  - ข. หน่วยราชการมาดูแลไม่ให้ชาวบ้านกินปลา
  - ค. ให้โรงงานเดิมออกซิเจนในน้ำเสียก่อนทิ้ง
  - ง. หน่วยราชการตรวจสอบการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม
4. จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ จะเกิดผลอย่างไร
  - ก. โรงงานอุตสาหกรรมหยุดปล่อยน้ำเสีย
  - ข. น้ำในคลองชลประทานมีออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น
  - ค. ปลาในคลองชลประทานสามารถนำมารับประทานได้
  - ง. สภาพน้ำในคลองชลประทานได้รับการบำบัดจึงทำให้ปลาอาศัยอยู่ได้

## สถานการณ์ที่ 2

ในชุมชนแห่งหนึ่ง มีการเหน้ำที่เกิดจากการซ้กสั่งลงสู่แหล่งน้ำอยู่เป็นประจำ ซึ่งสารซ้กล้างมีส่วนประกอบของผงซ้กฟอก ทำให้แหล่งน้ำดังกล่าวเน่าเสีย เนื่องจากในผงซ้กฟอกมีสารฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบด้วย ซึ่งเป็นสารอาหารที่ทำให้พีชน้ำเจริญเติบโตได้ดี และขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วปกคลุมทั่ว ผิวน้ำ

### 5. ปัญหาที่เกิดขึ้น คืออะไร

- ก. แหล่งน้ำในชุมชนเกิดการเน่าเสีย
- ข. แหล่งน้ำมีสารประกอบฟอสเฟตส้ตัวน้ำตาย
- ค. ผงซ้กฟอกมีสารประกอบฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ
- ง. พีชน้ำเจริญเติบโตเร็วเกินไป เพราะใช้สารประกอบฟอสเฟตจากน้ำทิ้งในการหายใจ

### 6. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

- ก. การทิ้งสารฟอสเฟตลงน้ำ
- ข. พีชน้ำเจริญเติบโตเร็ว
- ค. ส้ตัวน้ำได้รับสารประกอบฟอสเฟต
- ง. ในน้ำมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก

### 7. นักเรียนคิดว่า จะมีวิธีแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. เพิ่มจำนวนปลาที่กินพีชน้ำไว้มากขึ้น
- ข. กำจัดพีชน้ำที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันน้ำเสีย
- ค. ห้ามโรงงานผลิตผงซ้กฟอกที่มีสารฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ
- ง. ประชาชนช่วยกันชุดบ่อเพื่อกักน้ำทิ้งไม่ให้ไหลสู่แหล่งน้ำโดยตรง

### 8. จากการแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ จะเกิดผลอย่างไร

- ก. แหล่งน้ำใสสะอาดปราศจากพีชน้ำปกคลุม
- ข. ประชาชนมีแหล่งน้ำสะอาดใช้ในการอุปโภคบริโภค
- ค. โรงงานไม่ผลิตผงซ้กฟอกซึ่งมีสารประกอบฟอสเฟต
- ง. แหล่งน้ำปราศจากสารประกอบฟอสเฟต ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้น้ำเสีย

\*\*\*\*\*

## แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ท้ายวงจรการปฏิบัติที่ 2

### สถานการณ์ที่ 1

บริเวณตลิ่งแถวฝั่งแม่น้ำโขง จังหวัดหนองคาย ในช่วงฤดูฝนของทุกปีที่ฝนตกหนัก น้ำไหลเชี่ยว ทำให้บ้านที่ปลูกอยู่ริมน้ำถูกเซาะเนื้อที่ ทำให้บริเวณบ้านพังลงทุกปี โดยเฉพาะเนื้อที่ที่ไม่มีต้นไม้ปลูกอยู่ จะถูกเซาะได้ง่าย และทำให้พื้นที่บริเวณบ้านลดน้อยลงทุกปี

1. ปัญหาที่เกิดขึ้น คืออะไร
  - ก. พื้นที่บริเวณบ้านลดน้อยลง
  - ข. มีฝนตกมากเกินไปในฤดูฝน
  - ค. การเกิดน้ำท่วมบริเวณริมตลิ่ง
  - ง. น้ำในแม่น้ำโขงไหลเชี่ยวมาก
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
  - ก. น้ำเซาะดินริมตลิ่ง
  - ข. แม่น้ำเปลี่ยนทางเดิน
  - ค. ฤดูฝนฝนตกหนักมาก
  - ง. บ้านแถวริมตลิ่งพังในฤดูฝน
3. นักเรียนคิดว่า จะมีวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ได้อย่างไร
  - ก. สร้างบ้านเรือนให้แข็งแรง
  - ข. หาวิธีป้องกันการเซาะของตลิ่ง
  - ค. ย้ายบ้านที่ปลูกริมฝั่งแม่น้ำไปอยู่ที่อื่น
  - ง. ห้ามประชาชนปลูกบ้านบริเวณริมตลิ่ง
4. การแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ จะเกิดผลอย่างไร
  - ก. ผู้ที่อยู่ริมฝั่งแม่น้ำมีที่อยู่ใหม่
  - ข. บ้านแข็งแรงไม่ถูกน้ำกัดเซาะ
  - ค. น้ำในแม่น้ำไม่เปลี่ยนทางเดิน
  - ง. พื้นที่บริเวณบ้านไม่เปลี่ยนแปลง

## สถานการณ์ที่ 2

หมู่บ้านเหมืองแร่ มีผู้คนอาศัยอยู่เบียดเสียดกันมากมาย หมู่บ้านแห่งนี้มักจะมีปัญหา  
มากมายเกิดขึ้น เพราะคนในหมู่บ้านมักแต่เล่นการพนัน งบประมาณกับสื่ออบายมุข ทองเป็นเด็กที่นำ  
สงสาร พุดไม่ออกเสียง พ่อแม่มีความรู้ น้อย ไม่สามารถอบรมสั่งสอน ได้ ทองไม่สามารถสื่อสารกับ  
คนอื่นได้

### 5. ทองพบกับปัญหาอะไร

- ก. ชุมชนแออัด
- ข. แหล่งอบายมุข
- ค. พุดไม่ออกเสียง
- ง. ขาดความอบอุ่น



### 6. สาเหตุที่ทำให้ทองพุดไม่ออกเสียงเกิดจากอะไร

- ก. พ่อแม่ไม่สนใจสั่งสอน
- ข. กล้องเสียงไม่สั้นสะเทือน
- ค. คลอดก่อนกำหนด
- ง. อาศัยในที่แออัด

### 7. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาของทองได้อย่างไร

- ก. ดำรวจเข้ามาดูแลอย่างเคร่งครัด
- ข. พ่อแม่มีเวลาดูแลเอาใจใส่ลูก
- ค. กวาดล้างแหล่งอบายมุขให้หมดไป
- ง. รักษากล้องเสียงให้สั้นสะเทือนเป็นปกติ

### 8. จากวิธีการที่นักเรียนนำเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. กล้องเสียงสั้นเป็นปกติ
- ข. ครอบครัวมีความอบอุ่น
- ค. แหล่งอบายมุขหมดไป
- ง. ชุมชนสงบสุข

\*\*\*\*\*



ภาคผนวก ง

- แบบบันทึกประจำวันของครูผู้สอน
- แบบสังเกตการสอนของผู้ช่วยวิจัย





**แบบสังเกตการสอนของผู้ช่วยวิจัย**  
**วิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

วงจรถูกปฏิบัติที่.....

แผนการสอนที่.....เรื่อง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

ชื่อผู้สอน.....ตำแหน่ง.....

ชื่อผู้สังเกตการณ์สอน.....ตำแหน่ง.....

**คำชี้แจง** แบบสังเกตการสอนของผู้ช่วยวิจัย เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครูและนักเรียน ในแต่ละชั้น ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประเมินผลการเรียนการสอน และปรับปรุงข้อบกพร่องในการเรียนการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งผู้ช่วยวิจัยจะจดบันทึก บรรยายเหตุการณ์ต่างๆ ไป เหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นและประเมินการสอนว่าประสบความสำเร็จ หรือมีข้อบกพร่องและอุปสรรคหรือไม่

1. **ขั้นสร้างความสนใจ**

.....

.....

.....

.....

.....

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา**

.....

.....

.....

.....

.....

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

.....

.....

.....

.....

.....

4. ชั้นขยายความรู้

.....

.....

.....

.....

.....

5. ชั้นประเมิน

.....

.....

.....

.....

.....

6. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้บันทึก



ภาคผนวก จ

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือราชการ



### รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1. นายไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ ตำแหน่งอาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์  
คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. นายสุมิตร ถิ่นปัญญา ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง)
3. นางวรารวรรณ ศิริอุเทน ตำแหน่ง ครู คศ. 3  
โรงเรียนฝางวิทยายน จังหวัดขอนแก่น



ที่ ศธ 0514.5/156

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

29 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโพธิ์ศรีสว่างวิทยา

ด้วย นางสาวศิริลักษณ์ นาไชย รหัสประจำตัว 515050062-9 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนั้น เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้บุคคลดังกล่าว ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการทำวิทยานิพนธ์ ตามความประสงค์ในวันที่ 10 สิงหาคม 2552 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2552

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ เสียงราช)  
รองคณบดีฝ่ายแผนและสารสนเทศ  
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-4320-2853

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเลข เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 089-2790628



ที่ ศธ 0514.5/14๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

27 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้ช่วยวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโพธิ์ศรีสว่างวิทยา

ด้วย นางสาวศิริลักษณ์ นาไชย รหัสประจำตัวนักศึกษา 515050062-9 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ในการศึกษา ครั้งนี้ จำเป็นต้องมีผู้ช่วยวิจัยเพื่อร่วมสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนและบันทึกสังเกตการสอน และช่วยเหลือผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า นายภูวนาท คำพมัย เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้ช่วยวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิไลภา อารีรัตน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานวิชาการ

โทร. 0-4334-3452-3 ต่อ 138

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเลข: เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 089-2790628



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โทร. 12551-6 ต่อ 124

ที่ ศธ 0514.5/ว 171

วันที่ 29 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ด้วย นางสาวศิริลักษณ์ นาไชย รหัสประจำตัว 515050062-9 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ก่อนนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในกรณี คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่า นายไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ ตำแหน่งอาจารย์ เป็นผู้มี ความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบ และพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

  
 (รองศาสตราจารย์สุวิทย์ ภาวะแพทย์)  
 ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
 ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โทร. 12551-6 ต่อ 124  
 ที่ ศธ 0514.5/ว.171 วันที่ 29 กรกฎาคม 2552  
 เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง)

ด้วย นางสาวศิริลักษณ์ นาไชย รหัสประจำตัว 515050062-9 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ก่อนนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในกรณี คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่า นายสุมิตร ถิ่นปัญญา ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้



(รองศาสตราจารย์สุวิ สุวิแพทย์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ ศธ 0514.5/146

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

27 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอลออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนแห่งวิทย์ฯ

ด้วย นางสาวศิริลักษณ์ นาไชย รหัสประจำตัว 515050062-9 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิจัย ก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวม ข้อมูล เพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในกรณี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้ว เห็นว่า นางวรรณ ศิริอุเทน ตำแหน่งครู คศ.3 เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้ง เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว .

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลภา อารีรัตน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-4334-3452-3 ต่อ 124

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเลข: เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 089-2790628

## การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์

Sirilak Nachai. 2009. The Development of Learning Achievement of Physics and Scientific Problem Solving Ability Toward Inquiry Cycle in Mathayomsuksa V. In: Regional Centre For Education In Science And Mathematics (SEAMEO). **3<sup>th</sup> CoSMEd.** Proceeding to the Third International Conference on Science and Mathematics Education (CoSMEd); 2009 Nov 10-12; Penang, Malaysia. (P. 341-345). SEAMEO RECSAM.

## ประวัติผู้เขียน



### ประวัติส่วนตัว

นางสาวศิริลักษณ์ นาไชย

วัน เดือน ปีเกิด 2 ตุลาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 176 หมู่ 2 ต. โพธิ์ศรีสว่าง อ. โพนทอง จ. ร้อยเอ็ด

### ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี (ปี พ.ศ. 2544-2548) สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปี พ.ศ. 2548-2549) สาขาวิชาชีพครู คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น (โครงการทุน สกว.)

รับราชการครูเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2549 ณ โรงเรียนโพธิ์ศรีสว่างวิทยา อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยได้รับทุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

