

บรรณานุกรม

- กมลพรรณ ชีวพันธุ์ศรี. (2548). สมอกับการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: พรการพิมพ์.
- กรมสุขภาพจิต. (2543). คู่มือคลายเครียด. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.
- กฤติยา รามโกมุท. (2550). สรีรวิทยา. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- กัมมันต์ พันธุมจินดา, มีชัย ศรีใส, สุวัฒน์ โอเจริญ และ ช่อเพ็ญ เตโชพาร. (2549). **ประสาทศาสตร์พื้นฐาน (Basic neuroscience)**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สันประสิทธิ์การพิมพ์.
- กุศลีน มุสิกกุล. (2551). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. วารสารครูวิทยาศาสตร์, 15, 66-71.
- ก้องเกียรติ ภูณท์กันทรารกร. (2547). **ประสาทวิทยาพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เกล็ดแก้ว ค่านวิวัฒน์. (2546). **ประสาทกายวิภาคศาสตร์พื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เกสร เจริญสิทธิสงค์. (2544). ผลของการฝึกผ่อนคลายด้วยการหายใจแบบลึก ช้า สม่่าเสมอกับการฝึกผ่อนคลาย กล้ามเนื้อแบบก้าวหน้าในการจัดการความเครียดของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการให้คำปรึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา.
- คาร์ลา ฮันนาฟอร์ด. (2550). ขยับกายขยายสมอง. (นภดล จำปา, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ขวัญข้าว.
- จूरรัตน์ วรรณพงศ์. (2544). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัยยะ หนูคุ้มทรัพย์. (2537). ความเครียดกับสถานภาพส่วนตัวของข้าราชการตำรวจชั้นประทวนสังกัดตำรวจภูธรจังหวัดขอนแก่น เขต 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชาลอน โปรมิสโลว์. (2550). **ปรองดองสมองกาย**. (ภัทรพล ตูลารักษ์ และ นลิน ไกรขจรกิตติ, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ขวัญข้าว.

- ชาญบุท สี่เหลียว. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง พืช ของนักเรียน ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชูเกียรติ โพนแก้ว. (2547). การจำแนกกลุ่มและทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา สถาบันราชภัฏศรีสะเกษ. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์. (2540). สรีรวิทยา 2 ของมนุษย์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บุญศิริการพิมพ์.
- จิตินันท์ โจณะสิทธิ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทยากร อินทร์อุดม. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มวิชาส่งเสริม ประสพการณ์ชีวิตเรื่องสัตว์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการใช้วีซีดี 2 ชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทักษิณี บุญเดิม และ วรณจรี มั่งสิงห์. (2548). นวัตกรรมการสอน: ข้อค้นพบจากงานวิจัยด้าน วิทยาศาสตร์ศึกษา. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- ทศนา เขมมณี. (2551). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัยพินิจ คชภักดี. (2551). การพัฒนาและวิวัฒนาการของประสาทวิทยาศาสตร์ ในประเทศไทย : อดีต ปัจจุบัน และอนาคต. วารสารประสาทวิทยาศาสตร์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 3(4), 1-15.
- นาคยา ช่วยชูเชิด. (2548). การศึกษาเจตคติทรัพยากรน้ำโดยใช้การสอนแบบโครงงาน วิทยาศาสตร์ เรื่องการแก้ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- นิตยาพร ไชยจันทร์. (2550). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา
วิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปริญญ์ โกศลศิริพงษ์. (2547). การวิจัยและพัฒนากิจกรรมและเทคนิคการประเมินความ
ต้องการจำเป็น สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประภาพรรณ ผาโคตร. (2544). ความเครียดและวิธีเผชิญความเครียดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการแนะแนวและการให้คำปรึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรทิพย์ เกตุรานนท์. (2527). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเครียด ของพยาบาลในโรงพยาบาลทั่วไป
ของรัฐ ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาพยาบาลสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8.
กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, เพียว ยินดีสุขุม และราชน มีศรี. (2551). การสอนคิดด้วยโครงการ:
การเรียนการสอน แบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพโรจน์ ชำนาญ. (2550). การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบ 4MAT.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภาสินี มุกดาวงษ์. (2547). ความเครียดและวิธีการเผชิญความเครียดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาล
สุขภาพจิตและจิตเวช บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- มนตรี ธิดแก้ว. (2546). ผลการใช้วิธีการสอนแบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เรื่องสารเคมี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนทุ่งฮั้ววิทยา
จังหวัดลำปาง. รายงานการค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มาลี จุฑา. (2544). การประยุกต์จิตวิทยาเพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: อักษรพิพัฒน์.
- มุกดา สุขสมาน. (2537). มนุษย์: ภาวะกายและจิต. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ยรรยง ทุมแสน และ นวพร เตชาทวิวรรณ. (2546). สมองลูก...สมอง(คน)เรา. วารสาร
ศูนย์บริการวิชาการ มข, 11(2), 20-24.
- บุทธชัย กิตติโยธิน. (2545). ความเครียดและวิธีลดความเครียดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาแห่ง
หนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เขาวรัตน์ จันทราวิสุทธิ. (2546). ผลการใช้วิธีการสอนแบบโครงการที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเบตง
“สุภาพอนุสรณ์” จังหวัดยะลา. รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- รัชฎา แก่นสาร. (2549). สรีรวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: บุทธรินทร์การพิมพ์.
- ราตรี สุดทรวง และวีระชัย สิงหนิยม. (2550). ประสาทสรีรวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.
- วงศ์พรรณ มาลรัตน์. (2543). ความเครียดและพฤติกรรมการแก้ปัญหาความเครียดของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดเชียงใหม่. รายงานการค้นคว้าแบบอิสระปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิทยากร เชียงกุล. (2548). เรียนลึก รู้ไว ใช้สมองอย่างมีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สถาบัน
วิทยาการการเรียนรู้.

- วิไลพร พรหมศรี. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ โครงงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วุฒิชัย สุขวิริยานนท์. (2549). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการกลุ่มของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบร่วมมือกันรูปแบบ STAD. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วัชรสันต์ อินธิสาร. (2547). ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- วัฒนา มัคคสมัน. (2550). การสอนแบบโครงการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- วัฒนา วัฒนาภา, สุพัฒตรา โล่ศิริวัฒน์ และสุพรพิมพ์ เกียรติกุล. (2547). สรีรวิทยา 1. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). เจตคติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา.
- คันนีย์ ฉัตรคุปต์. (2543). สิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้สร้างสมองเด็กให้ฉลาดได้อย่างไร (ฉบับพ่อแม่). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ องค์การค้าของคุรุสภา.
- ศุภนิช สังฆะวดี. (2550). การศึกษาความเครียดและพฤติกรรมการเผชิญความเครียดของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2549. รายงานการค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถิติประยุกต์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2533). เอกสารประกอบการอบรมครู วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุนิสา ตะสัย. (2550). ความเครียด และการแก้ปัญหาความเครียดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย ในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สร้างเสริมสุขภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- สุรัสวดี มรรควัลย์. (2550). ผลของการนวดแผนไทยต่อระดับ cortisol ในน้ำลายและการรับรู้ภาวะเครียดจากการเรียนในนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 3. (รายงานการวิจัย).
ขอนแก่น: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2552). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ตระกูลราษฎร์. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- โสธยา สายบุรี. (2547). ความเครียดและวิธีเผชิญความเครียดของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน อำเภอปรางค์กู่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการให้คำปรึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). เอกสารอบรมครู (หลักสูตรกลาง) หลักสูตรที่ 2 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สกย. นกส์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อภิญา ชื่อตระกูลพานิชย์. (2550). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อาคม อารยาวิชานนท์. (2548). “critical care neurology” ภาวะฉุกเฉินทางระบบประสาท. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศิริธรรมออฟเซต.
- อารี สันทนต์. (2550). ทฤษฎีการเรียนรู้ของสมอง สำหรับพ่อแม่ ครู และผู้บริหาร. กรุงเทพฯ: เบรน-เบส บ๊ค.

- Aardal-Eriksson, E., Eriksson, T.E., Holm, A.C. & Lundin, T. (1999). Salivary Cortisol and Serum Prolactin in Relation to Stress Rating Scales in a Group of Rescue Workers. **Society of Biological Psychiatry**, 46(6), 850-855.
- _____, & Thorell, L.H. (2001). Salivary Cortisol, Posttraumatic Stress Symptoms, and General Health in the Acute Phase and during 9-Month Follow-Up. **Society of Biological Psychiatry**, 50(12), 986-993.
- Barbara, M., Gutteling, de Weerth, C. & Buitelaar, J.K. (2005). Prenatal stress and children's cortisol reaction to the first day of school. **Psychoneuroendocrinology**, 30(6), 541-549.
- Bartels, M., Geus, E.J., Kirschbaum, C., Sluyter, F., Boomsma, D. I. (2003). Heritability of Daytime Cortisol Levels in Children. **Behavior Genetics**, 33(4), 421-433.
- Bruce, J., Davi, E.P., & Gunnar, M.R. (2002). Individual differences in children's cortisol response to the beginning of a new school year. **Psychoneuroendocrinology**, 27(6), 635-650.
- Childress, P. N. (1983). The Effect Science Project Production on Cognitive Level Transition in Adolescent. **Dissertation Abstracts International**. 43 (10): 3280.
- Chu, K.K., Lee, C.I., & Lu, P.C. (2009). A Study of the Effect of Pupils' Learning Achievement on Project-based Learning with Context Awareness Technology. **Springer-Verlag Berlin Heidelberg**, 226(2), 211-221.
- Dahlgren, A., Kecklund, G., Theorell, T. & Åkerstedt, T. (2009). Day-to-day variation in saliva cortisol - Relation with sleep, stress and self-rated health. **Biological Psychology**, 82(2), 149-155.
- Dallman, M.F., Akana, S.F., Levin, N., Walker, C.D., Bradbury, M.J. & Suemaru, S. & Scribner, K.S. (1994). Corticosteroids and the control of function in the hypothalamo-pituitary-adrenal (HPA) axis. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 30(746), 22-31.
- Dellwo, A. (2008, December 5). **HPA Axis**. Retrieved April 30, 2010, from <http://chronicfatigue.about.com>
- Eller, N.H., Netterstrøm, B. & Hanse, A.M. (2006). Psychosocial factors at home and at work and levels of salivary cortisol. **Biological Psychology**, 73(3), 280-287.



- Frank, M., Lavy, I. & Elata, D. (2003). Implementing the Project-Based Learning Approach in an Academic Engineering Course. **International Journal of Technology and Design Education**, 13, 273–288.
- Gould, E., Beylin, A., Tanapat, P., Reeves, A. & Shors, T.J. (1999). Learning Enhances Adult Neurogenesis In the Hippocampal Formation. **Nature Neuroscience**, 2(3), 260-265.
- Greenough, W. T., Cohen, N.J. & Juraska, J. M. (1991). New Neurons in Old Brain : Learning to Survive?. **Nature Neuroscience**, 2(3), 203-205.
- Hadzigeorgiou, Y., Anastasiou, L., Konsolas, M. & Prevezanou, B. (2009). A Study of The Effect of Preschool Children's participation in Sensorimotor Activities on Their understanding of the Mechanical Equilibrium of a Balance Beam. **Research in Science Education**, 39, 39-55.
- Haley, D.W., Weinberg, J. & Grunau, R.E. (2006). Cortisol, contingency learning, and memory in preterm and full-term infants. **Psychoneuroendocrinology**, 31, 108-117.
- Han, S. & Fang, F. (2008). Linking Neural Activity to Mental Processes. **Brain Imaging and Behavior**, 2, 242–248.
- Heilman, K.M., Nadeau, S.E., & Beversdorf, D.O. (2003). Creative Innovation: Possible Brain Mechanisms. **Neurocase**, 9(5), 369-379.
- Hellhammer, D.H., Wu, S. & Kudielka, B.M. (2009). Salivary cortisol as a biomarker in stress research. **Psychoneuroendocrinology**, 34(2), 163-171.
- Hymie, A. & Merali, Zul. (1999). Understanding stress: characteristics and caveats. **Alcohol Research & Health**, 23 (4) 241-9.
- Karaman, S., and Celik, S. (2008). An exploratory study on the perspectives of prospective computer teachers following project-based learning. **International Journal of Technology and Design Education**, 18(2), 203-215.
- Kendrick, S. (2008, March 2). **Thinkbox Event – TV & The Brain: How Creativity Wins**. Retrieved April 30, 2010, from <http://curiouslypersistent.wordpress.com>
- Kirachbaum, C. and Hellhammer, D.H. (1994). Saliva cortisol in psychological stress and risk for hypertension. **Psychoneuroendocrinology**, 19, 313-333.
- Kuhlmann, S. and Wolf, O.T. (2005). Cortisol and memory retrieval in women: influence of menstrual cycle and oral contraceptives. **Psychopharmacology**, 183, 65-71.

- Leivadi, S., Hernandez-Reif, M., Field, T., O' Rourke, M., D' Arienzo, S., Lewis, D., Pino, N., Schanberg, S. & Kuhn, C. (1999). Massage therapy and relaxation effects on university dance students. **Journal of Dance Medicine & Science**, 3(3),108-10.
- Matousek, R.H., Dobkin, P.L. & Pruessner, J. (2010). Cortisol as a marker for improvement in mindfulness-based stress reduction. **Complementary Therapies in Clinical Practice**, 16, 13-19.
- Moreira, A.,Arsati, F., de Oliveira Lima Arsati, Y.B., da Silva, D.A. & de Araújo, V.C. (2009). Salivary cortisol in top-level professional soccer players. **Eur J Appl Physiol**, 106(1), 25-30.
- Panksepp, J., Burgdorf, J., Turner, C. & Gordon, N. (2003). Modeling ADHD-type Arousal with Unilateral Frontal Cortex Damage In Rats and Beneficial Effects of Play Therapy. **Brain and cognition**, 52, 97-105.
- Rosmalen, J.G.M., Oldehinkel, A.J., Ormel, J., de Wintera, A.F., Buitelaarc, J.K. & Verhulst, F.C. (2005). Determinants of salivary cortisol levels in 10–12 year old children; a population-based study of individual differences. **Psychoneuroendocrinology**, 30(5), 483-495.
- Schwabe, L.,Bohringer, A., Chatterjee, M. & Schachinger, H. (2008). Effects of pre-learning stress on memory for neutral, positive and negative words: Different roles of cortisol and autonomic arousal. **Neurobiology of Learning and Memory**, 90, 44-53.
- Stewart, S.M., Lam, T.H., Betson, C.L., Wong, C.M., & Wong, A.M. (1999). A prospective analysis of stress and academic performance in the first two years of medical school. **Medical Education**, 33(4), 243-250.
- Tollenaar, M.S., Elzinga, M.B., Spinhoven, P. & Everaerd, W.A. (2008). The effects of cortisol increase on long-term memory retrieval during and after acute psychosocial stress. **Acta Psychologica**, 127(3),542–552.
- Ulrich, R. S., Simons, R. F. and Miles, M. A. (2009). Effects of environmental simulations and television on blood donor stress. **Journal of Architectural and Planning Research**, 20, 38-47.
- Vedhara, K. et al. (2003). An investigation into the relationship between salivary cortisol, stress, anxiety and depression [Electronic version]. **Biological Psychology**, 62(2), 89-96.

Vedhara, K., Hyde, J., Gilchrist, I.D., Tytherleigh, M. & Plummer, S. (2000). Acute stress, memory, attention and cortisol. **Biological Psychology**, 25(6), 535-549.

Verghese, J. et al. (2003). Leisure Activities and the Risk of Dementia in the Elderly. **New England Journal of Medicine**, 348(25), 2508-2515.

Waks, S. and Sabag, N. (2009). Technology Project Learning Versus Lab Experimentation. **Journal of Science Education and Technology**, 13(3), 333-342.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระที่ 5 พลังงาน สาระการเรียนรู้ เรื่อง แสง

เวลา 21 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 1 ปฐมนิเทศการเรียนรู้แบบโครงงาน

จำนวน 2 ชั่วโมง

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1. สาระสำคัญ

กิจกรรมโครงงาน หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและเลือกปัญหาที่นำมาศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตามความสนใจ ความถนัด และระดับความรู้ความสามารถภายในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่กำหนดให้ โดยอาศัยวิธีการ ตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือเลือกหัวข้อที่สนใจการออกแบบและวางแผนการศึกษาค้นคว้าปฏิบัติ การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล สรุปผลและเสนอผลด้วยตนเอง ภายใต้อการแนะนำปรึกษาและการดูแลของครู และอภิปรายผลร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และประสบการณ์ให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาที่กำหนด

กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มี 4 ประเภท คือ ประเภททดลอง ประเภทสำรวจ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ และ ประเภททฤษฎี ซึ่งโครงงานวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคิดและเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนในการทำโครงงาน

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือทำโครงงาน

ขั้นตอนที่ 4 การเขียนรายงานโครงงาน

ขั้นตอนที่ 5 การแสดงผลงานโครงงาน

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1) นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโครงการงาน
- 2) นักเรียนสามารถบอกประเภทของโครงการงานวิทยาศาสตร์
- 3) นักเรียนสามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
- 4) นักเรียนยอมรับแนวคิดและการตัดสินใจของผู้อื่น

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ชี้นำเสนอ (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที)

1.1) ครูตั้งคำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนค้นหาคำตอบและเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเกี่ยวกับโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคำถามดังนี้

- นักเรียนเคยเห็นหรือเคยทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มาก่อนหรือไม่ ให้ยกตัวอย่างโครงการงานวิทยาศาสตร์

- โครงการงานวิทยาศาสตร์มีลักษณะอย่างไร? และมีวิธีการดำเนินการอย่างไร?

- โครงการงานวิทยาศาสตร์มีกี่ประเภท? อะไรบ้าง?

1.2) ครูเล่า สถานการณ์ตัวอย่าง 1 เรื่อง ให้นักเรียนร่วมกันตัดสินใจว่า สถานการณ์ดังกล่าวเป็นประเด็นการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หรือไม่ เช่น ครูสมมุติเล่าว่า มีเด็กคนหนึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง แมลง แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียนว่าเขาได้สงสัยเกี่ยวกับแมลงชนิดหนึ่งจึงอยากรู้ว่าแมลงนี้จะหาได้บริเวณใด

2) ชี้นำวางแผน (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที)

2.1) นักเรียนรับคำแนะนำวิธีการปฏิบัติตนในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบโครงการงาน เพื่อเพิ่มเติมความรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนี้

2.1.1) นักเรียนต้องมีส่วนร่วมเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เป็นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะด้านการหาความรู้ด้วยตนเอง โดยการศึกษาหาความรู้นอกเวลาเรียน จากหนังสือเรียน เอกสาร วารสารต่าง ๆ ผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ ทดลองปฏิบัติ เกี่ยวกับเรื่อง แสง

2.1.2) การจัดเก็บผลการปฏิบัติงานจะมีผลงานรายบุคคลและผลงานกลุ่ม นักเรียนจะต้องเก็บผลงานอย่างต่อเนื่องตลอดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2) นักเรียนทำการแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสม ประมาณกลุ่มละ 4-5 คน โดยแต่ละกลุ่มทำการแบ่งหน้าที่กันให้ชัดเจน

2.3) ครูมอบหมายให้แต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง เสริมความรู้โครงงานวิทยาศาสตร์

3) ขั้นปฏิบัติ (ใช้เวลาประมาณ 50 นาที)

3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนรับตัวอย่างรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ไปศึกษาตามประเด็นต่อไปนี้

3.1.1) โครงงานที่นักเรียนได้รับไปศึกษาเป็นโครงงานประเภทใด?

3.1.2) โครงงานเรื่องที่นักเรียนศึกษานั้น ประเด็นปัญหาที่ทำการศึกษาคืออะไร

3.1.3) จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าของโครงงานคืออะไร

3.1.4) สมมติฐานคืออะไร

3.1.5) เรื่องที่กำลังศึกษามีตัวแปรอะไรบ้าง และมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการหรือไม่ ถ้ามี มีคำว่าอะไร และให้ความหมายว่าอย่างไร

3.1.6) มีวิธีการศึกษาทดลองอย่างไร

3.1.7) ประโยชน์ที่ได้รับคืออะไร

3.1.8) ผลการค้นคว้าทดลองเป็นอย่างไร

จากประเด็นดังกล่าวแต่ละกลุ่มทำการบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ประตุสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลของใบกิจกรรมหน้าชั้นเรียน โดยที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และร่วมกันเฉลยคำตอบตามใบกิจกรรมที่ 1 ของแต่ละกลุ่ม

3.3) ครูลงมือสาธิตกิจกรรมหน้าห้องเรียน โดยมีอุปกรณ์และขั้นตอนของกิจกรรมคือ กระดาษแข็ง ลวดหนึบกระดาษ และไม้บรรทัด โดยเตรียมกระดาษแข็งพับสามส่วน ตั้งไว้วัดระดับความสูงของกระดาษ นำลวดหนึบกระดาษวางบนกระดาษ สังเกตความสูงของกระดาษ โดยครูถามนักเรียน “ความสูงของกระดาษปัจจัยสำคัญคืออะไร” (ชนิดของกระดาษ น้ำหนักของลวดหนึบกระดาษ) หลังจบกิจกรรม ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การชี้แจงและการควบคุมตัวแปรและ กิจกรรมที่ 3 เรื่องการตั้งสมมติฐาน

3.4) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยศึกษารายละเอียดและวิธีการทำโครงงานจากคู่มือการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต โดยบันทึกตามประเด็นคำถามในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

4) ขั้นประเมิน (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที)

4.1) ครูให้นักเรียนประเมินความรู้ในเรื่อง ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ ลำดับขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ จากความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษา โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

- การที่นักเรียนสนใจหรือเกิดข้อข้องใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องนั้นจนได้คำตอบที่พอใจและไม่มีข้อข้องใจในเรื่องนั้นแล้ว เป็นการทำโครงการหรือไม่? (เป็นการทำโครงการ เก็บรวบรวมสิ่งที่เราศึกษาควรมีการเขียนรายงานการศึกษานั้นด้วย)

- ถ้าครูสงสัยว่า ใต้เดือนมักจะพบมากบริเวณใดของโรงเรียน โครงการวิทยาศาสตร์ควรจะเป็นโครงการประเภทใด? (ประเภทสำรวจ)

- โครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำการศึกษแล้วจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับอะไร (การรายงานและนำเสนอผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์)

4.2) ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานการทำใบกิจกรรมที่ 1, 2, 3 และ 4

4. สื่อ-อุปกรณ์ การเรียนการสอน

สื่อ

- 1) คู่มือการทำโครงการวิทยาศาสตร์
- 2) ตัวอย่างรายงานโครงการวิทยาศาสตร์
- 3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ประตุสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์
- 4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การชี้บ่งและการควบคุมตัวแปร
- 5) ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การตั้งสมมุติฐาน
- 6) ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การทำโครงการวิทยาศาสตร์

อุปกรณ์

-

5. กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัด

1. การสังเกต

- พฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

2. การตรวจผลงาน

- ใบกิจกรรม

3) การประเมินสอบถาม



เครื่องมือวัด

1. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
2. แบบประเมินผลงาน/ชิ้นงาน นักเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. การสังเกต ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานกลุ่ม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
2. การตรวจผลงาน ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ประตุสู่การทำโครงการ

กลุ่มที่.....

- สมาชิก 1.....เลขที่.....
- 2.....เลขที่.....
- 3.....เลขที่.....
- 4.....เลขที่.....
- 5.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์จากตัวอย่างที่นักเรียนศึกษาลงในช่องว่างต่อไปนี้

- 1) ชื่อโครงการ
-
- 2) ชื่อผู้ทำโครงการ
- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 3) ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ.....
- 4) ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....
-
-
-
-
-
-
-

.....
.....

5) วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า.....

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

6) สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี).....

.....
.....

7) วิธีการดำเนินการ.....

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

8) ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ.....

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

9) เอกสารอ้างอิง.....

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

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 ระยะที่ 1 เริ่มโครงการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระที่ 5 พลังงาน สาระการเรียนรู้ เรื่อง แสง

เวลา 21 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 3 การหักเหของแสงและการนำความรู้ไปใช้

จำนวน 4 ชั่วโมง

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สาระสำคัญ

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 อัตราเร็วแสงในตัวกลางใหม่เปลี่ยนไป หากมุมตกกระทบไม่เท่ากับศูนย์ ทางเดินของแสงจะหักเหจากแนวเดิม การเปรียบเทียบอัตราของแสงในสุญญากาศกับอัตราเร็วแสงในตัวกลางใด กำหนดให้เป็นค่าดัชนีหักเหของตัวกลางนั้น

การหักเหของแสง (Refraction) หมายถึง การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางชนิดหนึ่งไปยังอีกตัวกลางชนิดหนึ่งที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน สาเหตุที่ทำให้แสงหักเหเนื่องจากอัตราเร็วของแสงในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน การหักเหของแสงเกิดขึ้นตรงผิวรอยต่อของตัวกลาง ลักษณะการหักเหของแสง เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยเข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า แสงจะหักเหเข้าหาเส้นปกติ ในทางตรงกันข้ามถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากเข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า แสงจะหักเหออกจากเส้นปกติ

เมื่อแสงขาวผ่านปริซึม พบว่าแสงที่หักเหออกมาจากปริซึมจะไม่ใช่แสงขาว แต่จะแยกออกเป็นสีต่างๆ กัน และแสงแต่ละสีที่หักเหออกมาจะทำมุมหักเหต่างหากัน การที่แสงแยกออกในลักษณะนี้เรียกว่า "การกระจายแสง" แฉกสีที่เกิดจากการกระจายแสงของดวงอาทิตย์เรียกว่า "สเปกตรัมของแสงขาว" เมื่อแถบสเปกตรัมนี้ผ่านปริซึมอีกอันที่วางกลับหัวกับปริซึมอันแรก แสงสีต่างๆ ที่กระจายออกมาจากปริซึมอันแรกจะรวมกันเป็นสีขาวเหมือนเดิมปรากฏการณ์ที่

เกี่ยวข้อง กับการกระจายของแสงที่มักเห็นกันบ่อยๆ คือ รุ้ง ซึ่งเกิดจากแสงขาวจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านละอองน้ำหรือหยดน้ำซึ่งมีมาก่อนหรือหลังฝนตก โดยหยดน้ำทำให้แสงเกิดการกระจายและสะท้อนกลับหมด ทำให้ได้แถบสีหรือสเปกตรัมของแสงขาว รุ้งอาจเกิดขึ้นได้ในบริเวณอื่นที่มีละอองน้ำ

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1) นักเรียนสามารถอธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางได้
- 2) นักเรียนสามารถบอกลักษณะและแปลความหมายของแสงที่เกิดการหักเหเมื่อผ่านตัวกลางได้
- 3) นักเรียนสามารถบอกลักษณะและแปลความหมายของภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงเมื่อแสงผ่านตัวกลางได้
- 4) นักเรียนสามารถบอกลักษณะของแสงที่เกิดการหักเหเมื่อผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้
- 5) นักเรียนเขียนลักษณะของภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงเมื่อผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้
- 6) นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงตำแหน่งภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้
- 7) นักเรียนกำหนดชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการหักเหของแสงได้
- 8) นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนขณะทำงานกลุ่ม

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ขั้นนำเสนอ (ใช้เวลาประมาณ 120 นาที)

1.1) ครูทบทวน ชื่อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ทำการศึกษา ในหัวข้อ การสะท้อนของแสง โดยนักเรียนร่วมกันตอบชื่อเรื่องที่ได้อายางานทั้งหมด (ตามชื่อเรื่องที่นักเรียนได้นำเสนอผลงานในคาบที่ผ่านมา)

1.2) ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่า นอกจาก การสะท้อนเป็นสมบัติของแสงแล้ว แสงมีสมบัติอื่นได้หรือไม่ ? ถ้ามี คือสมบัติใด” (มี คือสมบัติการหักเห)

1.3) ครูให้นักเรียนดูแท่งดินสอที่จุ่มลงในปิกเกอร์ที่บรรจุน้ำ สังเกตภาพที่เห็น แล้วนักเรียนร่วมกันตั้งคำถาม จากสิ่งที่สังเกตเห็น (ครูจดบันทึกคำถามที่นักเรียนแต่ละคนตั้งถามขึ้นมาไว้)

1.4) ครูมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การหักเหของแสง แล้วทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นทางหักเหของแสง

1.5) ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียนโดยการสาธิตการฉายไฟผ่านบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำ เตรียมฉากในการรับแสงในด้านตรงข้าม ก่อนการสาธิต ครูตั้งคำถาม เพื่อถามนักเรียน ดังนี้

- แสงสามารถส่องผ่านบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำ ได้หรือไม่? (ผ่านได้)
- ลำแสงที่ปรากฏบนฉากโดยไม่ผ่านบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำกับผ่านบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำเป็นอย่างไร? (มีขนาดที่ต่างกัน โดยลำแสงที่ผ่านบีกเกอร์บรรจุน้ำจะมีขนาดใหญ่กว่าลำแสงไม่ผ่านบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำ)

1.6) ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เลนส์ แล้วทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การเกิดภาพจากเลนส์

2) ขั้ววางแผน (ใช้เวลาประมาณ 40 นาที)

2.1) ครูสำรวจความสนใจของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามเชื่อมโยงจากบทเรียนดังต่อไปนี้

- มีเรื่องอะไรอีกที่นักเรียนต้องการรู้และต้องการศึกษาเพิ่มเติมอย่างละเอียด (จากเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว ระบุตามหัวข้อที่เรียน)

- ทำไมผู้เรียนจึงอยากรู้เรื่องนี้ (นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลที่ตนสนใจ)

2.2) ครูยกตัวอย่างชื่อโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการหักเหของแสง เช่น

- โครงการ เครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์ (ประเภทประดิษฐ์)
- โครงการ วัสดุรวมแสง (ประเภททดลอง)

2.3) นักเรียนนำเสนอหัวข้อต่างๆ ที่ตนสนใจให้ครูผู้สอนพิจารณาความสอดคล้องกับเนื้อหา

2.4) นักเรียนร่วมกันตั้งชื่อโครงการตามมติข้อตกลงของกลุ่มที่ให้ความสนใจตามหลักประชาธิปไตย

2.5) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชื่อโครงการต่อครูผู้สอนเพื่อการพิจารณาเห็นควรให้ทำได้

3) ขั้นปฏิบัติ (ใช้เวลาประมาณ 50 นาที)

3.1) ครูกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแผนการที่จะทำโครงการและเริ่มศึกษาหาความรู้รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม เพื่อเตรียมไว้ศึกษาต่อไป (ศึกษาจากใบความรู้ หนังสือ สืบค้นข้อมูลจาก อินเทอร์เน็ต)

3.2) นักเรียนร่วมกันระดมแนวคิด การตั้งชื่อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ โดยทำการบันทึกตามใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การกำหนดชื่อเรื่องโครงการเกี่ยวกับการหักเหของแสง

3.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอ ชื่อเรื่องของโครงการวิทยาศาสตร์ หน้าชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย

4) ขั้นประเมิน (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที)

4.1) ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินชื่อเรื่องโครงการตามใบกิจกรรมที่ 3

4.2) ครูประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน และการนำเสนอผลงาน หน้าชั้นเรียน

4. สื่อ-อุปกรณ์ การเรียนการสอน

สื่อ

- 1) ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง เส้นทางหักเหของแสง
- 2) ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เลนส์
- 3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นทางหักเหของแสง
- 4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การเกิดภาพจากเลนส์
- 5) ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การกำหนดชื่อเรื่องโครงการเกี่ยวกับการหักเหของแสง
- 6) คู่มือการทำโครงการวิทยาศาสตร์

อุปกรณ์

- 1) บีกเกอร์
- 2) ดินสอ
- 3) ไฟฉาย
- 4) กระดาษสีดำใช้เป็นฉากรับแสง

5. กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัด

1. การสังเกต
 - พฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
2. การตรวจผลงาน
 - ใบกิจกรรม
- 3) การประเมินสอบถาม

เครื่องมือวัด

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
2. แบบประเมินการทำงานกลุ่มรายบุคคลสำหรับนักเรียน
3. แบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์
4. ใบกิจกรรม

เกณฑ์การประเมิน

1. การสังเกต ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานกลุ่ม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
2. การตรวจผลงาน ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
3. การประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ระยะที่ 2 ขั้นพัฒนาโครงการงาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ช่วงชั้นที่ 3	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
สาระที่ 5 พลังงาน สาระการเรียนรู้ เรื่อง แสง		เวลา 21 ชั่วโมง
หน่วยย่อยที่ 3 การหักเหของแสงและการนำความรู้ไปใช้		จำนวน 2 ชั่วโมง

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1. สาระสำคัญ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการงาน ผู้เรียนจะต้องกำหนดหัวข้อคำถาม หรือประเด็นปัญหา ที่ผู้เรียนสนใจ แล้วตั้งสมมติฐานเพื่อตอบคำถามเหล่านั้น มีการทดสอบสมมติฐานด้วยการลงมือปฏิบัติ จนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้ 1) ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่จะศึกษา 2) ผู้เรียนสมมติฐานเบื้องต้น 3) ผู้เรียนตรวจสอบสมมติฐานเบื้องต้น 4) ผู้เรียนสรุปข้อความรู้จากผลการตรวจสอบสมมติฐาน ในกรณีที่ผลการตรวจสอบไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ผู้สอนควรให้กำลังใจผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้เพิ่มเติม สิ่งที่ไม่ควรกระทำคือการตำหนิหรือกล่าวโทษ ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีกำลังใจจนสามารถตั้งสมมติฐานใหม่ได้ ในกรณีที่ผลการตรวจสอบเป็นไปตามสมมติฐาน ให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้จากการค้นพบด้วยการลงมือปฏิบัติของผู้เรียนเอง เมื่อได้องค์ความรู้ใหม่แล้ว ผู้เรียนจะนำองค์ความรู้นั้นไปใช้ในการทำกิจกรรมตามความสนใจต่อไปได้ ผู้เรียนอาจใช้ความรู้ที่ค้นพบเป็นพื้นฐานของการกำหนดประเด็นปัญหาขึ้นมาใหม่เพื่อกำหนดโครงการงานย่อยและศึกษารายละเอียดในเรื่องนั้นต่อไป

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1) นักเรียน วางแผน และเขียนเค้าโครง ของโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการหักเหของแสงได้



2) นักเรียน ลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า ที่เกี่ยวกับการหักเหของแสง ได้

3) นักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายได้เสร็จสมบูรณ์

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ชี้นำเสนอ (ใช้เวลาประมาณ 20 นาที)

1.1) ครูทบทวนขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูล โดยใช้ประเด็นคำถามต่อไปนี้

- ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนอาศัยทักษะใดมากที่สุด? (ทักษะการสังเกต และทักษะการวัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของโครงการ)
- ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมนักเรียนจะมีวิธีการจัดกระทำข้อมูลอย่างไร? (จัดกระทำโดยการจัดจำแนกและการคำนวณ)

1.2) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับตัวอย่างเค้าโครง โครงการวิทยาศาสตร์ ศึกษาเค้าโครงแล้วตอบคำถาม

- โครงการทำเป็นโครงการประเภทใด ?
- ตัวแปรที่ศึกษาของโครงการคืออะไร ?

1.3) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ในประเด็นหัวข้อในการเขียนเค้าโครง โครงการวิทยาศาสตร์

2) ชี้นำวางแผน (ใช้เวลาประมาณ 40 นาที)

2.1) ครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดการวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเด็นคำถาม

- ถ้านักเรียนต้องการทำโครงการประเภทใด ๆ ก็ตาม หลังจากที่นักเรียนได้หัวข้อและปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนใด (การวางแผนการทำโครงการ)

- การวางแผนโครงการคืออะไร (การกำหนดแผนงานอย่างคร่าว ๆ ว่า จะดำเนินการอย่างไรบ้าง เป็นขั้นตอน เพื่อให้สามารถดำเนินการได้โดยไม่สับสน)

2.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดปรึกษาหารือ ในการวางแผนการทำโครงการตามหัวข้อที่กลุ่มในความสนใจ

2.3) นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนเค้าโครงจาก คู่มือการทำโครงการ หน้า 9-11

2.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การเขียนเค้าโครงโครงงาน วิทยาศาสตร์ ที่แต่ละกลุ่มได้ร่วมกันคิด

3) ขั้นปฏิบัติ (ใช้เวลาประมาณ 50 นาที)

3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามเค้าโครงที่นักเรียนได้จัดทำไว้แล้ว พร้อมบันทึกในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การลงมือปฏิบัติโครงงานวิทยาศาสตร์

3.2) ครูมีหน้าที่คอยให้คำแนะนำ อธิบาย ดูแลการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ในช่วงของการลงมือปฏิบัติตามเค้าโครงที่นักเรียนได้จัดทำเรียบร้อยแล้ว

3.3) นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล ในคู่มือการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หน้าที่ 12-16

3.3) นักเรียนทำการเก็บรวบรวมข้อมูล แปลผลข้อมูล และสรุปผลการศึกษา นำเสนอผลการศึกษาให้ครูตรวจสอบความถูกต้องของการจัดกระทำข้อมูล

3.4) ครูตรวจสอบผลการศึกษาของนักเรียนแต่ละกลุ่มว่า สามารถตอบคำถามของการทำโครงงานได้หรือไม่ ถ้าผลการศึกษากลุ่มใดยังไม่สามารถตอบได้ หรือนักเรียนไม่สามารถทำโครงงานเรื่องดังกล่าวต่อไปได้ ครูให้คำแนะนำในการหาวิธีการศึกษา หรือการเปลี่ยนประเด็นความสนใจใหม่ให้กับนักเรียน (ในกรณีที่ต้องเปลี่ยนสมมติฐานหรือหัวข้อใหม่ ใช้เวลานานกว่าเรียน ในการทำการศึกษาและลงมือทำกิจกรรม)

4) ขั้นประเมิน (ใช้ประมาณเวลา 10 นาที)

4.1) ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานที่นักเรียนดำเนินการมา โดยประเมินความสำเร็จในการเขียนเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ที่จะทำการศึกษา การลงมือปฏิบัติ และการทำงานร่วมกันของนักเรียนในกลุ่ม

4.2) ครูสังเกตและประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน

4. สื่อ-อุปกรณ์ การเรียนการสอน

- 1) ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการหักเหของแสง
- 2) ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การลงมือปฏิบัติโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการหักเหของแสง

แสง

- 3) คู่มือการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

5. กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัด

- 1) การสังเกต
 - พฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
 - การตอบคำถามในชั้นเรียน
- 2) การตรวจผลงาน
 - ใบกิจกรรม
 - คำโครงโครงงานวิทยาศาสตร์
- 3) การประเมินสอบถาม

เครื่องมือวัด

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
2. แบบประเมินการทำงานกลุ่ม
3. แบบประเมินคำโครงโครงงานวิทยาศาสตร์
4. ใบกิจกรรม

เกณฑ์การประเมิน

1. การสังเกต ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานกลุ่ม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
2. การตรวจผลงาน ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานกลุ่ม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
3. การประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

ใบกิจกรรมที่ 4

การเขียนเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องการศึกษาลงในช่องว่างต่อไปนี้

- 1) ชื่อโครงการ.....

2) ชื่อผู้ทำโครงการ.....

3) ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ.....

4) ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....

.....

.....

.....

.....

.....

5) วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า.....

.....

.....

.....

6) สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี).....

.....

.....

.....

7) วิธีการดำเนินการ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8) ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ.....

.....

.....

.....

9) เอกสารอ้างอิง.....

ใบกิจกรรมที่ 5

การลงมือปฏิบัติโครงงานวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกตามประเด็นที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. ออกแบบรูปแบบหรือตารางบันทึกผลการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองตามความเหมาะสมของกลุ่ม
พร้อมบันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สรุปผลการศึกษาค้นคว้าหรือทดลอง

.....

.....

.....

.....

3. อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าหรือทดลอง

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหาและอุปสรรคในการศึกษาค้นคว้าหรือทดลอง

.....

.....

5. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าหรือทดลอง

.....

.....

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 ระยะที่ 3 ขั้นสรุป

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ช่วงชั้นที่ 3	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
สาระที่ 5 พลังงาน สาระการเรียนรู้เรื่องแสง		เวลา 21 ชั่วโมง
หน่วยย่อยที่ 3 การหักเหของแสงและการนำความรู้ไปใช้		จำนวน 1 ชั่วโมง

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1. สาระสำคัญ

การเขียนรายงานการทำโครงการ คือ การนำเสนอผลการศึกษาหรือผลการทำงานให้ผู้อ่านเข้าใจถึงแรงผลักดันสำคัญของปัญหาที่ก่อให้เกิดการค้นคว้า วิธีดำเนินการศึกษาและผลของการศึกษา หรือผลของการทำโครงการ การเขียนรายงานเป็นขั้นสุดท้ายของการทำโครงการเพื่อบอกให้ทราบว่าเพราะเหตุใดจึงทำ ทำอะไรบ้าง ทำแล้วได้ผลเป็นอย่างไร การเขียนรายงานที่ดีต้องสามารถสื่อให้ผู้อ่านเข้าใจอย่างชัดเจน และเข้าใจอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการเขียนรายงานจึงต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ในการทำงาน

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1) นักเรียนสามารถเขียนรายงานเป็นรูปแบบโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการหักเหของแสงได้
- 2) นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการหักเหของแสงให้ผู้สนใจรับรู้ สรุป และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
- 3) นักเรียนกล้ายอมรับการวิพากษ์วิจารณ์จากบุคคลอื่น

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ขั้นนำเสนอ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

1.1) ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนอภิปรายถึงหัวข้อของการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ (1.ชื่อโครงงาน 2.ชื่อผู้ทำโครงงาน 3.ชื่อครูที่ปรึกษาโครงงาน 4.ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 5.วัตถุประสงค์ที่ทำโครงงาน 6.ผลการศึกษาค้นคว้า 7.สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 8.ข้อเสนอแนะ 9. คำกล่าวขอบคุณ 10.หนังสืออ้างอิง)

1.2) ครูสอบถามนักเรียน ถึงผลงานการปฏิบัติงานของนักเรียนตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงสิ้นสุดการศึกษาค้นคว้า ประเด็นดังต่อไปนี้

- การเลือกหัวข้อเรื่อง
- การวางแผนการปฏิบัติงาน
- การเขียนเค้าโครง โครงงานวิทยาศาสตร์
- การปฏิบัติตามเค้าโครง การรวบรวมข้อมูล การสรุปผล ของการศึกษาค้นคว้า
- ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน
- การแก้ปัญหา

1.3) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและอภิปรายตามประเด็นที่ครูสอบถามเพื่อนำความรู้ความเข้าใจที่ได้ไปจัดทำรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อไป

2) ขั้นวางแผน (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

2.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาความรู้เกี่ยวกับการเขียนรายงานจากคู่มือการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารหน้าที่ 17-20 เพื่อเตรียมในการจัดทำรายงาน

2.2) นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่ได้ทำการลงมือปฏิบัติโครงงานแล้ว พร้อมร่วมกันเสนอแนวทาง ออกแบบ การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ตามที่ได้ทำการศึกษา

2.3) นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์

3) ขั้นปฏิบัติ (ใช้เวลาประมาณ 35 นาที)

3.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติตามแผนการเขียนรายงานที่ได้วางไว้ตามหัวข้อหลักคือ 1.ชื่อโครงงาน 2.ชื่อกลุ่ม 3.จุดประสงค์ 4. ผลการทดลอง 5.สรุปผลการทดลอง พร้อมเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยการเขียนบนกระดานลอกลาย

3.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกนำเสนอผลงาน การทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียน

3.3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้
ผลการสำรวจ / ทดลอง ที่บันทึกไว้ นำมาเขียนตามหัวข้อการเขียนรายงานที่ได้ศึกษามา (ส่งในคาบ
หน้า)

4) ขั้นประเมิน (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

4.1) ครูประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มจากการสังเกตการทำงาน
ร่วมกันภายในกลุ่ม

4.2) นักเรียนและครูร่วมกันประเมินการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ ของแต่ละ
กลุ่ม

4.3) ครูประเมินการเขียนรายงานจากรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ของแต่ละ
กลุ่มที่ได้นำเสนอ

4. สื่อ-อุปกรณ์ การเรียนการสอน

สื่อ

1. คู่มือการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

อุปกรณ์

1. กระดาษลอกลาย
2. ปากกาเคมี
3. คลิปหนีบกระดาษ

5. กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัด

1. การสังเกต
 - พฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
2. การตรวจผลงาน
 - ใบกิจกรรม
 - รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
3. การประเมินสอบถาม



เครื่องมือวัด

1. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
2. แบบประเมินตนเอง
3. แบบประเมินรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
4. แบบประเมินการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมิน

1. การสังเกต ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานกลุ่ม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
2. การตรวจผลงาน ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานกลุ่ม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
3. การประเมินรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 (แบบปกติ)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ช่วงชั้นที่ 3	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
สาระการเรียนรู้ เรื่อง แสง		เวลา 21 ชั่วโมง
หน่วยย่อยที่ 2 การหักเหของแสงและการนำไปใช้ประโยชน์		จำนวน 6 ชั่วโมง

1. แนวความคิดหลัก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง แสงเดินทางเป็นเส้นตรงในตัวกลางชนิดเดียวกันและเกิดการสะท้อนเมื่อกระทบสิ่งกีดขวาง ทำให้มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก (เส้นปกติ) อยู่ในระนาบเดียวกัน แสงที่ตกกระทบตัวสะท้อนผิวเรียบจะสะท้อนอย่างเป็นระเบียบ ส่วนการสะท้อนที่ผิวสะท้อนขรุขระ แสงจะสะท้อนกระจัดกระจายไม่เป็นระเบียบ

เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 อัตราเร็วแสงในตัวกลางใหม่เปลี่ยนไป หากมุมตกกระทบไม่เท่ากับศูนย์ ทางเดินของแสงจะหักเหจากแนวเดิม การเปรียบเทียบอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศกับอัตราเร็วแสงในตัวกลางใด กำหนดให้เป็นค่าดัชนีหักเหของตัวกลางนั้น

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลองและอธิบายการหักเหแสง โดยใช้กฎการหักเหแสง
2. ทดลองการสะท้อนและการหักเหของแสงได้
3. สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสะท้อนและการหักเหของแสงได้
4. ยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนสังเกตแท่งดินสอด่ผ่านแท่งแก้วคนสาร สังเกตสิ่งที่มองเห็นที่เห็นแล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตเห็น

1.2 ครูให้นักเรียนใช้กล่องแสงส่องผ่านปลายแท่งแก้วร้อนแล้วสังเกตปลายและด้านข้างของแท่งแก้วร้อน (สังเกตทางด้านปลายจะเห็นเป็นแสงสีแดงหรือชมพู ถ้าสังเกตด้านข้างจะเห็นเป็นสีฟ้า)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการทำกิจกรรมและนำเสนอ

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของกิจกรรม

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูให้นักเรียนจินตนาการเขียนแผนภาพและอธิบายทางเดินของแสงที่ผ่านเข้า

ในตู้ปลา

5. ขั้นประเมิน

5.1 ประเมินผลการทำกิจกรรม

5.2 ประเมินผลจากการตอบคำถาม การถาม การอภิปราย ตลอดจนการสรุปผลการทำกิจกรรม

4. สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ผลที่เกิดจากแสงส่องผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การมองเห็นวัตถุในน้ำ
3. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การกระจายของแสง
4. ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การหักเหของแสง
5. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน
6. ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การสะท้อนกลับของแสง
7. รายการวัสดุ อุปกรณ์ในแต่ละกิจกรรม

5. กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัด

1. การสังเกต
 - พฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
2. การตรวจผลงาน
 - ใบกิจกรรมที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6

เครื่องมือวัด

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
2. ใบกิจกรรมที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6

ใบกิจกรรมที่ 1

ผลที่เกิดจากแสงส่องผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน

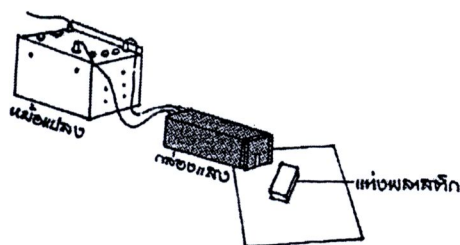
จุดประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบขนาดของมุมตกกระทบและมุมหักเห

รายการวัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1	ชุดกล่องแสง	1
2	หม้อแปลงโวลต์ต่ำ	1
3	สไลด์หรือแผ่นช่องแสง 1 ช่อง	1
4	กระดาษขาว A4	1
5	แท่งพลาสติกใส	1

วิธีทดลอง

1. จัดแหล่งกำเนิดแสง โดยต่อหลอดไฟของกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลงขนาด 12 โวลต์ วางผ่านช่องแสงที่มีช่อง 1 ช่อง ใ้หน้ากล่องแสง และวางกล่องแสงบนกระดาษขาว ดังภาพ กดสวิทช์



- วางแท่งพลาสติกที่เหลื่อมพื้นผิวให้ด้านที่มีผิวขุ่นทาบกระดาษขาว จัดลำแสงจากกล่องแสงให้ทำมุมฉากกับผิวด้านข้างของแท่งพลาสติก ลากเส้นตามขอบแท่งพลาสติกบนกระดาษขาว
- สังเกตและลากเส้นตามแนวรังสีตกกระทบจากกล่องแสง แนวลำแสงที่เข้าไปในแท่งพลาสติก ขกแท่งพลาสติกออกแล้วลากเส้นแนวจาก ณ จุดที่แสงตกกระทบ
- ทำซ้ำข้อ 2 โดยเปลี่ยนที่แสงตกกระทบแท่งพลาสติกไปอีก 2 มุม

คำถาม

- มุมตกกระทบและมุมระหว่างเส้นแนวจากกับลำแสงที่ผ่านไปในแท่งพลาสติกมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ใบกิจกรรมที่ 2

การมองเห็นวัตถุในน้ำ

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการมองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำ

รายการวัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1	กล่องพลาสติก 5x10x30 cm	1 ใบ
2	น้ำ	$\frac{3}{4}$ ของแก้ว
3	ดินสอ	1 แท่ง
4	เหรียญ	1 อัน

วิธีทดลอง

1. ใส่ดินสอลงในแก้วน้ำที่มีน้ำอยู่ประมาณ 3 ใน 4 ของแก้ว สังเกตแนวผิวของแท่งดินสอส่วนที่อยู่เหนือผิวน้ำและส่วนที่อยู่ใต้ผิวน้ำ โดยมองจากด้านบนเหนือผิวน้ำและแนวข้างกล่องพลาสติก บันทึกผล

2. ใช้เหรียญหย่อนลงในน้ำในข้อ 1 สังเกตภาพของเหรียญในแนวต่างๆ

คำถาม

1. แท่งดินสอส่วนที่อยู่เหนือผิวน้ำและส่วนที่อยู่ในน้ำมองเห็นเป็นแท่งเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

2. เมื่อมองเหรียญผ่านผิวน้ำ จะเห็นภาพของเหรียญเป็นอย่างไร

ใบกิจกรรมที่ 3

การกระจายของแสง

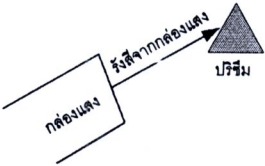
จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึม

รายการวัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1	หม้อแปลงโวลต์ต่ำ พร้อมสายไฟ	1 ชุด
2	ชุดกล่องแสงพร้อมสลิต	1 ชุด
3	ปริซึม	1 แท่ง
4	กระดาษขาว A4	2 แผ่น

วิธีทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยกล่องแสง หม้อแปลงโวลต์ต่ำ แผ่นช่องแสง 1 ช่อง และปริซึมวางบนกระดาษขาว และจัดให้ลำแสงจากกล่องแสงตกกระทบปริซึม ดังภาพ



2. นำกระดาษขาวอีกแผ่นหนึ่งมาทำเป็นฉากรับแสงที่ออกมาจากอีกหน้าหนึ่งของปริซึม สังเกตและบันทึกแนวรังสีตกกระทบจากกล่องแสง แนวรังสีหักเหออกจากปริซึม และสิ่งที่ปรากฏบนฉาก

คำถาม

1. แนวรังสีที่ตกกระทบปริซึมกับที่ออกจากปริซึม อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันหรือไม่อย่างไร
2. ลักษณะของรังสีที่ตกกระทบและรังสีที่ผ่านออกจากปริซึมเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

ใบกิจกรรมที่ 4

การหักเหของแสงผ่านเลนส์บาง

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการหักเหของแสงผ่านเลนส์บาง

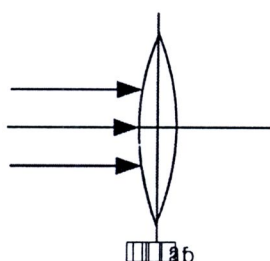
รายการวัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1	หม้อแปลงโวลต์ต่ำ พร้อมสายไฟ	1 ชุด
2	ชุดกล่องแสงพร้อมสลิต	1 ชุด
3	เลนส์นูนจำลอง	1 อัน
4	กระดาษขาว A4	2 แผ่น
5	เลนส์เว้าจำลอง	1 อัน

วิธีทดลอง

1. วางเลนส์นูนบนกระดาษขาว โดยให้ปลายขอบเลนส์ทั้งสองทับกันเส้นตรงที่ขีดไว้

ดังภาพ



2. จัดลำแสงขนานกัน 3-5 ลำ จากกล่องแสง โดยให้ลำแสงพุ่งตั้งฉากกับเส้นตรงที่ลากบนกระดาษในข้อ 1 สังเกตและบันทึกแนวรังสีที่ผ่านออกมาจากเลนส์นูน
3. ทำซ้ำข้อ 1 และข้อ 2 แต่เปลี่ยนจากเลนส์นูนเป็นเลนส์เว้า

คำถาม

1. รังสีหักเหที่ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้ามีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. ถ้าต่อแนวรังสีที่หักเหที่ผ่านออกมาจากเลนส์เว้าย้อนไปทางแหล่งกำเนิดแสงด้วยเส้นประแนวรังสีที่ต่อย้อนไปจะมีลักษณะอย่างไร

ใบกิจกรรมที่ 5

ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

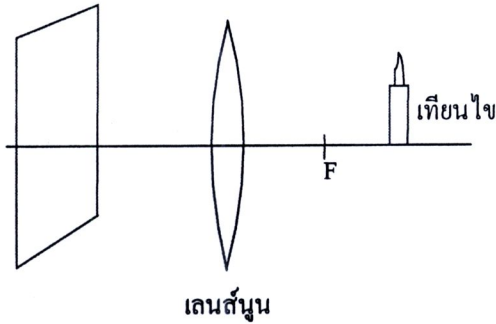
จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการเกิดภาพจากเลนส์นูน

รายการวัสดุอุปกรณ์

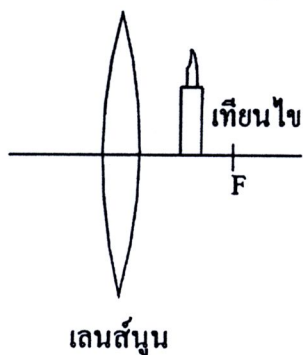
ที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1	หม้อแปลงโวลต์ต่ำ พร้อมสายไฟ	1 ชุด
2	แว่นขยาย	1 อัน
3	ชุดกล้องแสง	1 ชุด
4	เทียนไข	1 แท่ง
5	ฉาก	1
6.	ไม้เมตร	1 อัน

วิธีทดลอง

1. หาความยาวโฟกัสของแว่นขยาย โดยจัดให้แว่นขยายรับแสงจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ไกล เช่น ดวงอาทิตย์ และบันทึกความยาวโฟกัส
2. วางเทียนไข แว่นขยาย และฉาก โดยให้ระยะห่างจากเทียนไขกับเลนส์มากกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ ดังภาพ



3. จุดเทียนไข ส่องเกตภาพบนฉาก ถ้าภาพไม่คมชัดให้เลื่อนฉากจนภาพของเปลวเทียนไขปรากฏบนฉากชัด สังเกตลักษณะภาพและบันทึกระยะระหว่างฉากกับเลนส์
4. เปลี่ยนระยะระหว่างเทียนไขกับเลนส์นูนอีก 2 ระยะ แล้วทำซ้ำข้อ 3
5. วางเทียนไขใกล้เลนส์นูน โดยให้ระยะระหว่างเทียนไขกับเลนส์นูนน้อยกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์นูน สังเกตภาพของเปลวเทียนไขผ่านเลนส์นูน ดังภาพ



คำถาม

1. ความยาวโฟกัสของเลนส์นูนหาได้อย่างไร
2. ระยะระหว่างแว่นขยาย กับฉาก และจากแว่นขยายถึงเทียนไข ต้องเป็นเท่าใด จึงจะเห็นภาพเทียนไขบนฉากภาพได้ชัดเจน
3. ถ้าปิดเลนส์ครึ่งหนึ่ง ภาพจะเป็นอย่างไร

ใบกิจกรรมที่ 6

การสะท้อนกลับของแสง

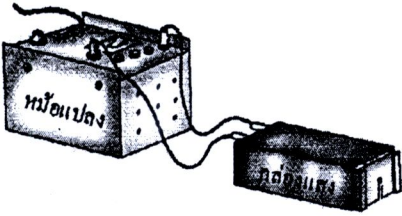
จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการสะท้อนกลับของแสง

รายการวัสดุอุปกรณ์

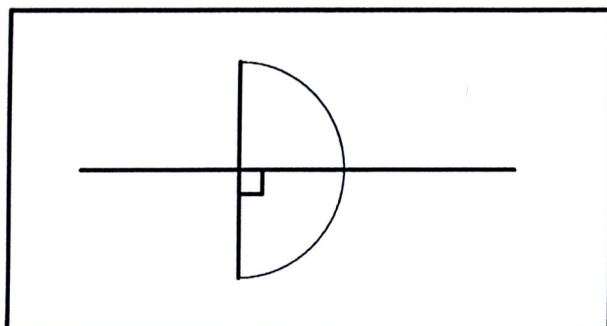
ที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1	หม้อแปลงโวลต์ต่ำ พร้อมสายไฟ	1 ชุด
2	ชุดกล่องแสง พร้อมสลิต	1 ชุด
3	แท่งพลาสติกโค้งรูปครึ่งวงกลม	1 อัน
4	กระดาษขาว	2 แผ่น
5	ไม้โปรแทรกเตอร์	1 อัน

วิธีทดลอง

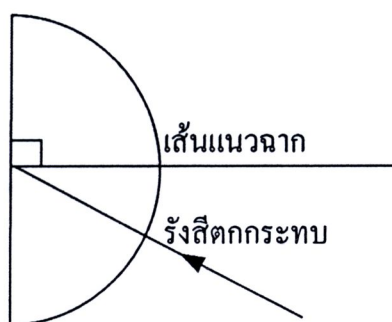
1. จัดอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยกล่องแสง หม้อแปลงโวลต์ต่ำ แผ่นช่องแสง 1 ช่อง และแท่งพลาสติกโค้งรูปครึ่งวงกลมซึ่งวางบนกระดาษขาว ดังภาพ



2. ลากเส้นตั้งฉากกับผิวตรงของแท่งพลาสติก และผ่านจุดศูนย์กลางของแท่งพลาสติกรูปครึ่งวงกลม



3. ฉายรังสีตกกระทบผ่านแท่งพลาสติกโค้ง โดยให้แนวรังสีนี้ผ่านจุดศูนย์กลางของความโค้งของแผ่นพลาสติก และไม่ตั้งฉากกับผิวตรงของแท่งพลาสติก สังเกตแนวลำแสงที่ผ่านแท่งพลาสติก



4. เพิ่มขนาดของมุมตกกระทบทางด้านผิวตรงจนกระทั่งลำแสงไม่ทะลุผ่านไปทางด้านหลังของผิวตรงของแท่งพลาสติก สังเกตแนวลำแสงและบันทึกขนาดมุมตกกระทบและมุมหักเหในแท่งพลาสติก

5. ทำซ้ำข้อ 4 แต่เพิ่มขนาดของมุมตกกระทบ

คำถาม

1. เมื่อเพิ่มมุมตกกระทบในแท่งพลาสติก มุมหักเหเปลี่ยนแปลงอย่างไร
2. มุมตกกระทบเท่าใดทำให้รังสีเริ่มสะท้อนกลับในแท่งพลาสติก



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ คะแนน 30 คะแนน เวลา 60 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกตอบโดยทำเครื่องหมาย ทับตัวอักษร ก ข ค หรือ ง เพียงคำตอบเดียวที่ถูกต้องที่สุด ลงในกระดาษคำตอบที่ครูแจกให้
3. ห้ามขีด เขียน หรือ ทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบวัด

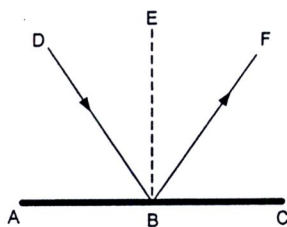
1. คุณสมบัติของแสงข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. ดวงอาทิตย์เท่านั้นเป็นแหล่งกำเนิดแสง ข. แสงเคลื่อนที่โดยอาศัยตัวกลาง

ค. แสงมีสมบัติเป็นคลื่น

ง. แสงเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและแนวเส้นโค้ง

2. จากรูปข้อใดคือรังสีสะท้อน



ก. BE

ข. BC

ค. BF

ง. DB

3. จงศึกษาข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

มุมตกกระทบ	มุมสะท้อน
30°	30°
45°	A
53°	53°
60°	B

ก. A เท่ากับ B

ข. $A < B$

ค. $A > B$

ง. $A > 53^{\circ}$

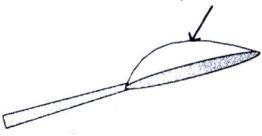
4. ภาพที่เกิดจากกระจกเงามีลักษณะเป็นอย่างไร

- ก. ภาพจริง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ข. ภาพจริง ขนาดเท่ากับวัตถุ
ค. ภาพเสมือน ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ง. ภาพเสมือน ขนาดเท่ากับวัตถุ

5. เมื่อนักเรียนมองภาพวัตถุในกระจกเงาจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

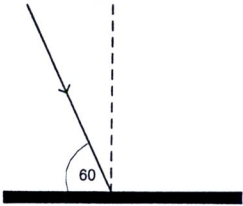
- ก. ภาพขนาดเล็กกว่าวัตถุ ข. ภาพขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
ค. ภาพกลับจากซ้ายเป็นขวา ง. ภาพตรงกลางใหญ่ริมกระจกจะเล็ก

6. ถ้านักเรียนส่องหน้าตัวเองบนช้อนอาหารด้านโค้งนูนดังภาพจะปรากฏภาพอย่างไร



- ก. ภาพใบหน้าบางส่วน หัวกลับ ข. ภาพใบหน้าบางส่วน หัวตั้ง
ค. ภาพเต็มใบหน้า หัวกลับ ง. ภาพเต็มใบหน้า หัวตั้ง

7. จากรูปมุมตกกระทบมีค่าเท่ากับเท่าใด



- ก. 30° ข. 40° ค. 50° ง. 60°

8. กระจกตรวจฟันของทันตแพทย์ทำหน้าที่คล้ายกับอุปกรณ์ในข้อใด

- ก. ไฟฉาย ข. แว่นขยาย ค. กล้องถ่ายรูป ง. หลอดไฟ

9. จากผลการทดลองการสะท้อนของแสง พบว่า มุมสะท้อนของแสงเป็นดังนี้

มุมตกกระทบ	มุมสะท้อน
10°	10°
20°	20°
30°	30°
40°	40°

ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. มุมตกกระทบจะมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน
ข. มุมตกกระทบเท่ากันจะได้มุมสะท้อนต่างกัน
ค. มุมตกกระทบขนาดลดลงจะได้มุมสะท้อนขนาดลดลง
ง. มุมตกกระทบขนาดเพิ่มขึ้นจะได้มุมสะท้อนขนาดเพิ่มขึ้น

10. ผลการทดลองเกี่ยวกับการสะท้อนของแสงพบว่า เมื่อฉายแสงทำมุม 30 องศาที่พื้นตกกระทบ ผลรวมของมุมตกกระทบกับมุมสะท้อนมีค่าเท่าไร

ก. 30 องศา

ข. 60 องศา

ค. 90 องศา

ง. 120 องศา

11. ครุฑต้องการให้กระจกเงาให้ภาพเสมือน ครุฑจะต้องวางวัตถุอย่างไร

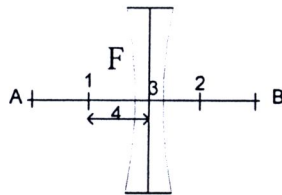
ก. วางวัตถุห่างจากกระจกมากกว่า 2 เท่าของความยาวโฟกัส

ข. วางวัตถุห่างจากกระจกเท่ากับความยาวโฟกัส

ค. วางวัตถุห่างจากกระจกน้อยกว่าความยาวโฟกัส

ง. วางวัตถุหน้ากระจกได้ทุกตำแหน่ง

12. จากภาพเป็นเลนส์ในข้อใด

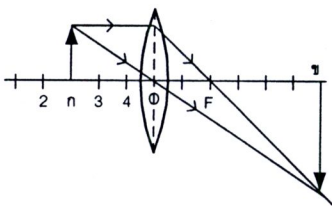


ก. เลนส์เว้าแก้มระนาบ

ข. เลนส์เว้าแก้มนูน

ค. เลนส์นูนสองด้าน

ง. เลนส์เว้าสองด้าน



13. จากรูปที่กำหนดให้ ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นภาพลักษณะใด

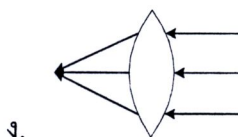
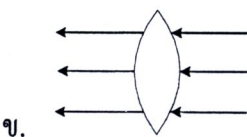
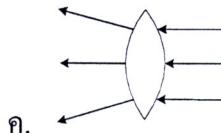
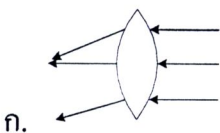
ก. ภาพจริงหัวกลับ

ข. ภาพจริงหัวตั้ง

ค. ภาพเสมือนหัวกลับ

ง. ภาพเสมือนหัวตั้ง

14. แสงที่หักเหผ่านเลนส์นูนมีลักษณะตามข้อใด



15. แสงอาทิตย์จัดเป็นแสงสีใด

ก. สีขาว

ข. สีเหลือง

ค. สีส้ม

ง. สีแดง

16. ปลาที่เลี้ยงไว้ในตู้กระจก คนมองดูปลาผ่านกระจกจะเห็นขนาดของปลาเป็นอย่างไร

 - เท่าเดิม
 - เล็กกว่าเดิม
 - ใหญ่กว่าเดิม
 - ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับขนาดของตู้ปลา

17. ช่วงเวลาขามเย็นดวงอาทิตย์ใกล้ลับขอบฟ้าจะสังเกตเห็นท้องฟ้าเป็นสีแดง ข้อใดต่อไปนี้เป็นสาเหตุที่ต้อง

 - ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้โลกจึงทำให้มองเห็นท้องฟ้าเป็นสีแดง
 - แสงอาทิตย์ประกอบด้วยสีแดง ส้ม และสีเหลือง
 - แสงอาทิตย์เกิดการหักเหให้แสงสีแดง
 - อุณหภูมิลูกโลกเย็นลงท้องฟ้าจึงเป็นสีแดง

18. ถ้าแสงผ่านน้ำได้มากกว่าแก้ว ข้อใดถูกต้อง

 - น้ำโปร่งแสงกว่าแก้ว
 - น้ำทึบแสงกว่าแก้ว
 - น้ำมีดัชนีหักเหเท่ากับแก้ว
 - น้ำมีดัชนีหักเหมากกว่าแก้ว

19. นุชนาถ ต้องการจำแนกวัสดุจำนวน 4 ชนิด คือ ไม้อัด กระจกฝ้า กระจกเงา และ เลนส์ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

 - ตัวกลางโปร่งแสง คือ กระจกเงา กับกระจกฝ้า
 - ตัวกลางโปร่งแสง คือ กระจกฝ้า กับ เลนส์
 - ตัวกลางทึบแสง คือ กระจกเงา กับ เลนส์
 - ตัวกลางทึบแสง คือ ไม้อัด กับ กระจกฝ้า

20.  จากภาพ เมื่อนักเรียนสังเกตตู้ปลาด้านข้างข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ต้อง

 - จำนวนปลามากกว่าความจริง
 - ขนาดตัวปลาใหญ่กว่าจริง
 - ขนาดของตู้ปลาใหญ่กว่าจริง
 - จำนวนพืชน้ำมากกว่าความจริง

21. การที่ตาเรามองเห็นวัตถุเกี่ยวข้องกับเรื่องใดมากที่สุด

 - การเดินทางของแสง
 - ตัวกลางของแสง
 - การหักเหของแสง
 - การสะท้อนของแสง

22. เหตุใดแสงที่มีความสว่างมากขึ้นทำให้เราอ่านหนังสือได้ชัดเจนกว่าที่มีความสว่างน้อย

 - เพราะทำให้เลนส์ตาใช้งานมากขึ้น
 - เพราะทำให้เราใช้จุดกึ่งกลางเลนส์ตาท่านั้น
 - เพราะทำให้ภาพที่กระทบบนเลนส์ตามีความสว่างมากขึ้น
 - เพราะเพิ่มจำนวนแสงที่ตกกระทบบนเลนส์ตาในหนึ่งวินาที

เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง

ข้อ 1	ค	ข้อ 16	ค
ข้อ 2	ค	ข้อ 17	ค
ข้อ 3	ข	ข้อ 18	ก
ข้อ 4	ง	ข้อ 19	ข
ข้อ 5	ค	ข้อ 20	ข
ข้อ 6	ง	ข้อ 21	ง
ข้อ 7	ก	ข้อ 22	ง
ข้อ 8	ข	ข้อ 23	ก
ข้อ 9	ข	ข้อ 24	ง
ข้อ 10	ง	ข้อ 25	ข
ข้อ 11	ค	ข้อ 26	ค
ข้อ 12	ง	ข้อ 27	ข
ข้อ 13	ก	ข้อ 28	ข
ข้อ 14	ง	ข้อ 29	ก
ข้อ 15	ก	ข้อ 30	ก

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ คะแนน 30 คะแนน เวลา 60 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกตอบโดยทำเครื่องหมาย X ทับตัวอักษร ก ข ค หรือ ง เพียงคำตอบเดียวที่ถูกต้องที่สุด ลงในกระดาษคำตอบที่ครูแจกให้
3. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบวัด

1. ถ้านักเรียนเขียนคำว่า “ไทย” บนกระดาษแล้วส่องด้วยกระจกเงาราบ ภาพตัวอักษรบนกระจกจะมีลักษณะเหมือนกับข้อใด (ทักษะการสังเกต)

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

2. จากข้อมูลในตารางข้อใด ถูกต้อง (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)

มุมตกกระทบ	มุมสะท้อน
30°	30°
45°	A
53°	53°
60°	B

- ก. A เท่ากับ 30° ข. A เท่ากับ 60° ค. A เท่ากับ 45° ง. A เท่ากับ 90°

3. ผลการทดลองเกี่ยวกับการสะท้อนของแสงพบว่า เมื่อฉายแสงทำมุม 30° องศา กับที่พื้นตกกระทบ ผลรวมของมุมตกกระทบกับมุมสะท้อนมีค่าเท่าไร (ทักษะการคำนวณ)

- ก. 30 องศา ข. 60 องศา ค. 90 องศา ง. 120 องศา

4. จากผลการทดลองการสะท้อนของแสง พบว่า มุมสะท้อนของแสงเป็นดังนี้

มุมตกกระทบ	มุมสะท้อน
10°	10°
20°	20°
30°	30°
40°	40°

ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง (ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. มุมตกกระทบขนาดเพิ่มขึ้นจะได้มุมสะท้อนขนาดเพิ่มขึ้น
 - ข. มุมตกกระทบขนาดลดลงจะได้มุมสะท้อนขนาดลดลง
 - ค. มุมตกกระทบจะมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน
 - ง. มุมตกกระทบเท่ากันจะได้มุมสะท้อนต่างกัน
5. กระจกเงาราบบานหนึ่ง มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถ้ามีการตัดแบ่งครึ่งกระจกบานนี้จะได้กระจกที่มีรูปร่างอย่างไร (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส)
- ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่ากัน 2 บาน
 - ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่ากัน 2 บาน
 - ค. รูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า 1 บาน
 - ง. รูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า 2 บาน

จากตารางบันทึกผลการทดลองจำนวนภาพที่เกิดจากกระจกเงาระนาบ 2 บาน ทำมุมต่างๆ กันต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 6-7

มุมระหว่างกระจก 2 บาน	จำนวนภาพที่ได้
45°	
60°	
90°	

6. ตัวแปรต้น ของการทดลองคือข้อใด (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
- ก. จำนวนกระจก
 - ข. ขนาดของมุมระหว่างกระจก 2 บาน
 - ค. จำนวนภาพที่ได้
 - ง. ลักษณะของภาพที่ได้
7. สมมติฐานของการทดลองควรมีว่าอย่างไร (ทักษะการการตั้งสมมติฐาน)
- ก. ขนาดของมุมมีผลต่อจำนวนภาพที่เกิด
 - ข. กระจกทำให้เกิดภาพ
 - ค. มุม 45° ทำให้เกิดภาพ มากกว่า มุม 60°
 - ง. กระจกสองบานทำให้เกิดภาพได้

8. ก่อนการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า “กระจกเป็นวัตถุสะท้อนแสงหรือไม่” นักเรียนคิดว่าคำใดควรต้องกำหนดความหมายให้ชัดเจน (ทักษะการการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

ก. กระจก

ข. สะท้อนแสง

ค. แสง

ง. วัตถุ

9. ในการทดลองเรื่อง “ การสะท้อนแสงของกระจกเงาราบ ” มีขั้นตอนดังนี้

1. จัดวางอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยชุดศึกษา
2. จดเทียบไขว้วางบนตารางด้านใดด้านหนึ่ง
3. บันทึกระยะจากเทียบไขว้ถึงผิวแผ่นพลาสติก
4. เปลี่ยนระยะจากวัตถุถึงผิวแผ่นพลาสติกอีก 3 ครั้ง

ข้อใดเป็นขั้นตอนของการทดลอง (ทักษะการทดลอง)

ก. 1 - 3 - 2 - 4

ข. 2 - 3 - 4 - 1

ค. 1 - 2 - 3 - 4

ง. 4 - 3 - 2 - 1

10. จากตารางบันทึกผลการเกิดภาพบนกระจกเงา ข้อใดต่อไปนี้เป็นระยะที่ทำให้เกิด ภาพจริง หักกลับโตกว่าวัตถุ (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

ระยะวัตถุ (cm)	ลักษณะของภาพ
ระยะมากกว่า 10	ภาพจริงหักกลับเล็กกว่าวัตถุ
$5 < \text{ระยะวัตถุ} < 10$	ภาพจริงหักกลับโตกว่าวัตถุ
ระยะวัตถุ < 5	ภาพเสมือนหัวตั้งโตกว่าวัตถุ

ก. 4 cm

ข. 8 cm

ค. 12 cm

ง. 16 cm

11. ถ้านักเรียนใช้มือสัมผัสกับตู้เลี้ยงปลาของงามสิ่งใดที่นักเรียนสามารถรับรู้ได้ (ทักษะการสังเกต)

ก. น้ำในตู้ปลาเย็น

ข. น้ำในตู้ปลามีกลิ่นเหม็น

ค. น้ำในตู้ปลามีสีขุ่น

ง. น้ำในตู้ปลาตกลง

12. จงศึกษาข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ ตัวกลางใดยอมให้แสงผ่านได้ดีที่สุด (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)

ตัวกลาง	อัตราเร็วของแสง (m/s)
อากาศ	3.00×10^8
น้ำ	2.25×10^8
แก้ว	2.00×10^8
เพชร	1.24×10^8

ก. อากาศ ข. น้ำ ค. แก้ว ง. เพชร

13. ข้อใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกันกับเลนส์เว้า (ทักษะการการจำแนกประเภท)

ก. แว่นขยาย ข. แว่นตาสำหรับคนสายตาสั้น
ค. แว่นตาสำหรับคนสายตาวาว ง. กระจกเงาราบ

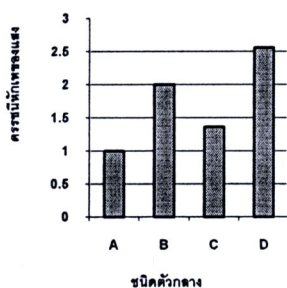
14. วิทวัส ควรเลือกใช้เครื่องมือใดวัดความสูงของเทียนเล่มหนึ่งที่วางไว้หน้ากระจกเงาราบ (ทักษะการวัด)

ก. ไม้เมตร ข. สายวัด ค. ไม้บรรทัด ง. ตลับเมตร

15. วางวัตถุห่างจากเลนส์นูนเป็นระยะ 15 เซนติเมตร ถ้าเลนส์นูนมีความยาวโฟกัส 6 เซนติเมตร จะเกิดภาพที่ระยะห่างเท่าใด (ทักษะการคำนวณ)

ก. 10 เซนติเมตร ข. 20 เซนติเมตร ค. 30 เซนติเมตร ง. 40 เซนติเมตร

16. จากแผนภูมิแสดงข้อมูล ชนิดของตัวกลางกับครรชนีหักเหของแสง ตัวกลางชนิดใดมีครรชนีหักเหของแสงมากที่สุด (ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล)



ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

17. แสงที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากแสงจะเกิดการหักเหมากกว่าตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง (ทักษะการพยากรณ์)

ก. แสงหักเหในเพชรมากกว่าแก้ว ข. แสงหักเหในน้ำมากกว่าแก้ว
ค. แสงหักเหในอากาศมากกว่าแก้ว ง. แสงหักเหในอากาศมากกว่าน้ำ

18. จากภาพการตัดเทียนตามรอยประจะได้พื้นที่หน้าตัดเป็นรูปใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส)



ก.



ข.



ค.



ง.



19. จากภาพเป็นการทดลองเรื่อง การหักเหของแสง โดยนำไม้บรรทัดจุ่มลงในกล่องพลาสติกใสที่บรรจุน้ำ สังเกตลักษณะของไม้บรรทัดเหนือผิวน้ำและใต้ผิวน้ำ สมมติฐานของการทดลองควรมีว่าอย่างไร (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)



- ก. ปริมาณน้ำมีผลต่อการทดลอง
- ข. ขนาดของกล่องพลาสติกมีผลต่อการทดลอง
- ค. ไม้บรรทัดได้น้ำใหญ่กว่าเหนือน้ำ
- ง. ไม้บรรทัดจุ่มน้ำพอเหมาะ

20. จากการทดลองเรื่อง “การหักเหของแสงผ่านเลนส์” โดยมีกิจกรรมดังนี้

1. จัดลำแสงขนานกัน 3-5 ลำ จากกล่องแสง โดยให้ลำแสงพุ่งตั้งฉากกับ เส้นตรง บนที่กั้นแนวรังสีที่ผ่านออกมาจากเลนส์นูน
2. วางเลนส์นูนบนกระดาษขาว
3. ทำซ้ำข้อ 1 และข้อ 2 แต่เปลี่ยนจากเลนส์นูนเป็นเลนส์เว้า

ข้อใดเป็นขั้นตอนของการทดลอง (ทักษะการทดลอง)

ก. 2 - 1 - 3

ข. 2 - 3 - 1

ค. 3 - 2 - 1

ง. 1 - 2 - 3



21. จากภาพที่กำหนดข้อใด ไม่ใช่ สิ่งที่นักเรียนเห็น (ทักษะการสังเกต)

- ก. แวนขยายอยู่บนกระดาษ
- ข. ภาพในแวนขยายใหญ่กว่านอกแวนขยาย
- ค. แวนขยายมีรูปเป็นวงกลม
- ง. ภาพในแวนขยายใหญ่เป็น 3 เท่าของภาพนอกแวนขยาย

22. ข้อใดเป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกต (ทักษะการสังเกต)

- ก. ดอกแก้ว ใต้อีเสียดฟ้า กระโปรงสีแดง
- ข. ดอกแก้วสายตาสั้น
- ค. ดอกแก้วหนัก 50 กิโลกรัม
- ง. ดอกแก้วรักพ่อและแม่

23. จงศึกษาข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ ความสว่างที่เหมาะสมบริเวณใด น้อยที่สุด (ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

สถานที่	ความสว่าง (ลักซ์)
ห้องผ่าตัด	5,000-10,000
ห้องทำงาน	500-1,000
ห้องนั่งเล่น	150-300
บันไดฉุกเฉิน	30-75

- ก. ห้องผ่าตัด ข. ห้องนั่งเล่น ค. ห้องทำงาน ง. บันไดฉุกเฉิน



24. จากภาพเป็นอุปกรณ์ใช้วัดปริมาณใด (ทักษะการวัด)

- ก. มวล ข. เวลา ค. อุณหภูมิ ง. ปริมาตร

25. จากตารางบันทึกผลการศึกษา ตอบคำถามข้อ 25-26 ถ้าต้องการนำข้อมูลมาเขียนเป็นกราฟแท่งเพื่อแสดงข้อมูล แกนนอน และแกนตั้งของกราฟ คือปริมาณใด (ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล)

สถานที่	ความสว่าง
ห้องสมุด	240
ห้องพักครู	200
ห้อง ม. 1	260
ห้อง ม.2	280

- ก. แกนนอน คือ ความสว่าง แกนตั้ง คือ สถานที่
 ข. แกนนอน คือ สถานที่ แกนตั้ง คือ ความสว่าง
 ค. แกนนอน คือ สถานที่และความสว่าง
 ง. แกนตั้ง คือ สถานที่และความสว่าง

26. จากตารางบันทึกผลการศึกษา ตัวแปรต้น ของการศึกษาคือข้อใด (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. สถานที่ ข. ความสว่าง ค. เครื่องมือวัดความสว่าง ง. ผู้วัดความสว่าง

เฉลยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง

ข้อ 1	ค	ข้อ 16	ง
ข้อ 2	ค	ข้อ 17	ก
ข้อ 3	ง	ข้อ 18	ค
ข้อ 4	ง	ข้อ 19	ค
ข้อ 5	ข	ข้อ 20	ก
ข้อ 6	ข	ข้อ 21	ง
ข้อ 7	ก	ข้อ 22	ก
ข้อ 8	ข	ข้อ 23	ง
ข้อ 9	ค	ข้อ 24	ง
ข้อ 10	ข	ข้อ 25	ข
ข้อ 11	ก	ข้อ 26	ก
ข้อ 12	ก	ข้อ 27	ค
ข้อ 13	ข	ข้อ 28	ง
ข้อ 14	ค	ข้อ 29	ก
ข้อ 15	ก	ข้อ 30	ง

แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบวัดเจตคติ

1. แบบวัดเจตคติฉบับนี้ต้องการสอบถามความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ว่ามีความคิดเห็นหรือความรู้สึกต่อข้อความที่แสดงถึงเหตุการณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

2. แบบวัดเจตคติฉบับนี้ไม่มีคำตอบใดถูกหรือผิด เนื่องจากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน และไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน ดังนั้นขอให้นักเรียนตอบแบบวัดให้ตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียนให้มากที่สุด

3. การตอบแบบวัดเจตคติฉบับนี้ให้นักเรียนอ่านข้อความในช่องข้อความอย่างละเอียดแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนซึ่งมี 5 ระดับ คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นสอดคล้องกับข้อความนั้นมากที่สุด

เห็นด้วย หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นสอดคล้องกับข้อความนั้น มาก

ไม่แน่ใจ หมายถึง นักเรียนไม่แน่ใจว่ามีความคิดเห็นสอดคล้องกับข้อความนั้นหรือไม่

ไม่เห็นด้วย หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นขัดแย้งกับข้อความนั้น มาก

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นขัดแย้งกับข้อความนั้น มากที่สุด

ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวเรา		✓			

ความหมาย

ข้อ 0 นักเรียนมีความรู้สึกเห็นด้วยว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวเรา

**แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์**

ชื่อ — สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อความแล้วให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เพียงข้อละหนึ่งระดับ

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	คนที่เรียนวิทยาศาสตร์เก่งมักเป็นคนที่ไม่ยืดหยุ่นตรงต่อเหมือนไม้บรรทัด					
2	การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้ฉันเข้าใจอะไรยากขึ้น					
3	วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอ่านและทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน					
4	การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้เราเป็นคนมีเหตุผล รู้จักแก้ปัญหา					
5	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสนุกสนานเพลิดเพลิน					
6	เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ยากกว่าวิชาอื่น					
7	เรียนวิทยาศาสตร์ ช่วยให้เราแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดีขึ้น					
8	การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในการประกอบอาชีพในอนาคต					
9	วิทยาศาสตร์ช่วยฝึกให้คนรู้จักแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น					
10	ความรู้ที่ได้จากการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ดี					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11	ฉันชอบทำกิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่ากิจกรรมในวิชาอื่นๆ					
12	ฉันชอบศึกษาและติดตามอ่านหนังสือหรือวารสารที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
13	ฉันรู้สึกไม่สบายใจที่จะคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้น้อย					
14	ฉันภูมิใจเมื่อตอบปัญหาวิทยาศาสตร์ได้					
15	ฉันรู้สึกเครียดเมื่อต้องตอบคำถามในห้องเรียน					
16	การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความเครียดเพราะต้องขบคิดปัญหา					
17	ฉันสนุกกับการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
18	ฉันรู้สึกประหม่าหรือกลัวเมื่อครูให้ตอบคำถามวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน					
19	ฉันรู้สึกง่วงนอนทุกครั้งในขณะที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
20	การสอนที่ครูใช้ทำให้บรรยากาศในการเรียนวิทยาศาสตร์เคร่งเครียด					
21	ฉัน ชักถามทันทีเมื่อเกิดข้อสงสัย					
22	ฉันยินดีที่จะทำกิจกรรมที่ครูแนะนำให้ทำเป็นพิเศษ					
23	แม้กิจกรรมในการเรียนรู้จะมาก ฉันก็ตั้งใจทำให้เสร็จทันเวลา					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
24	เมื่อเวลาว่างฉัน เลือกที่จะอ่านหนังสืออื่นมากกว่าการอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์					
25	ฉันเลือกที่ทำการบ้านวิชาอื่นมากกว่าจะทำวิชาวิทยาศาสตร์					
26	ฉันมักจะหลีกเลี่ยงเมื่อครูหรือเพื่อนแนะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ					
27	กิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่น่าเบื่อ					
28	ฉันจะอาสาสมัครกับเพื่อน ๆ ทุกครั้ง ที่มีการทดลอง					
29	ฉันจะอ่านบทเรียนวิทยาศาสตร์มาล่วงหน้าก่อนถึงชั่วโมงเรียน					
30	ฉันจะเตรียมอุปกรณ์การเรียนให้พร้อมทุกครั้งที่มีการเรียนวิทยาศาสตร์					

แบบประเมินและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ในระยะ 2 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีอาการ พฤติกรรม หรือความรู้สึกต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด โปรด
ขีดเครื่องหมาย “X” ลงในช่องแสดงระดับอาการที่เกิดขึ้นกับตัวท่านตามความเป็นจริงมากที่สุด

อาการ พฤติกรรม หรือความรู้สึก	ระดับอาการ			
	ไม่เคยเลย	เป็นครั้ง คราว	เป็นบ่อยๆ	เป็นประจำ
1. นอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ				
2. รู้สึกหงุดหงิด รำคาญใจ				
3. ทำอะไรไม่ได้เลยเพราะประสาทตึงเครียด				
4. มีความวุ่นวายใจ				
5. ไม่อยากพบปะผู้คน				
6. ปวดหัวข้างเดียวหรือปวดบริเวณขมับทั้ง 2 ข้าง				
7. รู้สึกไม่มีความสุขและเศร้าหมอง				
8. รู้สึกหมดหวังในชีวิต				
9. รู้สึกว่าชีวิตตนเองไม่มีคุณค่า				
10. กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา				
11. รู้สึกว่าตนเองไม่มีสมาธิ				
12. รู้สึกอ่อนเพลียจนไม่มีแรงจะทำอะไร				
13. รู้สึกเหนื่อยหน่ายไม่อยากทำอะไร				
14. มีอาการหัวใจเต้นแรง				
15. เสี่ยงสั้น ปากสั้น หรือมือสั่นเวลาไม่พอใจ				
16. รู้สึกกลัวผิดพลาดในการทำสิ่งต่างๆ				
17. ปวดหรือเกร็งกล้ามเนื้อบริเวณท้ายทอย หลัง หรือไหล่				
18. ตื่นเต้นง่ายกับเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย				
19. มึนงงหรือเวียนศีรษะ				
20. ความสุขทางเพศลดลง				

การแปลผล

การแปลผล

เมื่อทำแบบวัดครบทั้ง 20 ข้อแล้ว ให้ใส่คะแนนของแต่ละข้อตามเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ คือ

ถ้าตอบว่า	ไม่เคยเลย	เท่ากับ	0
	เป็นครั้งคราว	เท่ากับ	1
	เป็นบ่อยๆ	เท่ากับ	2
	เป็นประจำ	เท่ากับ	3

หลังจากนั้นรวมคะแนนทั้ง 20 ข้อ ว่ามีคะแนนรวมเป็นเท่าไร ให้ดูผลการประเมินและคำชี้แจงต่อไป

ผลการประเมินความเครียด

6-17	คะแนน	แสดงว่า	ปกติ / ไม่เครียด
18-25	คะแนน	แสดงว่า	เครียดสูงกว่าปกติ / มีความเครียดเล็กน้อย
26-29	คะแนน	แสดงว่า	เครียดปานกลาง
มากกว่า 30	คะแนน ขึ้นไป	แสดงว่า	เครียดมาก

คำอธิบายคะแนน

0-5 คะแนน คุณมีความเครียดน้อยกว่าปกติ อาจเพราะคุณมีชีวิตที่เรียบง่าย ไม่จำเป็นต้องต่อสู้ดิ้นรนในการดำเนินชีวิตสักเท่าใดนัก ชีวิตไม่ค่อยมีเรื่องต้องให้ตื่นเต้น และคุณเองไม่ค่อยกระตือรือร้น

6-17 คะแนน คุณมีความเครียดในระดับปกติ นั่นคือ คุณสามารถจัดการกับความเครียดที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ดี และสามารถปรับตัวปรับใจให้เข้ากับสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม คุณควรพยายามคงระดับความเครียดระดับนี้ต่อไป

18-25 คะแนน คุณมีความเครียดสูงกว่าระดับปกติเล็กน้อย แสดงว่า คุณอาจกำลังมีปัญหาบางอย่างที่ทำให้ไม่สบายใจอยู่ ความเครียดในระดับนี้อาจทำให้มีอาการผิดปกติทางร่างกาย จิตใจ และพฤติกรรมเล็กน้อยพอทนได้ และเมื่อได้พักผ่อนหย่อนใจบ้างก็จะรู้สึกดีขึ้นเอง

26-29 คะแนน คุณมีความเครียดสูงระดับปานกลาง แสดงว่าคุณอาจกำลังมีปัญหาบางอย่างในชีวิตที่คุณยังหาทางแก้ไขไม่ได้ ทำให้มีอาการผิดปกติทางร่างกาย จิตใจ และพฤติกรรมอย่างเห็นได้ชัด และแม้คุณจะพักผ่อนหย่อนใจแล้วก็ยังอาจจะไม่หายเครียด ต้องฝึกเทคนิคเฉพาะในการคลายเครียดจึงจะช่วยให้ช่วยได้

30-60 คะแนน คุณมีความเครียดสูงกว่าระดับปกติมาก คุณอาจกำลังเผชิญภาวะในชีวิตหรือไม่คุณก็ได้สะสมความเครียดเอาไว้มากจนเกินไปเป็นเวลานานทำให้อาการป่วยที่รุนแรง หรือรื้อรัง ความเครียดในระดับนี้นอกจากจะต้องฝึกเทคนิคการคลายเครียดแล้ว ควรไปพบแพทย์เพื่อขอคำปรึกษาต่อไปจึงจะเป็นการดี

ตารางที่ 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่าง
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้	
1	14	23	9
2	16	16	0
3	14	19	5
4	18	18	0
5	12	18	6
6	16	23	7
7	12	14	2
8	10	15	5
9	13	21	8
10	14	20	6
11	14	21	7
12	14	17	3
13	12	21	9
14	14	16	2
15	13	14	1
16	16	17	1
17	17	23	6
18	20	21	1
19	13	19	6
20	16	23	7
21	8	18	10
22	15	22	7
23	10	15	5
24	10	14	4

ตารางที่ 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่าง
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้	
รวม $\sum X$	331	448	117
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	13.79	18.67	4.88
S.D.	2.77	3.12	3.00

ตารางที่ 13 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คนที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่าง
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้	
1	21	24	3
2	18	21	3
3	16	20	4
4	13	16	3
5	15	19	4
6	17	26	9
7	10	14	4
8	9	18	9
9	17	24	7
10	14	23	9
11	21	22	1
12	19	25	6
13	15	22	7
14	18	17	-1
15	12	20	8

ตารางที่ 13 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (ต่อ)

คนที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่าง
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้	
16	20	20	0
17	19	24	5
18	18	25	7
19	17	21	4
20	14	26	12
21	13	20	7
22	16	16	0
23	10	22	12
24	13	25	12
รวม $\sum X$)	375	510	135
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	15.63	21.25	5.62
S.D.	3.42	3.38	3.79

ตารางที่ 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่าง
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้	
1	4	8	4
2	7	13	6
3	4	15	11
4	7	14	7
5	8	13	5
6	7	14	7
7	10	10	0

ตารางที่ 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่างของ คะแนน
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้	
8	10	13	3
9	6	8	2
10	12	7	-5
11	8	11	3
12	5	11	6
13	5	11	6
14	6	9	3
15	6	16	10
16	10	16	6
17	10	16	6
18	6	10	4
19	11	13	2
20	12	16	4
21	8	13	5
22	6	8	2
23	9	12	3
24	9	9	0
25	10	12	2
26	9	16	7
27	8	12	4
รวม ($\sum X$)	213	326	113
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	7.89	12.07	4.18
S.D.	2.29	2.80	3.20

ตารางที่ 15 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คนที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่างของ คะแนน
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้	
1	5	5	0
2	8	8	0
3	7	13	6
4	3	16	13
5	6	13	7
6	11	17	6
7	7	15	8
8	8	12	4
9	8	16	8
10	7	14	7
11	6	8	2
12	9	10	1
13	7	13	6
14	8	13	5
15	10	14	4
16	4	14	10
17	10	18	8
18	10	15	5
19	8	15	7
20	6	12	6
21	8	14	6
22	7	15	8
23	12	15	3
24	6	10	4

ตารางที่ 15 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (ต่อ)

คนที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่างของคะแนน
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้	
25	5	12	7
26	9	14	5
27	5	17	12
รวม ($\sum X$)	200	358	158
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	7.41	13.26	5.85
S.D.	2.14	2.99	3.15

ตารางที่ 16 คะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คนที่	คะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
1	3.23	3.74
2	3.67	3.87
3	4.13	3.52
4	2.97	4.27
5	3.57	3.52
6	3.32	4.00
7	3.43	3.41
8	3.60	3.05
9	4.03	4.02
10	3.57	3.97
11	3.80	4.77
12	3.47	4.27
13	3.03	3.62

ตารางที่ 16 คะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (ต่อ)

คนที่	คะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
14	3.03	3.49
15	3.40	3.60
16	3.07	3.57
17	3.67	3.62
18	4.03	4.02
19	3.57	3.98
20	3.57	3.80
21	3.57	4.37
22	3.13	3.67
23	2.13	4.20
24	3.33	3.94
รวม($\sum X$)	82.32	92.29
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	3.43	3.85
S.D.	0.42	0.37

ตารางที่ 17 คะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คนที่	คะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
1	3.03	3.50
2	3.40	3.50
3	3.60	3.90
4	3.43	3.80
5	4.07	3.33
6	3.60	3.13
7	3.37	3.20
8	3.37	3.33
9	3.93	3.50
10	3.57	3.33
11	3.70	3.30
12	3.33	3.50
13	3.10	3.97
14	3.10	3.70
15	3.37	3.07
16	3.87	3.67
17	3.77	3.73
18	3.57	3.47
19	3.53	3.33
20	3.17	3.50
21	2.93	2.97
22	3.01	3.17
23	3.23	3.33
24	2.77	3.03

ตารางที่ 17 คะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (ต่อ)

คนที่	คะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
25	3.37	3.47
26	4.13	4.10
27	3.80	3.23
รวม ($\sum X$)	93.12	93.46
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	3.45	3.46
S.D.	0.35	0.72

ตารางที่ 18 คะแนนจากแบบวัดและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ก่อนและหลังได้รับการ
จัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คนที่	คะแนนแบบวัดและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
1	15	9
2	4	3
3	19	17
4	16	11
5	8	33
6	18	7
7	7	10
8	13	24
9	9	27
10	12	5

ตารางที่ 18 คะแนนจากแบบวัดและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบวัดและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
11	19	21
12	17	13
13	16	31
14	28	27
15	18	15
16	22	32
17	21	18
18	17	11
19	11	10
20	10	17
21	5	14
22	17	25
23	11	18
24	21	33
รวม ($\sum X$)	354.00	443.00
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	14.75	18.46
S.D.	5.87	8.98



ตารางที่ 19 คะแนนจากแบบวัดและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ก่อนและหลัง
ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คนที่	คะแนนแบบวัดและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
1	14	16
2	11	21
3	6	15
4	11	13
5	34	40
6	12	12
7	8	29
8	27	33
9	12	9
10	14	19
11	16	22
12	23	20
13	15	18
14	27	11
15	13	11
16	10	19
17	18	25
18	20	28
19	13	27
20	13	17
21	18	24
22	15	8

ตารางที่ 19 คะแนนจากแบบวัดและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต ของ
นักการจัดการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ก่อนและ
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบวัดและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเองฉบับของกรมสุขภาพจิต	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
23	19	36
24	23	16
25	20	25
26	20	24
27	13	17
รวม ($\sum X$)	445.00	555.00
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	16.48	20.56
S.D.	6.36	8.13

ตารางที่ 20 ปริมาณฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและ
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คนที่	ปริมาณฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำลาย ($\mu\text{g/ml}$)	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้ ($\mu\text{g/ml}$)	หลังการจัดการเรียนรู้ ($\mu\text{g/ml}$)
1	6.941	4.499
2	11.147	5.412
3	11.147	6.941
4	27.179	13.195
5	6.355	2.544
6	31.914	5.455
7	10.882	2.238
8	3.711	11.147
9	6.406	4.152
10	11.147	4.536
11	10.970	13.195
12	5.817	11.604
13	11.887	3.832
14	4.499	11.058
15	4.684	4.499
รวม ($\sum X$)	164.686	104.307
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	10.979	6.954
S.D.	8.112	3.926

ตารางที่ 21 ปริมาณฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและ
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คนที่	ปริมาณฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำลาย ($\mu\text{g/ml}$)	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้ ($\mu\text{g/ml}$)	ก่อนการจัดการเรียนรู้ ($\mu\text{g/ml}$)
1	4.609	10.882
2	4.875	15.493
3	28.066	11.604
4	4.572	18.487
5	6.154	6.154
6	13.195	13.195
7	5.412	5.412
8	3.036	3.036
9	10.043	10.043
10	18.636	10.970
11	13.195	18.636
12	4.463	4.463
13	9.268	9.268
14	26.746	10.970
15	10.882	10.882
รวม ($\sum X$)	163.152	159.495
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	10.880	10.630
S.D.	7.970	4.650

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

ตารางที่ 22 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ จุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม เรื่อง แสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	0	2	0.67
2	1	1	1	3	1.00
3	1	1	1	3	1.00
4	1	1	1	3	1.00
5	1	1	0	2	0.67
6	1	1	1	3	1.00
7	0	1	1	2	0.67
8	1	1	1	3	1.00
9	1	1	0	2	0.67
10	1	1	1	3	1.00
11	1	1	1	3	1.00
12	1	1	1	3	1.00
13	0	1	1	2	0.67
14	1	0	1	2	0.67
15	1	1	1	3	1.00
16	1	1	1	3	1.00
17	1	1	1	3	1.00
18	1	1	0	2	0.67
19	1	0	1	2	0.67
20	1	1	1	3	1.00
21	1	1	1	3	1.00
22	0	1	1	2	0.67
23	1	1	1	3	1.00
24	1	1	1	3	1.00
25	1	1	0	2	0.67

ตารางที่ 22 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง แสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
26	1	1	1	3	1.00
27	1	1	1	3	1.00
28	1	1	1	3	1.00
29	1	1	1	3	1.00
30	1	1	1	3	1.00

ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (p) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย (p)	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย(p)
1	0.50	0.65	16	0.24	0.49
2	0.34	0.59	17	0.50	0.63
3	0.45	0.45	18	0.39	0.75
4	0.32	0.39	19	0.25	0.59
5	0.32	0.51	20	0.27	0.63
6	0.49	0.69	21	0.41	0.53
7	0.32	0.51	22	0.24	0.39
8	0.30	0.59	23	0.20	0.51
9	0.32	0.69	24	0.28	0.55
10	0.36	0.69	25	0.21	0.55
11	0.49	0.67	26	0.36	0.61
12	0.55	0.63	27	0.26	0.75
13	0.41	0.65	28	0.32	0.39
14	0.45	0.45	29	0.40	0.49
15	0.28	0.65	30	0.45	0.45

ค่าความเชื่อมั่น(α) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 0.841

ตารางที่ 24 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง แสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1.00
2	1	1	1	3	1.00
3	1	1	0	2	0.67
4	1	1	1	3	1.00
5	1	1	1	3	1.00
6	1	1	1	3	1.00
7	0	1	1	2	0.67
8	1	1	1	3	1.00
9	1	1	1	3	1.00
10	1	1	1	3	1.00
11	1	1	1	3	1.00
12	1	0	1	2	0.67
13	1	1	1	3	1.00
14	1	1	1	3	1.00
15	1	1	1	3	1.00
16	1	1	1	3	1.00
17	1	1	1	3	1.00
18	0	1	1	2	0.67
19	1	1	1	3	1.00
20	1	1	1	3	1.00
21	1	1	1	3	1.00
22	1	1	1	3	1.00
23	1	1	1	3	1.00
24	1	1	1	3	1.00
25	1	1	1	3	1.00

ตารางที่ 24 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง แสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
26	1	1	1	3	1.00
27	1	0	1	2	0.67
28	1	1	1	3	1.00
29	1	1	0	2	0.67
30	1	1	1	3	1.00

ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (p) และค่าความเชื่อมั่น
(α) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ค่าความยากง่าย (p)	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย(p)
1	0.26	0.75	16	0.23	0.51
2	0.22	0.59	17	0.21	0.75
3	0.25	0.69	18	0.38	0.76
4	0.21	0.75	19	0.26	0.61
5	0.26	0.75	20	0.40	0.61
6	0.32	0.73	21	0.21	0.27
7	0.35	0.51	22	0.23	0.45
8	0.23	0.39	23	0.22	0.49
9	0.26	0.24	24	0.33	0.53
10	0.24	0.67	25	0.29	0.55
11	0.34	0.67	26	0.28	0.61
12	0.27	0.41	27	0.23	0.76
13	0.23	0.69	28	0.46	0.31
14	0.21	0.45	29	0.28	0.49
15	0.30	0.65	30	0.30	0.43

ค่าความเชื่อมั่น (α) ของของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 0.767

ตารางที่ 26 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1.00
2	1	1	1	3	1.00
3	1	1	1	3	1.00
4	1	1	1	3	1.00
5	1	1	1	3	1.00
6	1	0	1	2	0.67
7	1	1	1	3	1.00
8	1	1	1	3	1.00
9	1	1	1	3	1.00
10	1	1	1	3	1.00
11	1	1	1	3	1.00
12	1	1	1	3	1.00
13	0	1	1	2	0.67
14	1	1	1	3	1.00
15	1	1	1	3	1.00
16	1	1	1	3	1.00
17	1	1	1	3	1.00
18	1	1	1	3	1.00
19	0	1	1	2	0.67
20	1	1	1	3	1.00
21	1	1	1	3	1.00
22	1	1	1	3	1.00
23	1	1	1	3	1.00
24	1	1	0	2	0.67

ตารางที่ 26 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
25	1	1	1	3	1.00
26	1	1	1	3	1.00
27	1	1	1	3	1.00
28	1	0	1	2	0.67
29	1	1	1	3	1.00
30	1	1	1	3	1.00

ภาคผนวก ง
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณจริย์ มั่งสิงห์	อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ฉวีวรรณ นาระกล	ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อาจารย์ชลาฤทธิ์ กระจาเมือง	อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัย ราชภัฏอุดรดิตถ์

2. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลียง ชาทาธิคุณ	อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง)
อาจารย์จิราภรณ์ ทัพชัย	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์)
อาจารย์สุภธิดา ศรีพงษ์วิวัฒน์	อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์โรงเรียนน้ำพองศึกษา

3. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิมล ตำราญวานิช	อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลียง ชาทาธิคุณ	อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง)
อาจารย์จิราภรณ์ ทัพชัย	อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์)

4. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

อาจารย์สุภธิดา ศรีพงษ์วิวัฒน์	อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์โรงเรียนน้ำพองศึกษา
อาจารย์ฉันทะพงษ์ ฉลาดเข้ม	อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านหนองปีง
อาจารย์วงศ์ณัฏฐา แก้วไกรษร	อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา



ประวัติผู้เขียน

นางนันทรัตน์ แก้วไกรสร เกิดเมื่อวันที่ 2 กันยายน 2523 ณ บ้านกุดหว้า ตำบลกุดหว้า อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันราชภัฏมหาสารคาม สาขาวิชาฟิสิกส์ เมื่อปีการศึกษา 2546 จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม สาขาวิชาชีพครู เมื่อปีการศึกษา 2547 รับราชการครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2547 - 2553 และปัจจุบันรับราชการครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ ในตำแหน่ง ครู อดับ คศ. 1 โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา อุรธานีเขต 3 อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี

