

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551**. กรุงเทพฯ: สำนักงาน  
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา  
ลาดพร้าว.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2550). **สถิติสำหรับงานวิจัย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- โครงการพัฒนากระบวนการเรียนรู้. (2544). **ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม**. ค้นเมื่อ  
22 มกราคม 2553, จาก <http://ednet.kku.ac.th/~sumcha/cles/infomQ1.himl>.
- โชคชัย ยืนยง และคณะ. (2549). **แนวคิดเกี่ยวกับนิยามของพลังงาน และกฎการอนุรักษ์พลังงาน  
ของนักเรียนไทยและนักเรียนนิวซีแลนด์**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาย โพธิสิตา. (2549). **ศาสตร์และศิลป์แห่งการวิจัยเชิงคุณภาพ**. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง  
แอนด์พับลิชชิ่ง.
- ทิสนา เขมมณี. (2540). **การพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นต์.
- ทัศนีย์ บุญเต็ม และวรรณจริย์ มั่งสิงห์. (2548). **นวัตกรรมการสอน ข้อค้นพบจากงานวิจัยด้าน  
วิทยาศาสตร์ศึกษา**. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธานีทร์ ศิลป์จารุ. (2552). **การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS**. กรุงเทพฯ:  
เอส.อาร์.พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2544). **ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. อุบลราชธานี:  
วิทยาการพิมพ์.
- นารี ชันแก้ว. (2545). **ผลของการเรียนแบบร่วมมือในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ปฏิสัมพันธ์ชั้นนำ  
ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- น้ำค้าง จันเสริม. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องงานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธี POE. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2548). การปรับเปลี่ยนมโนคติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประภาพร ศรีตระกูล. (2550). แบบฝึกและเอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชา 217 720 ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยะฉัตร ชัยมาลา. (2550). ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยะดา ปัญญาศรี. (2545). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่มีแบบเรียน การอบรมเลี้ยงดู และระดับเข่าปัญญาแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปิยะธิดา ขจรชัยกุล. (2547). การพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาสำหรับเด็กปฐมวัยตามแนวคิดทฤษฎีสติกา. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงษ์รัตน์ ธรรมชาติ. (2544). ผลการสอนโดยการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิมพ์นธ์ เตชะคุปต์. (2545). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ สำหรับครูยุคปฏิรูปการศึกษา เล่ม 2. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2537). การเรียนรู้ตามทัศนะกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) กับการสอนวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 12(2), 111-119.

- ไพจิตร สดวกการ. (2543). เรียนผูกเรียนแก้: ภูมิปัญญาไทยที่สอดรับกับทฤษฎีรังสรรค์นิยม. ปฏิรูปการศึกษา. ค้นเมื่อ 22 มกราคม 2553, จาก <http://ednet.kku.ac.th/~sumcha/cles/infomQ1.himl>.
- ภูมิ พระรักษา. (2548). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์-การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุตรธานี.
- เรืองศักดิ์ ไตรพิน. (2551). การตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาในวิชา ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุริยาสาสน์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). CONSTRUCTIVISM. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวพร เสรีวงศ์ ณ อยุธยา. (2529). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาสังคมศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีการสอนตามขั้นทั้งสี่ ของอริยสังกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2544). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมาลี ชัยเจริญ และคณะ. (2549). การศึกษากระบวนการคิดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชา 212300 สื่อการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist).  
ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- \_\_\_\_\_. (2545). ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (เอกสารอัดสำเนา).

- สุมาลี กาญจนชาติ. (2543). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมคุณลักษณะของนักเรียนระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2549). หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2549). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สายฝน จาริต. (2547). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมคำถามปลายเปิดแบบเร้าของเด็กปฐมวัย โรงเรียนหนองกุงพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สาโรช บัวศรี. (2518). “ปรัชญาการศึกษา” ในจุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. [ม.ป.ป.]. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2550 -2554. ค้นเมื่อ 9 มิถุนายน 2552, จาก <http://www.nesdb.go.th>
- เสถียรวุฒิ มูลอามาตย์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้ชุดการเรียนตามแนวอริยสัจ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เสถียร ช่างเกวียน. (2541). การติดตามผลการสอนซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแสง โดยใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงมโนคติของโพสเตอร์และคณะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- อรพินทร์ ชื่นชม. (2548). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการคิด  
แก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหา  
ความรู้โดยการเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อิสรา ก้านจักร. (2547). ผลการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว  
**Constructivism: Open Learning Environments (OLEs)** สำหรับนักศึกษาระดับ  
บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อุดมลักษณ์ นกฟุ้งฟูม. (2545). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด  
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึก  
กระบวนการคิด กับการสอนโดยผังมโนคติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- Baodi, G. (2003). Contemporise teaching strategies in general chemistry [Electronic version].  
**The ChinaPaper**, (July), 39-41
- Bednar et al. (1991). ข้อตกลงเบื้องต้นของการออกแบบการสอนที่มีพื้นฐานจากทฤษฎีคอน  
สตรัคติวิซึม (**Constructivism**). Retrieved June 9, 2009, from  
<http://www.ednet.kku.ac.th/~sumcha/cles/infomQ1.himl>.
- Clement, J. (1982). Students' preconception in introductory mechanics. **American Journal of  
Physics**, 50(1), 60-71.
- Chen, I. (2000). **Technology and learning environments**. Retrieved June 15, 2009, from  
<http://www.coe.uh.edu/~ichen/ebook/ET-IT/cover.html>.
- Dewey, John. (1933). **How are think**. Boston: D.C Health and Co.
- Foreman, K. (2001). **Social & Cognitive Constructivism**. History and Theory of  
Instructional Technology, Kim foreman's ITEC800, San Francisco State University.  
Retrieved June 15, 2009, from [http://online.sfsu.edu/~foreman/itec800/  
finalprojects/eitankaplan/pages/home.html](http://online.sfsu.edu/~foreman/itec800/finalprojects/eitankaplan/pages/home.html)
- Galileo. (n.d.). **Galileo Galilei (1564-1642)**. Retrieved June 1, 2009, from  
<http://scienceworld.wolfram.com/biography/Galileo.html>

- Gentner, G.S. & Stevens, A.L. (1993). **Mental models**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Grabrielli, R.D. (1972). A Study of the characteristics of Pre-Service Teachers Identified on and Experimental Instrument as High or Low in Problem Solving Ability. **Dissertation Abstracts Internation**, 32(4), 5650-A.
- Halloun, J.A. & Hestenes, D. (1985). Common Sense Concepts about Motion. **The American Journal of Physics**, 53, 1056-1065.
- Hill, J. (1991). **Chemical, the Environment, and You : Exploration in Science and Human Healt. Grades 7- 8 Nih Curriram Supplement Series**. [n.p.].
- Jin, H.J. & Revees, T.C. (1991). Mental model : A research focus for interactiong learning systems. **Educational research and development**, 40(3), 39-53.
- Jonassen, D.H. & Henning, P.H. (1996). **Mental models : Knowledge in the head and knowledge in the world**. In Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on the Learning Sciences. Evanston, IL, Northwester University Press.
- Ludesher, F. (2001). **Scholars of Constructivism**. Retrieved July 8, 2009, from <http://www.vobs.at/ludesher/Ludesher/Lacquisition/Constructivist/scholars.html>
- Matthew Kearney, David F. Treagust, Shelley Yeo & Marjan G. Zadnik. (2001). Student and Teacher Perceptions of the Use of Multimedia Supported Predict-Observe-Explain Tasks to Probe Understanding. **Science Education**, 31, 589-615.
- Matthew Kearney. (2004). Classroom Use of Multimedia- Supported Predict-Observe-Explain Tasks in a Social Constructivist Learning Environment. **Science Education**, 34, 427-453.
- Mayer, R.E. (1992). Cognition and instruction: On their historic meeting within educational psychology. **Journal of educational Psychology**, 84, 405-412.
- Merriënboer, J.G. (1997). **Training Complex Cognitive Skills : A four-Components Instructional Design Models for Technical Training**. New Jersey: Educational.
- Roopnarine, J.L. & Johson, J.E. (1978). **Approaches to Early Childhood Education**. The United State of America: Merrill Publishing.
- Seel, N.M. (1995). Mental models, knowledge transfer, and teaching strategies. **Journal of Structural Learning**, 12(3), 197-213.

- Sir Isaac Newton. (n.d.). **From 'A Short Account of the History of Mathematics'**  
**(4th edition, 1908) by W. W. Rouse Ball.** Retrieved June 1, 2009, from  
[http://www.maths.tcd.ie/pub/HistMath/People/Newton/RouseBall/RB\\_Newton.html](http://www.maths.tcd.ie/pub/HistMath/People/Newton/RouseBall/RB_Newton.html)
- Sompong Mabout. (2006). **The Use of a Constructivist Laboratory to Improve Students' Conceptual Understanding of Motion in Tertiary Physics in Thailand.** Ph.D. Thesis in Science Education, Curtin University of Technology.
- White & Gunston. (1992). **Probing Understanding.** London: Falmer Press.
- White, B. (1993). Thinker Tools: Causal models, Conceptual change, and science and education. **Cognition and Instruction, 10**, 1-100.
- Wu , T.Y. & Tsai, C.C. (2005). Effects of constructivist-oriented instruction on elementary school students' cognitive structures [Electronic version]. **Journal of Biological Education, 39**(3), 113-119.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

### รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. อาจารย์สุมิตร ถิ่นปัจจา  | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8<br>โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น<br>(มอดินแดง) |
| 2. อาจารย์สุพัตรา วงศ์ษา    | อาจารย์ คศ.3<br>โรงเรียนเมืองพญาแลวิทยา                                     |
| 3. อาจารย์จิราภรณ์ ทัพชัย   | อาจารย์ คศ.1<br>โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น<br>(ศึกษาศาสตร์)            |
| 4. อาจารย์รัตนาภรณ์ กลางมณี | อาจารย์ คศ.1<br>โรงเรียนบ้านดวนบากน้อย                                      |
| 5. อาจารย์คำไพ พานูสี       | อาจารย์ คศ.1<br>โรงเรียนเอราวัณวิทยาคม                                      |

ภาคผนวก ข  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

โรงเรียนบ้านหนองปล้อง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ช่วงชั้นที่ 3	ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2.1	ชื่อหน่วย แรงที่กระทำต่อวัตถุ	จำนวนเวลา 12 ชั่วโมง
แผนที่สอนเรื่อง แรงเสียดทาน 1		เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานที่ 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม. 1 - 3 สืบตรวจตรวจสอบและอธิบายแรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพและเสนอแนะวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

#### สาระสำคัญ

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อผิววัตถุสองผิวสัมผัสกัน ถ้าผิวหนึ่งเคลื่อนที่หรือพยายามเคลื่อนที่อีกผิวหนึ่งจะออกแรงต้านในทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ ขนาดของแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ แรงในแนวตั้งฉากที่กดลงตรงผิวที่สัมผัสกัน ซึ่งก็คือ น้ำหนักของวัตถุนั้นเอง และชนิดของผิวสัมผัสขึ้นอยู่กับความเรียบและความขรุขระของผิวสัมผัส

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. ทำนายสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแรงเสียดทานได้
2. ทำการทดลองเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ทำให้เกิดขนาดของแรงเสียดทานได้
3. ศึกษาความหมายของแรงเสียดทานได้

#### สาระการเรียนรู้

แรงเสียดทาน เป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อวัตถุ 2 ชนิดเสียดสีกัน วัตถุที่เคลื่อนที่ไปบนพื้นผิวขรุขระจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นมากกว่าเคลื่อนที่ไปบนพื้นผิวเรียบ

แรงเสียดทานจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พื้นผิวที่ขรุขระมีการเสียดสีระหว่างกัน และกันมาก จึงมีแรงเสียดทานที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นมาก การที่พื้นผิวเรียบขึ้น ทำให้มีการเสียดสีระหว่างกันและกันน้อยลง จึงช่วยลดแรงเสียดทาน ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ง่าย

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

### ขั้นการทำนาย (Predict)

#### 1. ครูนำเสนอสถานการณ์ต่อไปนี้

นักเรียนลองสังเกตว่า จากภาพที่ 1 ภาพ ก. สมชายเดินบนพื้นขรุขระ และ ข. สมชายเล่นสเก็ตในสนามสวนสาธารณะ ภาพใดที่สมชายต้องออกแรงมากกว่าในการเคลื่อนที่เพราะเหตุใด

- ก. ภาพ ก จะออกแรงน้อยกว่า ภาพ ข เพราะ
- ข. ภาพ ก จะออกแรงมากกว่า ภาพ ข เพราะ
- ค. ภาพ ก และ ภาพ ข ออกแรงเท่ากัน เพราะ



ก. สมชายเดินบนพื้นขรุขระ



ข. สมชายเล่นสเก็ตในสนามสวนสาธารณะ

ภาพที่ 1 แสดงภาพสมชายกำลังเคลื่อนที่ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

2. ครูแจกแบบบันทึกกิจกรรม POE เรื่อง แรงเสียดทาน ให้นักเรียนทุกคนเพื่อทำนายสถานการณ์ที่ครูนำเสนอตามแนวคิดของนักเรียนเอง

### ขั้นสังเกต (Observe: O)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 7 คน
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งจุดประสงค์และสมมุติฐานการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน ที่มีความสัมพันธ์กับที่นักเรียนได้ทำนายสถานการณ์
  3. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่นักเรียนตั้งไว้
    - ตัวอย่าง ให้พื้นผิวสัมผัสกับวัตถุต่างกันเหมือนสถานการณ์ที่ทำนาย โดยแนะนำนักเรียนดังนี้
      - ลากถุงทราย 1 ถุง ด้วยเครื่องชั่งสปริง จนถุงทรายเคลื่อนที่ บันทึกค่าแรงที่อ่านได้ เมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ และเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
      - ทำซ้ำข้อ 1. แต่วางถุงทรายทับบนถุงทรายในข้อ 1. อีกจำนวน 1 ถุง และ 2 ถุง ตามลำดับ
      - ทำซ้ำข้อ 1. และข้อ 2. แต่หุ้มถุงทรายด้วยพลาสติก

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกกิจกรรม POE เรื่อง แรงเสียดทาน

5. ครูให้นักเรียนศึกษาความหมายของแรงเสียดทาน จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานแรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน้าที่ 25 - 28 แล้วสนทนาร่วมกันในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปจากการทดลอง

6. หลังจากการทดลองครูตั้งคำถามหลังทำกิจกรรมดังนี้

#### คำถามหลังทำกิจกรรม

1) ชนิดของพื้นผิวสัมผัสกับวัตถุที่เคลื่อนที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานอย่างไร

แนวคำตอบ พื้นผิวที่ขรุขระมีการเสียดสีระหว่างกันและกันมาก จึงมีแรงเสียดทานที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นมากวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ช้า การที่พื้นผิวเรียบขึ้น ทำให้มีการเสียดสีระหว่างกันและกันน้อยลง จึงช่วยลดแรงเสียดทาน ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ง่าย

2) น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานอย่างไร

แนวคำตอบ น้ำหนักมากต้องออกแรงดึงมากแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุจะมากขึ้นไปด้วย เช่นถ้าน้ำหนักมากเคลื่อนที่บนพื้นขรุขระแรงเสียดทานมาก เพราะฉะนั้นต้องออกแรงดึงวัตถุมากขึ้นเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ เป็นต้น

3) จากการทดลองจงระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดขนาดของแรงเสียดทาน

แนวคำตอบ ปัจจัยที่ทำให้เกิดขนาดของแรงเสียดทาน คือ ชนิดของพื้นผิวสัมผัสกับวัตถุ และ น้ำหนักของวัตถุ

#### สื่อการเรียนการสอน/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานแรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. แบบบันทึกสถานการณ์ POE เรื่อง แรงเสียดทาน

3. เครื่องชั่งสปริง

4. ฤงทรายขนาด 500 กรัม

5. ฤงพลาสติก

## การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
1. ด้านความรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การตอบคำถามรายบุคคล /กลุ่ม</li> <li>- การออกแบบการทดลอง</li> <li>- การทำการทดลอง</li> <li>- การสัมภาษณ์นักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม</li> <li>- การสัมภาษณ์นอกเวลาเรียน</li> <li>- แบบบันทึกสถานการณ์ POE เรื่อง แรงเสียดทาน</li> </ul>
2. ด้านทักษะกระบวนการ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การอภิปรายและนำเสนอความรู้รายบุคคล/กลุ่ม</li> <li>- ทักษะปฏิบัติการทดลองกลุ่ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม</li> <li>- การทำกิจกรรมการทดลอง</li> <li>- แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง</li> </ul>
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สนใจใฝ่เรียนรู้ กระตือรือร้นในกระบวนการเรียนการสอน</li> <li>- มีความรับผิดชอบและเพียรพยายามในงานที่ได้รับมอบหมาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม</li> <li>- การส่งงาน</li> <li>- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล</li> </ul>

### ส่วนประกอบท้ายแผนการสอน

#### 1. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

##### 1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

.....

.....

.....

##### 1.2 ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

##### 1.3 ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

##### 1.4 การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

#### 2. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางวนิษา ประยูรพันธ์)

ตำแหน่งครู อันดับ ครู คศ.1

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

แบบบันทึกสถานการณ์ POE  
เรื่อง แรงเสียดทาน  
ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น ม. .... เลขที่ .....

คำชี้แจง

จากสถานการณ์เรื่อง แรงเสียดทาน ให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะจะเป็นเช่นนั้น แล้วสังเกตการทดลองเพื่อพิสูจน์การทำนาย

ขั้นทำนาย (Predict : P) (บันทึกผลการทำนายจากการสถานการณ์ที่ครูผู้สอนเสนอ)

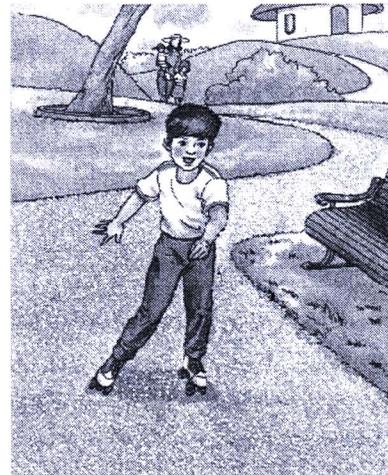
ครูนำเสนอสถานการณ์ต่อไปนี้

นักเรียนลองสังเกตว่า จากภาพที่ 1 ภาพ ก. สมชายเดินบนพื้นขรุขระ และ ข. สมชายเล่นสเก็ตในสนามสวนสาธารณะ ภาพใดที่สมชายต้องออกแรงมากกว่าในการเคลื่อนที่เพราะเหตุใด

- ก. ภาพ ก จะออกแรงน้อยกว่า ภาพ ข เพราะ
- ข. ภาพ ก จะออกแรงมากกว่า ภาพ ข เพราะ
- ค. ภาพ ก และ ภาพ ข ออกแรงเท่ากัน เพราะ



ก. สมชายเดินบนพื้นขรุขระ



ข. สมชายเล่นสเก็ตในสนามสวนสาธารณะ

ภาพที่ 1 แสดงภาพสมชายกำลังเคลื่อนที่ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

แนวความคิด

.....

.....

.....

**ขั้นสังเกต (Observe : O) (บันทึกผลการทดลอง)**

1. จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

2. สมมุติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

.....

3. อุปกรณ์การทดลอง

.....

.....

.....

.....

4. วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. บันทึกการทดลอง

ตัวแปรต้น .....

.....

.....

.....

ตัวแปรตาม





### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

โรงเรียนบ้านหนองปล้อง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ช่วงชั้นที่ 3	ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2.1	ชื่อหน่วย แรงที่กระทำต่อวัตถุ	จำนวนเวลา 12 ชั่วโมง
แผนที่สอนเรื่อง แรงเสียดทาน 2		เวลา 1 ชั่วโมง

มาตรฐานที่ 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม. 1 - 3 สํารวจตรวจสอบ และอธิบายแรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพและเสนอแนะวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

#### สาระสำคัญ

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อผิววัตถุสองผิวสัมผัสกัน ถ้าผิวหนึ่งเคลื่อนที่หรือพยายามเคลื่อนที่อีกผิวหนึ่งจะออกแรงต้านในทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ แรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือการทำงานต่างๆ แรงเสียดทานบางอย่างเป็นประโยชน์ และบางอย่างก็ทำให้เกิดผลเสีย แรงเสียดทานมีทั้งผลดีและผลเสียเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของเรา เราจึงต้องเพิ่มเติมหรือลดแรงเสียดทานให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดประโยชน์และลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายหลักการของแรงเสียดทาน วิเคราะห์แรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งวิธีที่จะเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ต่าง ๆ

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
2. ปัจจัยที่ทำให้เกิดขนาดของแรงเสียดทานได้
3. วิเคราะห์แรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
4. วิเคราะห์วิธีที่จะเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานได้

#### สาระการเรียนรู้

แรงเสียดทาน เป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อวัตถุ 2 ชนิดเสียดสีกัน วัตถุที่เคลื่อนที่ไปบนพื้นผิวขรุขระจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นมากกว่าเคลื่อนที่ไปบนพื้นผิวเรียบ

แรงเสียดทานจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พื้นผิวที่ขรุขระมีการเสียดสีระหว่างกัน และกันมาก จึงมีแรงเสียดทานที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นมาก การที่พื้นผิวเรียบขึ้น ทำให้มีการเสียดสีระหว่างกันและกันน้อยลง จึงช่วยลดแรงเสียดทาน ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ง่าย

แรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือการทำงานต่างๆ แรงเสียดทานบางอย่างเป็นประโยชน์ และบางอย่างก็ทำให้เกิดผลเสีย

แรงเสียดทานมีทั้งผลดีและผลเสียเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของเรา เราจึงต้องเพิ่มเติมหรือลดแรงเสียดทานให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดประโยชน์และลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

อุปกรณ์ของใช้บางอย่างมีแรงเสียดทาน ทำให้เกิดการฝืด ไม่ลื่นไหลง่าย เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ต่างๆ ต้องลดแรงเสียดทานเพื่อไม่ให้เกิดการสึกหรอ

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

### ขั้นอธิบาย (Explain: E)

1. จากการทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองหน้าชั้นเรียน (ผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มจะไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับการตั้งสมมุติฐานของแต่ละกลุ่ม)

#### - แนวทางการอภิปรายหลังทำการทดลอง (จากกิจกรรมที่ครูแนะนำ)

หลังการทำกิจกรรมข้อสรุปว่าเมื่อออกแรงดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ จะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ซึ่งอ่านค่าของแรงได้จากเครื่องชั่งสปริง แรงที่ต้านการเคลื่อนที่นี้เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของถุงทรายและพื้น เรียกแรงด้านนี้ว่า แรงเสียดทาน

ค่าของแรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงจะมีค่ามากที่สุด เมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่และจะลดลงเมื่อถุงทรายเคลื่อนที่แล้ว แสดงว่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่จะมีค่ามากที่สุดและเมื่อวัตถุเคลื่อนที่แล้วแรงเสียดทานจะลดลง

แรงเสียดทานจะมีค่ามากขึ้นเมื่อจำนวนถุงทรายเพิ่มมากขึ้น เพราะเมื่อจำนวนถุงทรายเพิ่มขึ้นแรงที่ถุงทรายกดพื้นก็จะมากขึ้นด้วย แสดงว่าแรงเสียดทานระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ จะมากขึ้นถ้าแรงที่วัตถุกดพื้นมีค่ามากขึ้น

นอกจากนี้แรงเสียดทานจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเมื่อลักษณะผิวสัมผัสระหว่างวัตถุเปลี่ยนไป โดยถ้าผิวสัมผัสเป็นผิวหยาบหรือขรุขระ แรงเสียดทานจะมีค่ามาก แต่ถ้าผิวสัมผัสเรียบหรือลื่นแรงเสียดทานจะมีค่าน้อย

2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบระหว่างขั้นทำนาย และขั้นสังเกต เพื่อนำไปสู่ขั้นอธิบายความหมายของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ทำให้เกิดขนาดของแรงเสียดทานลงในแบบบันทึกกิจกรรม POE เรื่องแรงเสียดทาน

#### - แนวทางการอภิปราย

ครูให้นักเรียนอธิบายถึงผลที่นักเรียนทำการศึกษาเพื่ออธิบายสถานการณ์ที่ครูกำหนดไว้ในแบบบันทึกสถานการณ์ POE เรื่อง แรงเสียดทาน พร้อมทั้งให้สรุปสาระสำคัญ ซึ่งควรได้ข้อสรุปดังนี้

- ภาพ ก จะออกแรงมากกว่าภาพ ข สมชายเดินบนพื้นผิวขรุขระ ทำให้เดินลำบากเพราะมีแรงเสียดทานมากกว่าภาพ ข ร็องเท้าสเก็ตลดแรงเสียดทานลงทำให้สมชายเคลื่อนที่ได้ง่ายและออกแรงไม่มากในการเคลื่อนที่ทำให้เคลื่อนที่ได้เร็วกว่าภาพ ก

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อผิววัตถุสองผิวสัมผัสกัน ถ้าผิวหนึ่งเคลื่อนที่หรือพยายามเคลื่อนที่อีกผิวหนึ่งจะออกแรงต้านในทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน คือ 1. ชนิดของผิวสัมผัส ถ้าผิวหยาบหรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวลื่น 2. น้ำหนักของวัตถุที่กดพื้นหรือแรงตอบโต้จากพื้น ถ้าน้ำหนักของวัตถุที่กดพื้นมีมากแรงเสียดทานจะมากด้วย และแรงเสียดทานจะมากหรือน้อยไม่ขึ้นกับขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส

3. ครูแจกแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 ให้กับนักเรียนทุกคนเพื่อศึกษาความหมายของแรงเสียดทานได้ ปัจจัยที่ทำให้เกิดขนาดของแรงเสียดทานได้ วิธีที่จะเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน แรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วทำแบบฝึกหัดวิเคราะห์แรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ และวิเคราะห์วิธีที่จะเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

4. นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 เรื่อง แรงเสียดทาน แล้วเขียนคำตอบที่ได้ในแบบฝึกของตน

5. นักเรียนส่งแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 ของตนเองที่ครูเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้คะแนน

6. ครูส่งคืนแบบฝึกของนักเรียนในชั่วโมงต่อไปพร้อมชี้แจงจุดบกพร่องให้ผู้เรียนทราบถ้ามี

### สื่อการเรียนการสอน/แหล่งการเรียนรู้

1. แบบบันทึกสถานการณ์ POE เรื่อง แรงเสียดทาน
2. แบบฝึกเสริมทักษะเรื่องแรงโน้มถ่วงของโลก

## การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
1. ด้านความรู้	- การตอบคำถามรายบุคคล /กลุ่ม - การสัมภาษณ์นักเรียน	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม - การสัมภาษณ์นอกเวลาเรียน - แบบบันทึกสถานการณ์ POE เรื่อง แรงเสียดทาน - แบบบันทึกการตรวจแบบฝึกหัด/โจทย์ฝึกเสริมทักษะ/ผลงาน
2. ด้านทักษะกระบวนการ	- การอภิปรายและนำเสนอความรู้รายบุคคล/กลุ่ม	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	- สนใจใฝ่เรียนรู้ กระตือรือร้นในกระบวนการเรียนการสอน - มีความรับผิดชอบและเพียรพยายามในงานที่ได้รับมอบหมาย	- การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม - การส่งงาน - แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

ส่วนประกอบท้ายแผนการสอน

1. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

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

1.2 ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

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

1.3 ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

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

1.4 การปรับปรุงแก้ไข

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

2. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางวนิษา ประยูรพันธ์)

ตำแหน่งครู อันดับ ครู คศ.1

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



## แบบฝึกเสริมทักษะที่ 3

เรื่อง แรงเสียดทาน

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ-สกุลนักเรียน.....

ชั้น.....เลขที่.....

โรงเรียน.....

**แบบฝึกทักษะที่ 3**  
**เรื่อง แรงเสียดทาน**  
**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6**

**จุดประสงค์**

นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
2. ปัจจัยที่ทำให้เกิดขนาดของแรงเสียดทานได้
3. วิเคราะห์แรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
4. วิเคราะห์วิธีที่จะเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานได้

**แรงเสียดทาน** หมายถึง แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อผิววัตถุสองผิวสัมผัสกัน ถ้าผิวหนึ่งเคลื่อนที่หรือพยายามเคลื่อนที่อีกผิวหนึ่งจะออกแรงต้านในทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่

**ประเภทของแรงเสียดทาน**

1. แรงเสียดทานสถิต คือ แรงเสียดทานที่เกิดจากผิววัตถุ 2 ชนิดมาสัมผัสกันโดยที่วัตถุนั้นยังไม่มี การเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต ตัวอย่างแรงเสียดทานสถิต คือ แรงเสียดทานระหว่างหนังสือกับพื้นโต๊ะ ขณะที่ยังไม่มีการเคลื่อนที่ถึงแม้จะออกแรงดัน กล่าวคือ แรงนี้จะมีค่าไม่คงที่ พบว่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับแรงที่มากกระทำ และจะมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
  2. แรงเสียดทานจลน์ คือ แรงเสียดทานที่เกิดกับผิวของวัตถุทั้ง 2 ชนิด ในขณะที่วัตถุนั้นกำลังเคลื่อนที่อยู่ ขนาดของแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง ดังต่อไปนี้
    - 2.1 แรงในแนวตั้งฉากที่กดลงตรงผิวที่สัมผัสกัน ซึ่งก็คือ น้ำหนักของวัตถุนั้นเอง
    - 2.2 ชนิดของผิวสัมผัสขึ้นอยู่กับความเรียบและความขรุขระของผิวสัมผัส เช่น เราต้องออกแรงถึง 3 เท่า ในการผลักวัตถุชนิดเดียวกันขนาดเท่ากันไปบนพื้นไม้ เมื่อเทียบกับการผลักไปบนพื้นเหล็กเรียบ
- นักเรียนเคยเข็นกล่องหรือลัง หรือวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นหรือไม่นักเรียนจะรู้สึกว่ามีแรงชนิดหนึ่งต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ช้า

♥ นำหนักของวัตถุและผิวสัมผัสของวัตถุ  
มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ



แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุ ♥  
ทำให้เราต้องออกแรงกระทำต่อวัตถุมากขึ้น



เช่นเดียวกับที่เราผลักลูกบอลไปข้างหน้า ลูกบอลจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ไปทิศทางเดียวกับการออกแรงของเรา ในระยะแรกลูกบอลจะเคลื่อนที่ไปบนพื้นอย่างรวดเร็ว ต่อมาลูกบอลจะเคลื่อนที่ช้าลงเรื่อยๆ จนกระทั่งหยุดนิ่ง การที่ลูกบอลเคลื่อนที่ช้าลงจนกระทั่งหยุดนิ่ง แสดงว่าต้องมีแรงอีกแรงหนึ่งต้านทานการเคลื่อนที่ ของลูกบอล จึงทำให้ลูกบอลหยุดนิ่ง



จากการทดลองผลึกวัตถุต่างๆ ให้เคลื่อนที่ไปบนพื้น ทำให้เราทราบว่าเมื่อเราออกแรงผลักวัตถุ มีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปสักระยะหนึ่ง จนกระทั่งวัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่ แสดงว่าต้องมีแรงอื่นอีกแรงหนึ่งมากระทำต่อวัตถุ นอกจากแรงที่เราผลักวัตถุ ซึ่งแรงนี้มีผลต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงเรื่อยๆ จนกระทั่งหยุดเคลื่อนที่ เราเรียกแรงนี้ว่า แรงเสียดทาน



เมื่อเตะลูกบอลให้กลิ้งไปบนสนามหญ้า  
เกิดแรงเสียดทานระหว่างลูกบอลกับพื้นสนาม

จากการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้ง 5 ชนิด จะพบว่า วัตถุแต่ละชนิดเคลื่อนที่ได้ระยะทางไม่เท่ากัน แสดงว่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับวัตถุ แต่ละชนิด มีขนาดของแรงไม่เท่ากัน

- \* วัตถุที่เคลื่อนที่ได้ระยะทางมาก      ◇ จะเกิดแรงเสียดทานน้อย
- \* วัตถุที่เคลื่อนที่ได้ระยะทางน้อย      ◇ จะเกิดแรงเสียดทานมาก

ถ้าเราวางลูกบอลไว้บนพื้น  
จะเกิดแรงเสียดทานหรือไม่

ไม่เกิดครับ



แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของเรา เช่น เมื่อเราเดิน จะเกิดแรงเสียดทานระหว่างพื้นรองเท้ากับพื้นถนน เมื่อเราขี่จักรยาน จะเกิดแรงเสียดทานระหว่างเท้าของเรากับบันไดรถจักรยาน

นอกจากนี้ ยังเกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อจักรยานกับพื้นถนน ขณะที่รถจักรยานเคลื่อนที่

เมื่อเราใช้ยางลบรอยดินสอบนกระดาษ จะเกิดแรงเสียดทานระหว่างยางลบกับกระดาษ เมื่อเราเตะลูกบอลให้กลิ้งไปบนสนามหญ้า จะเกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวลูกบอลกับสนามหญ้า



แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงมีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง แรงเสียดทานจึงมีผลเสียทำให้สิ้นเปลืองแรง และพลังงานตัวอย่างเช่น

การที่เราออกแรงขี่จักรยาน ล้อรถจักรยานหมุน สัมผัสกับพื้นถนน ทำให้เกิดแรงเสียดทานต้านทานการเคลื่อนที่ของรถจักรยาน เราจึงต้องออกแรงถีบรถจักรยาน เพื่อให้รถจักรยานเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ ถ้าเราไม่ออกแรงถีบรถจักรยาน รถจักรยานจะเคลื่อนที่ช้าลงจนกระทั่งหยุดนิ่ง

ดังนั้นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างล้อรถจักรยานกับพื้นถนน จึงทำให้เราต้องออกแรงเพิ่มขึ้น



การที่เราพายเรือทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างตัวเรือที่เกิดขึ้นนี้จะต้านทานการเคลื่อนที่ของเราทำให้เราทำให้เราต้องออกแรงเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้น แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างตัวเรือกับน้ำจึงทำให้เราต้องออกแรงเพิ่มขึ้นการขับรถยนต์ทุกชนิด จะเกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อรถยนต์กับพื้นถนนและเกิดแรงเสียดทานระหว่างตัวรถยนต์กับอากาศ ทำให้ต้องใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น

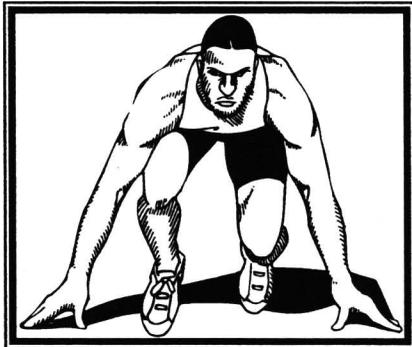
ดังนั้น แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นนี้ จึงทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน



นักเรียนทราบมาแล้วว่าแรงเสียดทาน ทำให้เกิดผลเสียในด้านการสิ้นเปลืองแรงและพลังงาน แต่แรงเสียดทานก็มีผลดีหลายประการ ลองศึกษาจากข้อมูลต่อไปนี้

ถึงแม้ว่าแรงเสียดทานจะทำให้เกิดผลเสียในด้านสิ้นเปลืองแรงหรือพลังงานแต่นักเรียนลองคิดว่า ถ้าไม่มีแรงเสียดทานจะเกิดอะไรขึ้น ทุกสิ่งทุกอย่างจะลื่นไปหมด เราคงไม่สามารถเดินไปบนพื้นได้ หรือไม่สามารถถือสิ่งของได้ เราจะไม่สามารถเคี้ยวอาหารได้ เพราะอาหารจะลื่นลงไปในคอของเรา ที่เป็นเช่นนี้เพราะไม่มีแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชิ้น

ดังนั้นแรงเสียดทานจึงมีผลดีหลายประการเช่น



- แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นรองเท้ากับพื้นถนนขณะที่เราเดิน ทำให้เราไม่ลื่นหกล้ม
- แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างมือของเรากับวัตถุ ขณะที่เราถือวัตถุ ทำให้วัตถุไม่ลื่นหลุดจากมือของเรา

แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นกับอาหาร ขณะที่เราเคี้ยวอาหาร ทำให้เราสามารถเคี้ยวอาหารได้ โดยที่อาหารไม่ลื่นลงไปในคอ

**การลดและเพิ่มแรงเสียดทาน**

ขณะที่เราทำกิจกรรมบางอย่าง จะเกิดแรงเสียดทานมาก ทำให้เกิดแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงจำเป็นต้องลดแรงเสียดทาน เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ได้สะดวก

เราสามารถลดแรงเสียดทาน ได้ดังนี้

ขณะเคลื่อนย้ายวัตถุหนัก ๆ ไปบนพื้นให้ใช้ฝารองใต้วัตถุ ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายวัตถุได้สะดวก หรือการใช้น้ำมันหล่อลื่น





เครื่องจักร เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้สะดวกหรือการใช้น้ำมันหยอดบนพื้นประตู่เพื่อให้บานประตู่เปิด-ปิดได้สะดวกขึ้น



ใช้รถเข็นเคลื่อนย้ายสิ่งของ  
ช่วยลดแรงเสียดทานระหว่าง  
ผิวสัมผัส

การสร้างถนนจะมีการออกแบบให้พื้นผิว  
ถนนเรียบ เพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่าง  
ล้อรถยนต์กับผิวถนน ซึ่งจะช่วยให้รถยนต์  
สามารถเคลื่อนที่ได้เร็ว



ผิวถนนเรียบ ช่วยลดแรงเสียดทาน

ในการทำกิจกรรมบางอย่าง ถ้ามีแรงเสียดทานเกิดขึ้นน้อย จะทำให้ลื่นเกินไป จึงต้องเพิ่ม  
แรงเสียดทาน โดยการทำให้ผิวสัมผัสฝืด เช่น



ถ้านักเรียนสังเกตล้อรถจักรยานหรือล้อรถยนต์ จะพบว่า  
มีดอกยางและมีลวดลายที่ล้อ เพื่อทำให้ผิวสัมผัสระหว่าง  
ล้อรถกับพื้นถนนเกิดแรงเสียดทานมากขึ้น เพราะเวลา  
ที่รถแล่นจะทำให้รถยึดเกาะถนน ไม่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ  
ได้ง่าย

ลวดลายของยางและดอกยางช่วยเพิ่มแรงเสียดทาน

ถนนบริเวณที่เป็นช่วงทางโค้งหรือทางแยก อาจทำให้ผู้ขับขี่รถยนต์เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย จึงมีการเพิ่มแรงเสียดทาน โดยทาสีผิวถนนให้เห็นเป็นแนวเส้นสีขาวก่อนถึงช่วงดังกล่าวเวลาที่ผู้ขับขี่รถผ่านช่วงเส้นสีขาวนี้ จะรู้สึกเกิดแรงสะเทือนเล็กน้อย เพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่รถยนต์ระมัดระวัง ในการขับขี่



ถ้าสังเกตขอบบันไดจะเห็นว่าไม่มีผิวขรุขระเล็กน้อย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน ป้องกันการลื่นไถล

ขอบบันไดไม่มีผิวไม่เรียบ เพื่อป้องกัน อุบัติเหตุการลื่นไถล

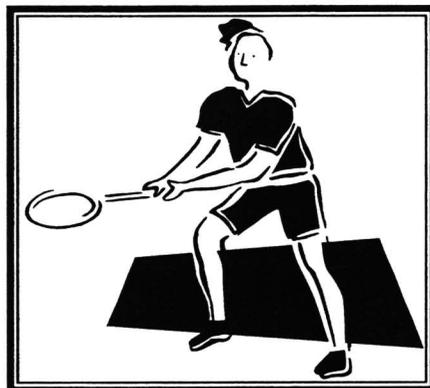
นักเรียนเคยใส่รองเท้า เคยสังเกตพื้นรองเท้าหรือไม่ว่ามีลักษณะอย่างไรพื้นรองเท้าแต่ละชนิดมีลวดลายไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับความต้องการว่าต้องการให้เกิดแรงเสียดทานมากหรือน้อย เช่น

รองเท้าของนักกีฬาฟุตบอลที่เรียกว่า รองเท้าสตั๊ด จะมีพื้นรองเท้าเป็นปุ่ม เพื่อให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างพื้นรองเท้ากับพื้นสนาม ป้องกันนักกีฬาลื่นหกล้มได้ง่ายขณะที่วิ่ง



รองเท้าจักรยาน จะมีพื้นรองเท้าไม่เรียบ และผิวลู่วิ่งในสนามกีฬาจะขรุขระเล็กน้อย เพื่อให้เกิดแรงเสียดทาน ทำให้นักกรีฑาวิ่งได้โดยไม่ลื่นไถล

ในกรณีที่ขี่รถจักรยานไปด้วยความเร็วและต้องการให้รถจักรยานชะลอความเร็วลง หรือต้องการหยุดรถจักรยาน เราจะใช้เบรกเพื่อหยุดรถจักรยาน โดยเมื่อบีบคันเบรก กำปูห้ามล้อ จะกดสัมผัสกับวงล้อจักรยาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานเพิ่มมากขึ้น ทำให้รถจักรยานชะลอความเร็วหรือหยุดได้



ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน คือ

1. ชนิดของผิวสัมผัส ถ้าผิวหยาบหรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวลื่น
2. น้ำหนักของวัตถุที่กดพื้นหรือแรงตอบโต้จากพื้น ถ้าน้ำหนักของวัตถุที่กดพื้นมีมากแรงเสียดทานจะมากด้วย และแรงเสียดทานจะมากหรือน้อยไม่ขึ้นกับขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส

## คำถาม

## ตอนที่ 1

คำสั่ง นักเรียนจงตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. จากการทดลอง ขณะออกแรงดึงตุ้มน้ำ มีแรงใดกระทำต่อตุ้มน้ำบ้างอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ในการออกแรงดึงตุ้มน้ำแต่ละครั้ง แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุ้มน้ำมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. การเคลื่อนที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เกี่ยวข้องกับแรงเสียดทานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. เหตุใดในการเล่นบาสเกตบอล หรือวอลเลย์บอล จึงต้องเช็ดพื้นสนามให้แห้งอยู่เสมอ

.....

.....

.....

.....

## ตอนที่ 2

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย / หน้าข้อที่เห็นด้วย และเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ไม่เห็นด้วย

- .....1) พื้นถนนที่เปียกจะมีแรงเสียดทานน้อยกว่าพื้นถนนที่แห้ง
- .....2) การเดินบนพื้นทรายจะยากลำบากกว่าการเดินบนถนนคอนกรีต
- .....3) แรงเสียดทานเกิดขึ้นเมื่อวัตถุ 2 ชิ้น ไม่ได้สัมผัสกัน
- .....4) แรงเสียดทานจะมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่เสมอ
- .....5) รถยนต์มักลื่นไถลบนถนนที่มีน้ำมันหรือคราบน้ำมัน
- .....6) รถบรรทุกจะเกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับพื้นถนนมากกว่ารถจักรยาน
- .....7) แดงหนัก 70 กิโลกรัม ขณะเดินจะเกิดแรงเสียดทานที่เท้าน้อยกว่า ดำซึ่งหนักเพียง 40 กิโลกรัม
- .....8) แรงเสียดทานเป็นปริมาณเวกเตอร์
- 

## ตอนที่ 3

คำสั่ง จงพิจารณาอุปกรณ์ต่อไปนี้ว่าจะช่วยลดแรงเสียดทานหรือช่วยเพิ่มแรงเสียดทาน

แล้วเขียนเครื่องหมาย / ลงใน ช่อง ที่ตรงกับความเข้าใจของนักเรียน

ชนิดของอุปกรณ์	ลดแรงเสียดทาน	เพิ่มแรงเสียดทาน
1. ล้อรถยนต์		
2. คลับลูกปิ่น		
3. รอยหยักที่พื้นรองเท้า		
4. ดอกยางรถยนต์		
5. พรอมปูพื้น		
6. รองเท้าสเก็ตน้ำแข็ง		
7. น้ำมันหล่อลื่น		

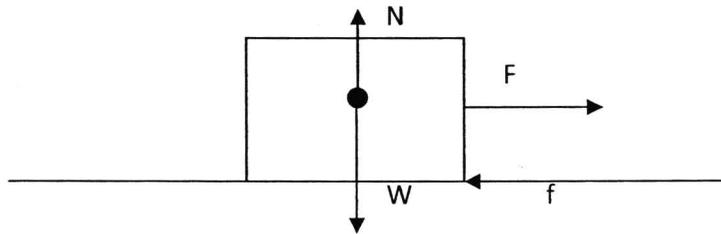
### เฉลยคำถามแบบฝึกทักษะที่ 3

#### เรื่อง แรงเสียดทาน

#### ตอนที่ 1

คำสั่ง นักเรียนจงตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. จากการทดลอง ขณะออกแรงดึงตุ้มน้ำหนัก มีแรงใดกระทำต่อตุ้มน้ำหนักบ้างอย่างไร  
**แนวคำตอบ** มีแรงที่ดึงตุ้มน้ำหนัก ( $F$ ) แรงเสียดทานที่พื้นต้านการเคลื่อนที่ของตุ้มน้ำหนัก ( $f$ ) แรงที่โลกดึงตุ้มน้ำหนัก ( $w$ ) และแรงที่พื้นดันตุ้มน้ำหนัก ( $N$ )



2. ในการออกแรงดึงตุ้มน้ำหนักแต่ละครั้ง แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุ้มน้ำหนักมีค่าเท่าใด  
**แนวคำตอบ** เมื่อดึงตุ้มน้ำหนักแล้วตุ้มน้ำหนักยังไม่เคลื่อนที่ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุ้มน้ำหนักเป็นศูนย์ แสดงว่าแรงที่ดึงตุ้มน้ำหนักมีค่าเท่ากับแรงเสียดทาน ขณะที่ดึงตุ้มน้ำหนักให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ตุ้มน้ำหนักไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ ดังนั้นแรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุ้มน้ำหนักจะเป็นศูนย์ นั่นคือแรงที่ดึงตุ้มน้ำหนักมีค่าเท่ากับแรงเสียดทาน
3. การเคลื่อนที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เกี่ยวข้องกับแรงเสียดทานอย่างไร  
**แนวคำตอบ** การเคลื่อนที่ของวัตถุบางครั้งต้องการให้ผิวสัมผัสมีแรงเสียดทานมาก เช่น พื้นถนน เพื่อให้รถเคลื่อนที่ได้ และเวลาเบรกก็สามารถหยุดได้โดยไม่ไถล การเคลื่อนที่ของวัตถุบางครั้งต้องการลดแรงเสียดทาน เช่น การเล่นกระดานลื่น
4. เหตุใดในการเล่นบาสเกตบอล หรือวอลเลย์บอล จึงต้องเช็ดพื้นสนามให้แห้งอยู่เสมอ  
**แนวคำตอบ** เพราะถ้าพื้นสนามไม่แห้ง พื้นสนามจะลื่นทำให้ผู้เล่นอาจหกล้มได้

## ตอนที่ 2

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย  $\checkmark$  หน้าข้อที่เห็นด้วย และเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ไม่เห็นด้วย

- ...  $\checkmark$ ...1) พื้นถนนที่เปียกจะมีแรงเสียดทานน้อยกว่าพื้นถนนที่แห้ง
- ...  $\checkmark$ ...2) การเดินบนพื้นทรายจะยากลำบากกว่าการเดินบนถนนคอนกรีต
- ... X...3) แรงเสียดทานเกิดขึ้นเมื่อวัตถุ 2 ชิ้นไม่ได้สัมผัสกัน
- ... X...4) แรงเสียดทานจะมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่เสมอ
- ...  $\checkmark$ ...5) รถยนต์มักลื่นไถลบนถนนที่มีน้ำมันหกรดถนน
- ... X...6) รถบรรทุกจะเกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับพื้นถนนมากกว่ารถจักรยาน
- ... X...7) แคนหัก 70 กิโลกรัม ขณะเดินจะเกิดแรงเสียดทานที่เท้าน้อยกว่า ค้ำซึ่งหนักเพียง 40 กิโลกรัม
- ...  $\checkmark$ ...8) แรงเสียดทานเป็นปริมาณเวกเตอร์

## ตอนที่ 3

คำสั่ง จงพิจารณาอุปกรณ์ต่อไปนี้ว่าจะช่วยลดแรงเสียดทานหรือช่วยเพิ่มแรงเสียดทาน แล้วเขียนเครื่องหมาย  $\checkmark$  ลงใน ช่อง ที่ตรงกับความเข้าใจของนักเรียน

ชนิดของอุปกรณ์	ลดแรงเสียดทาน	เพิ่มแรงเสียดทาน
1. ล้อรถยนต์		$\checkmark$
2. ตลับลูกปืน	$\checkmark$	
3. รอยหยักที่พื้นรองเท้า		$\checkmark$
4. ดอกยางรถยนต์		$\checkmark$
5. พรหมปูพื้น		$\checkmark$
6. รองเท้าสเก็ตน้ำแข็ง	$\checkmark$	
7. น้ำมันหล่อลื่น	$\checkmark$	

**แบบบันทึกสถานการณ์ POE**  
**เรื่อง แรงเสียดทาน**  
**ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6**

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น ม. .... เลขที่ .....

**คำชี้แจง**

จากผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบระหว่างชั้นทำนาย และชั้นสังเกต เพื่อนำไปสู่ชั้นอธิบายความหมายของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ทำให้เกิดขนาดของแรงเสียดทาน

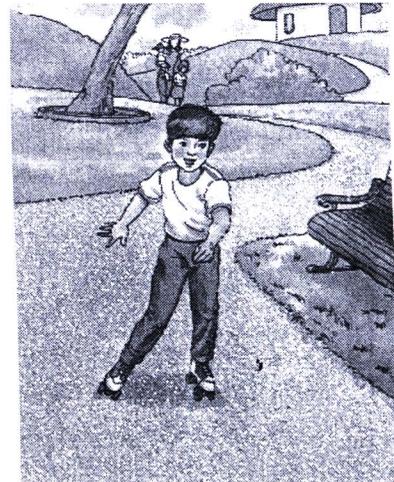
**ชั้นอธิบาย (Explain: E)**(อธิบายสรุปผลการทดลองเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอ)

นักเรียนลองสังเกตว่า จากภาพที่ 1 ภาพ ก. สมชายเดินบนพื้นขรุขระ และ ข. สมชายเล่นสเก็ตในสนามสวนสาธารณะ ภาพใดที่สมชายต้องออกแรงมากกว่าในการเคลื่อนที่เพราะเหตุใด

- ก. ภาพ ก จะออกแรงน้อยกว่า ภาพ ข เพราะ
- ข. ภาพ ก จะออกแรงมากกว่า ภาพ ข เพราะ
- ค. ภาพ ก และ ภาพ ข ออกแรงเท่ากัน เพราะ



ก. สมชายเดินบนพื้นขรุขระ



ข. สมชายเล่นสเก็ตในสนามสวนสาธารณะ

ภาพที่ 1 แสดงภาพสมชายกำลังเคลื่อนที่ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

**อธิบายจากกิจกรรมการทดลองเชื่อมโยงสถานการณ์ข้างต้น**

.....

.....

.....

ภาคผนวก ก  
การวิเคราะห์หาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 40 แสดงคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ  
กับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	5	0	+1	+1	+1	0	3	0.6
	6	+1	+1	+1	+1	+1	1	1
4	7	+1	+1	+1	+1	+1	1	1
	8	+1	+1	+1	+1	+1	1	1
	9	+1	+1	+1	+1	+1	1	1
5	10	+1	+1	+1	+1	+1	1	1
	11	0	+1	0	+1	+1	3	0.6
6	12	0	+1	+1	0	+1	3	0.6
	13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	22	0	+1	+1	0	+1	3	0.6
10	23	1	1	1	1	1	5	1
	24	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 40 แสดงคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ  
กับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
11	25	1	1	1	1	1	5	1
	26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13	28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	29	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
14	30	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
15	31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
16	33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
17	34	0	+1	+1	0	+1	3	0.6
	35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
18	36	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
19	38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
20	39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

หมายเหตุ +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนี้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนี้

-1 หมายถึง แน่ใจข้อสอบไม่ได้วัดจุดประสงค์ข้อนี้

ตารางที่ 41 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม (ข้อที่)					รวม
	ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	
1. อธิบายความหมายของแรงได้	1					1
2. อธิบายความหมายของปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ได้	2,3,4					3
3. บอกหน่วยของแรงในระบบเอสไอได้	5,6					2
4. กำหนดหาแรงลัพธ์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้		8			7,9	3
5. อธิบายความหมายของแรงโน้มถ่วงของโลกได้		10,11				2
6. บอกลักษณะของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่มีแรงโน้มถ่วงที่ต่างกัน		12		13	14	3
7. บอกความหมายของแรงเสียดทานได้	15	17	16			3
8. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานได้	20	18,19				3
9. กำหนดหาสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้					21,22	2

ตารางที่ 41 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม(ข้อที่)					รวม
	ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	
10. บอกวิธีลดและเพิ่มแรงเสียดทานได้			23,24			2
11. อธิบายประโยชน์และโทษของแรงเสียดทานได้		25,26				2
12. บอกสิ่งที่ทำให้เกิดงานได้		27				1
13. คำนวณหางานและกำลังจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้					28,29	2
14. บอกความหมายของโมเมนต์ได้	30					1
15. คำนวณหาโมเมนต์ของแรงสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้					31,32	2
16. สามารถนำความรู้เรื่อง โมเมนต์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้			33			1
17. สำรวจ สังเกต และระบุการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้				34, 35		2
18. สำรวจและอธิบายวิธีการระบุตำแหน่งของวัตถุ	37			36		2
19. สำรวจ อภิปราย และอธิบายความหมายของอัตราเร็วและความเร็วของวัตถุได้	38					1
20. คำนวณหาอัตราเร็วและความเร็วของวัตถุจากข้อมูลที่กำหนดให้					39,40	2
<b>รวม (ข้อ)</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>40</b>

**ตารางที่ 42** แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ข้อที่	ค่า p	ค่า r
1.	.60	.38	21.	.50	.66
2.	.63	.63	22.	.55	.60
3.	.37	.65	23.	.55	.53
4.	.45	.57	24.	.45	.59
5.	.53	.46	25.	.72	.53
6.	.67	.45	26.	.75	.53
7.	.25	.26	27.	.40	.67
8.	.53	.56	28.	.70	.64
9.	.50	.38	29.	.47	.46
10.	.75	.48	30.	.53	.69
11.	.70	.47	31.	.63	.49
12.	.37	.62	32.	.43	.62
13.	.58	.54	33.	.70	.60
14.	.50	.64	34.	.50	.65
15.	.73	.53	35.	.48	.55
16.	.45	.42	36.	.53	.51
17.	.48	.66	37.	.48	.57
18.	.47	.35	38.	.50	.67
19.	.70	.59	39.	.37	.61
20.	.45	.69	40.	.48	.58

จำนวนนักเรียน	35	คน	คะแนนเต็ม	40	คะแนน
คะแนนสูงสุด	38	คะแนน	คะแนนต่ำสุด	14	คะแนน
คะแนนเฉลี่ย	24.66	คะแนน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8.558	คะแนน

ภาคผนวก ง  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

**ตารางที่ 43** แสดงผลการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

คะแนน (40)	จำนวนนักเรียน (คน)	ได้คะแนนร้อยละ
6	3	15
7	5	18
8	4	20
9	2	23
10	3	25
11	5	28
12	2	30
13	1	33
16	1	40
<b>ไม่ผ่านเกณฑ์ 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100</b>		

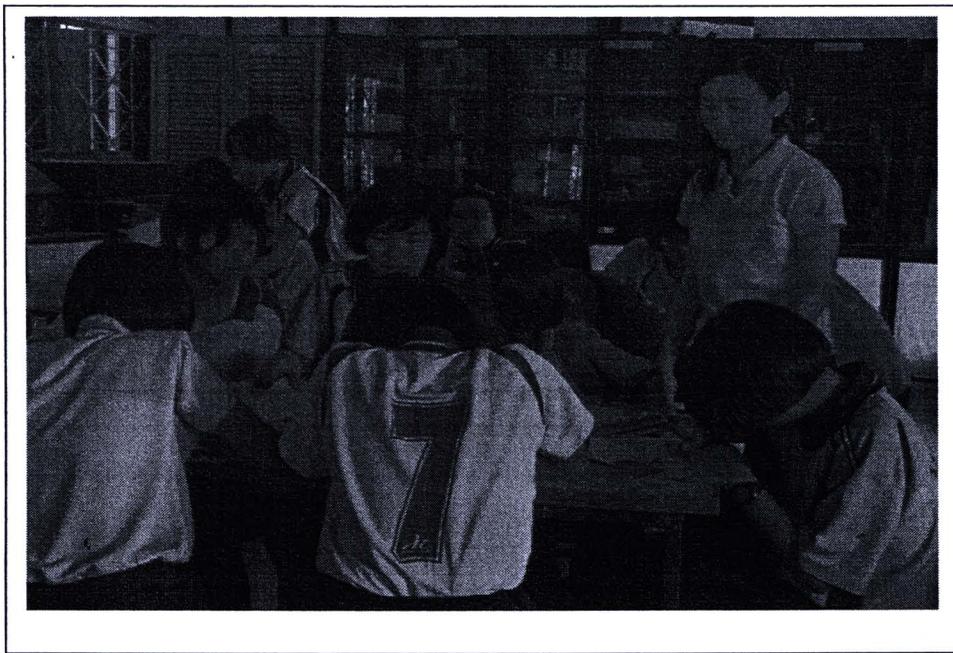
จากตารางที่ 43 พบว่า คะแนนทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ วิธี Predict - Observe - Explain (POE) กลุ่มเป้าหมายมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 100 จำนวน 26 คน

**ตารางที่ 44** แสดงผลการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จัดการเรียนรู้โดยใช้ วิธี Predict - Observe - Explain (POE) ที่ผ่านเกณฑ์

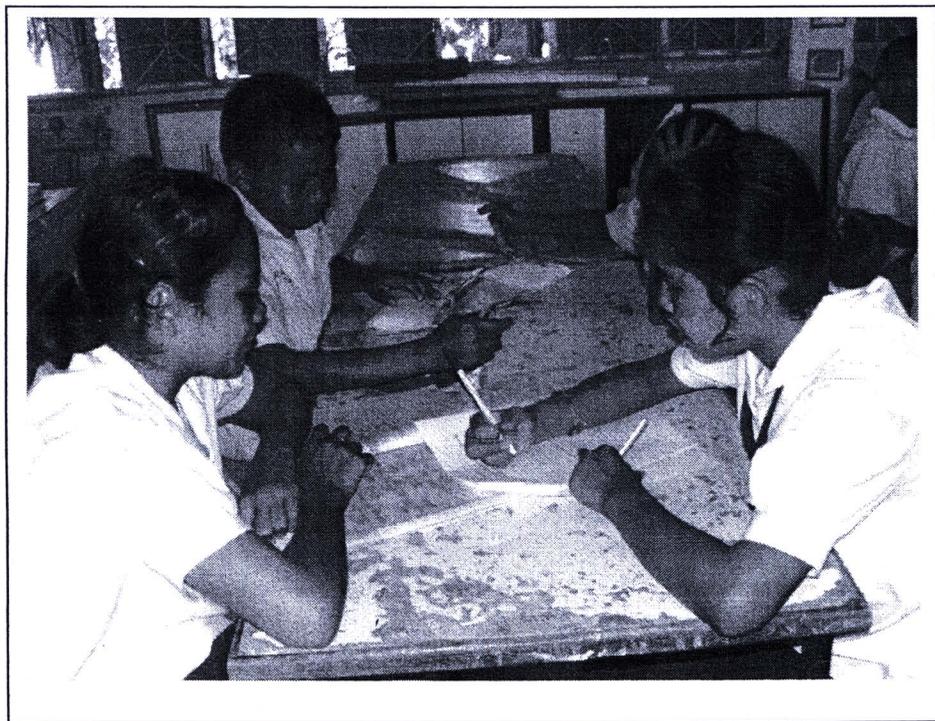
คะแนน (40)	จำนวนนักเรียน(คน)	ได้คะแนนร้อยละ
6	1	15
11	1	28
12	1	30
19	1	48
33	1	83
34	1	85
35	2	88
36	1	90
37	5	93
38	4	95
39	7	98
40	1	100
<b>ไม่ผ่านเกณฑ์ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 15</b> <b>ผ่านเกณฑ์ 22 คน คิดเป็นร้อยละ 85</b>		

จากตารางที่ 44 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี Predict - Observe - Explain (POE) กลุ่มเป้าหมายมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 15 ส่วนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 85 แสดงว่านักเรียนได้รับการสอนโดยใช้วิธี Predict - Observe - Explain (POE) ทำให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถสูงขึ้น

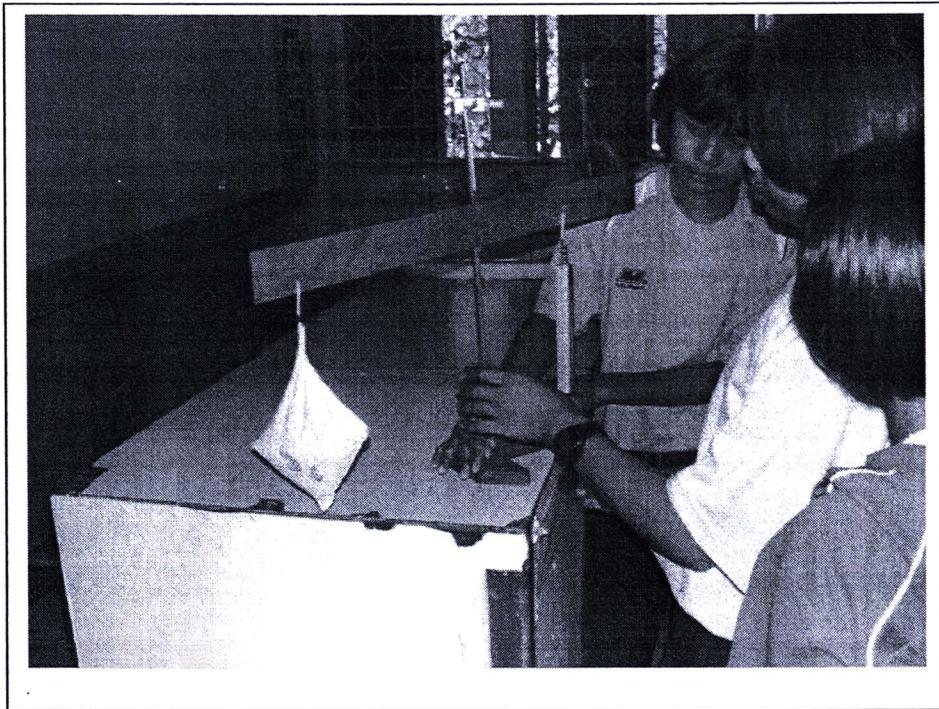
**ภาคผนวก จ**  
**ตัวอย่างภาพการทำกิจกรรมของผู้เรียน**



ภาพที่ 9 แสดงการทำนายผลสถานการณ์ (Predict) ในแบบบันทึกสถานการณ์ POE ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ภาพที่ 10 แสดงการอธิบายผลสถานการณ์ (Explain) ในแบบบันทึกสถานการณ์ POE ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ภาพที่ 11 แสดงการทำคำตอบในชั้น Observe เรื่องโมเมนต์ของแรง การสมดุลของคาน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ภาพที่ 12 แสดงการทำคำตอบในชั้น Observe เรื่องแรงเสียดทานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



## ประวัติผู้เขียน

นางวนิษา ประยูรพันธุ์ เกิดเมื่อวันที่ 8 มกราคม พ.ศ. 2526 ณ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสตรีชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ จบการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ เมื่อปีการศึกษา 2548 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวพลู เมื่อปีการศึกษา 2549 จากมหาวิทยาลัยบูรพาและศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2551 ปัจจุบันรับราชการครู ตำแหน่งครู อันดับ คศ. 1 โรงเรียนบ้านหนองปล้อง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 1 อำเภอหนองบัวแดง จังหวัดชัยภูมิ

