

## บรรณานุกรม

หนังสือ

- จำนง พรายแย้มแฉะ. เทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2516.
- พิศนา เขมมณี และคณะ. กลุ่มสัมพันธ์: ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. พระนคร: บุรพาศิลป์การพิมพ์, 2522.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียน การสอน แบบสืบสวน-สอบสวน. กรุงเทพมหานคร: อำนวยการพิมพ์, 2521.
- สุวัตร นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517.

บทความ

- ธงชัย ชิวปรีชา. "การใช้คำถามในห้องเรียน ตอน 3." วารสาร-สสวท. 6 (กรกฎาคม 2521) : 8-15.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่." วิทยาศาสตร์ 28 (สิงหาคม 2517) : 41-49.
- นิกา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์." ข่าวนสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 5 (กรกฎาคม 2520) : 6-7.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ดร. "การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน: วิธีสอนให้คิด." พัฒนาศึกษ 7 2514 : 55-60.

เสถียร สัมถกภาพศ์. "วิธีการเรียนแบบล่าคำตอบ (Answer Hunting)" ใน ลคเวลาการสอน: นวัตกรรมที่น่าสนใจ, หน้า 231-240. อาคม จันทบุตร และ เชาวลิต ชำนาญ, บรรณาธิการ. โครงการส่งเสริมสมรรถภาพการสอบ ลพบุรี, 2521.

### เอกสารอื่น ๆ

ชดอ วงศ์แสงง. "การวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาทาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

นิมิตร มาศเกษม. "การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบระหว่างวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติ การทดลอง." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

พนัส วิมุกตายน. "พัฒนาการของการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้." หน่วยข่าวสารและประชาสัมพันธ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ๒๕. 3.

สาขาวิชาครูและหน่วยทดสอบและประเมินผล ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์." สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2518.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2520.

สัญญา ทิพย์เสนา. "การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2517.

อุทัย ชีวะชนรักษ์. "การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา." วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2517.

### Bibliography

#### Books

- Blough, Glenn O. and Schwartz, Julius. Elementary School Science and How to Teach It. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1979.
- Carin, Arthur, and Sund, Robert B. Teaching Science Through Discovery. Ohio: Charles E. Merrill Books, 1964.
- Dewey, John. Democracy and Education: an Introduction to the Philosophy of Education. New York: Free Press, 1915.
- Edmund, Amidon J. Interaction Analysis: Theory, Research and Application. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Co., 1967.
- Garrett, Henry E. Statistics in Psychology and Education. 5th. ed. New York: Longmans, 1958.

- Good, Carter V. Dictionary of Education. New York: McGraw-Hill Book Co., 1973.
- Hurd, Paul D. New Directions in Teaching Secondary School Science. Chicago: Rand McNally and Company, 1971.
- Krech, David, Crutchfield, Richard S. and Ballachery Egerton L, Individual in Society. New York: McGraw-Hill Book Co., 1962.
- Kustan, Louis I. Teaching Children Science: an Inquiry Approach. California: Wadsworth Publishing Co., 1968.
- Romey, William D. Inquiry Techniques for Teaching Science. New Jersey: Prentice-Hall, 1968.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry: in the Secondary School. Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co., 1967.
- Washton, Nathan S. Teaching Science Creatively. Philadelphia: W.B. Saunders Co.; 1967.
- Woodburn, John H. and Obourn, Ellsworth S. Teaching the Pursuit of Science. New York: The Macmillan Co., 1965.

#### Articles

- Ausubel, David P. "An Evaluation of the Conceptual Schemes Approach to Science Curriculum Development," in Inquiry Techniques for Teaching Science, P. 290. Compiled by William D. Romey. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.

- Benne, Kenneth D. and Sheats, Paul. "Functional Roles of Group Members." in Perspectives on the Group Process: a Foundation for Counseling with Groups, pp. 319-322. Edited by C. Gilbert Wrenn. Boston: Houghton Mifflin Co., 1964.
- Berger, Melvin. "Using History in Teaching Science." in Inquiry Techniques for Teaching Science, p. 230. Compiled by William D. William D. Romey. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.
- Brown, W. R. "Defining the Processes of Science." The Science Teacher 35 (December 1968) : 26-28.
- Doran, Rodney L. "Measuring the Processes of Science Objectives." Science Education 62 (1978) : 19-30.
- Klopfer, L. E. "The Teaching of Science and the History of Science." n.p., n.d. Quoted in "A Question of Balance: a Wholistic View of Scientific Inquiry," Stan Rachelson, Science Education 61 (Jan-Mar 1977) : 112.
- Macbeth, Douglas Russell. "the Extent to Which Pupils Manipulate Materials and Attainment of Process Skills in Elementary School Science." Journal of Research in Science Teaching 11 (1974) : 45-51.
- Nay, Marshall A. and Associates. "A Process Approach to Teaching Science." Science Education 55 (April-June 1971) : 197-207.

Nelson, Miles A. and Abraham, Eugene C. "Inquiry Skill Measures." Journal of Research in Science Teaching. 10 (1973) : 291-297.

Rutherford, F. James. "The Role of Inquiry in Science." in Inquiry Techniques for Teaching Science, p. 264-265. Compiled by William D. Romey. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968.

Spears, Jacqueline and Zollman Dean. "The Influence of Structured Versus Unstructured Laboratory on Students' Understanding the process of Science." Journal of Research in Science Teaching 14 (1977) : 33-38.

Suchman, Richard J. "The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry," University of Illinois Press, 1962.

#### Other Materials

Castelli, Francis Anthony. "The Effects Upon Critical Thinking Ability and Processes Skills of Single Topic Inquiry Films in BSCS Biology." Dissertation Abstracts International 31 (May 1971) : 5870-A.



- Darrel Barton, Hoff. "A Comparison of a Directed Laboratory Versus an Enquiry Laboratory Versus a Nonlaboratory Approach to General Education College Astronomy." Dissertation Abstracts International 31 (December 1970) : 2755-A.
- Dawson, Joel Currie. "An Investigation of the Effects of Two Specific Instructional Strategies-Guided Decision-Making and Conventional Direction-Following-on Critical Thinking Performance and Knowledge of the Processes of Science of Students Engaged in a College Biology Laboratory Course." Dissertation Abstracts International 36 (December 1975) : 3538-A.
- Hendrix, Jon Richard. "Individually Paced Curriculum Materials for Developing Science Process Skills in Preservice Elementary School Teachers." Dissertation Abstracts International 35 (April 1975) : 6528-A.
- Kline, Arlyn Arthur. "A Study of the Relationship Between Self-Directed and Teacher-Directed Eight-Grade Students' Involved in an Open-Ended ESCP Laboratory Block." Dissertation Abstracts International 31 (December 1970) : 2756-A.
- Marek, Edmund A. "The Influence of Inquiry Learning on Intellectual Development Achievement and I.Q." Dissertation Abstracts International 39 (October 1978) : 2168-A.

- Peterson, Kenneth Dale. "An Experimental Evaluation of a Science Inquiry Training Program for High School Students." Dissertation Abstracts International 37 (March 1977) : 5728-A.
- Rajinder, Kaur. "Evaluation of the Science Process Skills of Observation and Classification." Dissertation Abstracts International 34 (July 1973) : 186-A.
- Serlin, Ronald Charles. "The Effects of a Discovery Laboratory on the Science Process, Problem-Solving, and Creative Thinking Abilities of Undergraduate." Dissertation Abstracts International 37 (March 1977) : 5729-A - 5730-A.
- Story, Lloyd Edward, Jr. "The Effect of the BSCS Inquiry Slides on the Critical Thinking Ability and Process Skills of First-Year Biology Student." Dissertation Abstracts International 35 (November 1974) : 2796-A - 2797-A.
- Vanek, Eugenia Ann Poppo. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement, and Attitudes." Dissertation Abstracts International 35 (September 1974) : 1522-A.





ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

คู่มือการบันทึกพฤติกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## คู่มือจำแนกพฤติกรรม

พฤติกรรมการให้ความร่วมมือ คือ พฤติกรรมที่แสดงออกในทางที่สนับสนุนงานของกลุ่มไปสู่ความสำเร็จ ได้แก่

1. การปฏิบัติงาน คือ การจัดการทำการทดลอง เช่น จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ทำการทดลอง ตรวจสอบ สังเกตผล วัดระยะ วัดขนาด คำนวณ ฯลฯ
2. การจับบันทึก คือ การบันทึกสิ่งต่าง ๆ เป็นข้อมูล หลักฐาน หรือเพื่อประโยชน์อื่นใดของกลุ่ม เช่น จดข้อมูลการทดลอง จดข้อเสนอแนะของสมาชิก คัดลอกบันทึกของนักเรียนกลุ่มอื่นเพื่อนำมาใช้ในกลุ่ม ฯลฯ
3. การให้ความคิด คือ การแสดงความคิดเห็น การแนะนำ หรือการเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับงานของกลุ่ม เช่น "เราว่าทำอย่างนี้ดีกว่า ....." หรือ "ทำไมเธอไม่เป่าลูกโป่งให้โตขึ้นอีกหน่อยละ รดจะโค้งไปไกล ๆ"
4. การแสวงหาความคิด คือ การพยายามไต่หาความคิดจากสมาชิกอื่น เพื่อนำมาใช้ในการทำงาน เช่น การถามความจากเพื่อน เป็นต้น
5. การเสริมแรง คือ การผลักดันให้กลุ่มแสดงพลังในการทำงานออกมา อาจเพื่อให้งานขยายออก มีคุณภาพดีขึ้น หรือเพื่อให้การปฏิบัติงานของกลุ่มดำเนินต่อไปด้วยดี เช่น การกล่าวชม การยืมให้กำลังใจ การส่งเสียงเชียร์ การแสดงความพอใจเมื่อกลุ่มทำงานสำเร็จ
6. การบอกกล่าว คือ การอธิบายความประสงค์ของกลุ่ม การชี้ทิศทางของกลุ่ม เช่น การพูดบอกกลุ่มจะต้องทำอะไร หรือทำเพื่ออะไร เป็นต้น
7. การสรุปเรื่องราว คือ การกล่าวสรุปปัญหาการโต้แย้งภายในกลุ่ม เช่น เมื่อมีการถกปัญหาภายในกลุ่ม สมาชิกบางคนแสดงความคิดเห็นออกนอกเรื่อง สมาชิกบางคนอาจกล่าวสรุปปัญหานี้ หรือทำให้กลุ่มยุติปัญหานี้เสียเพื่อกลับมาสู่งานต่อไป

8. การประเมิน คือ การพูดถึงความเป็นไปของกลุ่มว่ากำลังเป็นไปอย่างไร เช่น "เหลืออีก 5 นาทีเท่านั้น สงสัยงานกลุ่มเราจะเสร็จไม่ทันแล้วละ"

9. การให้ข้อมูล คือ การบอกข้อเท็จจริงความรู้แก่กลุ่ม เพื่อให้กลุ่มเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องาน เช่น "กลุ่มโน้นทดลองที่นอกห้องก็ได้ ครูไม่ว่าอะไรเลย"

10. การไปหาข้อมูล คือ การที่สมาชิกบางคนหาข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่ม เช่น การลอบมองการทำงานของกลุ่มอื่น การไปถามครู เป็นต้น

11. การประสานกลุ่ม คือ การพยายามประสานความขัดแย้งซึ่งกันและกันของสมาชิก เช่น การประนีประนอมการขัดแย้งระหว่างสมาชิกกลุ่ม การหันเหเรื่อง การแก้บรรยากาศตึงเครียดในการทำงานในกลุ่ม โดยการหัวเราะ

12. การควบคุมกลุ่ม คือ การพยายามควบคุมพฤติกรรมของสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มให้อยู่กับงาน หรือพัฒนาให้งานมีคุณภาพขึ้น เช่น การกล่าวตำหนิสมาชิกที่เล่นขณะทำงาน หรือการกล่าวเตือนความทรงจำเกี่ยวกับข้อตกลงที่ตั้งไว้

13. การแสดงการคล้อยตาม คือ การพยายามรักษาความเป็นไปของกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มปฏิบัติงานต่อไปด้วยดี เช่น การรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกอื่น

พฤติกรรมไม่ให้ความร่วมมือ คือ การแสดงออกที่แสดงถึงการไม่คำนึงถึงการทำงานหรือความเป็นไปของกลุ่ม แต่แสดงออกถึงเรื่องส่วนตัว ได้แก่

1. การละงาน คือ การผละออกไปจากกลุ่ม หรือแสดงว่าสนใจกิจกรรมอื่นนอกกลุ่มมากกว่างานในกลุ่ม

2. การมุ่งหาความสนุกสนาน คือ การแสดงความไม่สนใจ หรือเกี่ยวข้องกับงานกลุ่ม แต่แสดงถึงความต้องการสนุกสนาน เช่น หยอกล้อสมาชิกคนอื่น

3. การเรียกร้องความสนใจ เป็นการแสวงหาการยอมรับ แสวงหาความช่วยเหลือ การทำเคน เช่น การทำท่าทางตลก ๆ การแสดงความไม่ปลอดภัย ต้องการให้คนอื่นละความสนใจจากงานมาให้ความช่วยเหลือ พุคคุยควย เป็นต้น

4. การแสดงการก้าวร้าว คือ การกระทำที่กระทบกระเทือนสมาชิกอื่น โดยการแสดงความไม่เห็นด้วย กับการปฏิบัติตามค่านิยมของกลุ่ม เช่น ทักเรื่องตลกก้าวร้าว การข่มขู่ การใช้คนอื่นควยอำนาจ

5. การขัดขวางงานของกลุ่ม คือ การขัดแย้ง การต่อต้านโดยไม่มีเหตุผล การทำให้กลุ่มหยุดขงัก การย่ำเรื่องที่ไม่เป็นผลคืออกกลุ่ม

6. การขัดขืน คือ การแสดงลักษณะไม่เห็นด้วย โดยการอยู่เฉย ไม่รวมทำคามกลุ่ม เช่น การนั่งเฉย

### วิธีการบันทึกพฤติกรรม

1. ผู้สังเกตทำความเข้าใจบทบาทการทดลองก่อนทำการสังเกต
2. ผู้สังเกตให้รหัสแทนชื่อผู้ถูกสังเกตแต่ละคน เขียนรหัสไว้ที่ส่วนบนของแถวตั้งแถวละคน เมื่อครบ 3 คนแล้ว เขียนรหัสคนที่ 1, 2, 3 เรียงต่อไปอีกจนครบทุกแถว
3. การบันทึกประเภทของพฤติกรรมใช้เลขรหัส ดังนี้
  - 1 พฤติกรรมการให้ความร่วมมือ
  - 2 พฤติกรรมไม่ให้ความร่วมมือ
4. การบันทึกใช้นาฬิกา จับเวลาช่วงละ 1 นาที เริ่มบันทึกเมื่อเข็มวินาทีเริ่มเคลื่อนออกจากเลข 12 บนหน้าปัดนาฬิกา
5. เริ่มบันทึกโดยการใส่รหัสพฤติกรรมในแถวนอน แถวแรกให้กับผู้ถูกสังเกต 3 คน จากนั้นใส่รหัสพฤติกรรมของผู้ถูกสังเกตที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปจากเดิม แต่ยังไม่เกินช่วง 1 นาทีแรก ลงในช่องของแถวนอนที่ 2 ให้อยู่ในแถวตั้งที่ตรงกับรหัส

ผู้ถูกสั่ง เคนั้น โดยเว้นช่องในแถวบนของผู้ถูกสั่ง เคนคนอื่น ที่ไม่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้

6. ถ้าผู้ถูกสั่ง เคนอื่นเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ในเวลาถัดมาจากผู้ถูกสั่ง เคนที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมคนแรก แต่ยังไม่เกินช่วงเวลา 1 นาทีแรก ให้ใส่รหัสพฤติกรรมลงในช่องแถวบนที่ 3 ซึ่งตรงกับแถวทั้งของผู้ถูกสั่ง เคนนั้น โดยเว้นช่องแถวบนที่ 2 ของผู้ถูกสั่ง เคนนั้นไว้

7. ทำการบันทึกข้อ ๆ ไปในลักษณะนี้ จนเข้มนาฬิกา บอเวลาหมด 1 นาทีแรก ให้เขียนรหัสพฤติกรรมของผู้ถูกสั่ง เคนทั้ง 3 คนใหม่ แล้วบันทึกในช่วงนาทีที่ 2 ค่อยไปอีก

8. พฤติกรรมที่ไม่สามารถจำแนกเข้าสู่พฤติกรรมย่อยแบบใดได้ ให้บันทึกตามความเห็นของผู้สั่ง เคน

9. ผู้สั่ง เคนยึดแหล่งการสั่ง เคนที่หน่วยการทดลอง ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองอยู่เป็นหลัก

10. ถ้าผู้ถูกสั่ง เคนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมพร้อมกันทั้งหมด ในระหว่างช่วงนาที ให้ทำเครื่องหมายไว้ตรงหน้าแถวบนแถวบน

#### การนับคะแนน

1. ชี้คเส้นปิก แสดงการสิ้นสุดการบันทึกของแต่ละรอบ 1 นาที

2. เติมรหัสพฤติกรรมเหมือนรหัสพฤติกรรมที่อยู่บนช่องว่างที่เว้นไว้ ลงในช่องว่างนั้นให้ครบทุก ๆ ช่อง

3. นับจำนวนพฤติกรรมแต่ละประเภทจากจำนวนของรหัสพฤติกรรมประเภทนั้นไว้ โดยนับรวมจำนวนพฤติกรรมเดียวกันของผู้ถูกสั่ง เคนทั้ง 3 คนเข้าด้วยกัน เป็นคะแนนพฤติกรรมประเภทนั้นของกลุ่ม นำไปใช้วิเคราะห์เป็นเปอร์เซ็นต์



## ตัวอย่างการบันทึกและการนับคะแนน

## ตัวอย่างการบันทึก

ก	ข	ค	ก
1	1	1	
	2		
2			
2	2	1	
	1		
2	1	1	
		2	
2	1	1	

## ตัวอย่างการนับคะแนน

ก	ข	ค	ก
1	1	1	
1	2	1	
2	2	1	
2	2	1	
2	1	1	
2	1	1	
2	1	2	
2	1	1	

พฤติกรรม 1 จำนวน 14

พฤติกรรม 2 จำนวน 10

หมายเหตุ

ก, ข, ค, แทนชั้นนักเรียน



ภาคผนวก ข

การแนะนำการเรียนการสอนและแผนการสอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## การแนะนำการเรียนการสอน

คามที่ 1

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- นักเรียนบอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้การสังเกต การเลือกใช้เครื่องมือการบันทึกข้อมูล และสื่อความหมายในการทำงานทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาเรื่อง

- ครูแนะนำตัวและทำความรู้จักกับนักเรียน
- การสังเกต คือ การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 สังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด ถูกต้อง และรวดเร็ว
- การเลือกและใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสม ทำให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
- การบันทึกข้อมูล และสื่อความหมาย ทำให้ได้หลักฐานในการศึกษาต่อไป และตรวจสอบการทำงานในภายหลัง การบันทึกข้อมูลต้องเขียนโดยตรงไปตรงมา ไม่เอาความรู้เดิมมาค้ำแปลงข้อมูล

กิจกรรม

- ให้นักเรียนทำการสังเกตโดยให้ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ช่วย และทำการบันทึกข้อมูลความแตกต่างระหว่างจุกขวดยาง และจุกไม้คอร์ก โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

วัสดุอุปกรณ์

- จุกขวดยางเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว จุกไม้คอร์ก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3/4

นิ้ว

— คำซึ่งสปริง คำซึ่งจวน วงเวียน ไม้บันทึก แวนขยาย อ่างใส่น้ำ แม่เหล็ก เชือก-  
 ภายเส้นเล็ก ๆ

ประเมินผล

— ตรวจรายงานการสังเกต

คาบที่ 2 และ 3

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

— นักเรียนบอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้การจัดกระทำกับข้อมูลการแปลความหมาย  
 ข้อมูล การสรุป การคิดคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การตั้งสมมุติฐาน และการ  
 ออกแบบทำการทดลอง

เนื้อเรื่อง

— การจัดกระทำกับข้อมูล คือ การนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ให้อยู่ใน  
 รูปแบบที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น เช่น จัดทำเป็นรูปภาพ รูปสมการทางคณิต-  
 ศาสตร์

— การแปลความหมายของข้อมูล และการสรุป คือ การแปลความหรือสรุปความจาก  
 ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างมีเหตุผล

— การคิดคำนวณเป็นการใช้คณิตศาสตร์ ในการแปลความของข้อมูล

— การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ คือ การสรุปความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรง  
 ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ เวลา ฯลฯ ซึ่งเป็นมิติต่าง ๆ

— การตั้งสมมุติฐาน คือ การคาดคะเนคำตอบที่คิดว่าน่าจะเป็นอย่างมีเหตุผล

— การออกแบบการทดลอง และทำการทดลอง เป็นการหาวิธีการทดสอบคำตอบที่  
 เราสมมุติขึ้น และทำการทดสอบเพื่อหาคำตอบว่าคำตอบที่สมมุติขึ้นถูกต้องหรือไม่

## กิจกรรม

– สมมุติเหตุการณ์ในหารศึกษากายความร้อนของถ้วยแก้วชนิดเดียวกัน รูปร่างลักษณะเหมือนกัน ขนาดบรรจุเท่ากัน แต่หนาต่างกัน 3 ขนาด คือ 3 มม. 5 มม. และ 8 มม. ให้นักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง ทั้งสมมุติฐาน จักกระทำกับข้อมูล คิคำนวณ และหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ โดยครูเป็นผู้ให้ข้อมูลสมมุติ

## วัตถุประสงค์

### ประเมินผล

– สังเกตการซักถามและการตอบคำถามของนักเรียน

### คาบที่ 4

## วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

– นักเรียนสามารถใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

## เนื้อเรื่อง

- ตัวแปรคือเหตุหรือตัวประกอบ ที่จะมีผลกระทบบต่อสิ่งอื่น ๆ ในการทดลอง
- ในการทดลอง ต้องมีการควบคุมตัวแปรบางอย่าง และปล่อยให้ตัวแปรเพียงตัว

## เคี้ยวแสดงผลออกมา

– การเรียนโดยใช้คำแนะนำปฏิบัติการ (สำหรับห้องควบคุม) การเรียนโดยไม่ใช้คำแนะนำปฏิบัติการ (สำหรับห้องทดลอง)

## กิจกรรม

- แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มละ 3 คน ตามรายการตุ้มที่จัดไว้
- กำหนดปัญหา ให้หาตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการตกของตุ้มทรงกลมจากระนาบเอียงถึงพื้น โดยให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และรายงานผลการศึกษา

## วัสดุอุปกรณ์

- ตุ้มแกวขนาดใหญ่ ตุ้มแกวขนาดเล็ก ตุ้มแกวไฟเบอร์ขนาดเท่าตุ้มแกวใหญ่ (น้ำหนักมากกว่า) ตุ้มแกวหินอ่อนขนาดเท่าตุ้มแกวใหญ่ (น้ำหนักเท่ากัน) กระจกกันเรียบ กระจกานพื้นหยาบ คาชั่งจาวน

## ประเมินผล

- ทรวารายงานการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## แผนการสอน

## คาบที่ 1 เรื่อง วัตถุในท้องฟ้าอะไรบ้างที่อยู่ใกล้โลก

## วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำและขอความต่อไปนี้ได้

ดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์ใน ดาวเคราะห์นอก ดวงจันทร์

2. กำหนดหาระยะเวลาเดินทางจากโลกไปยังดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากค่าความเร็วเฉลี่ยของยานอวกาศได้

## เนื้อเรื่อง

- ดาวเคราะห์ต่างกับดาวฤกษ์
- ลำดับของดาวเคราะห์
- ระยะทางของดาวเคราะห์แต่ละดวงจากดวงอาทิตย์
- จำนวนดวงจันทร์แต่ละดวงของดาวเคราะห์
- ดาวเคราะห์ใน คือ ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก
- ดาวเคราะห์นอก คือ ดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลดวงอาทิตย์มากกว่าโลก

## กิจกรรม

- ดูภาพจากการเดินทางของยานอวกาศ
- นักเรียนตอบคำถามจากแผนผังระบบสุริยะ
- ทำโจทย์การคิดเวลาเดินทาง ไปดาวอังคาร

### วัตถุประสงค์

- หนังสือเกี่ยวกับอากาศ
- แผนที่ระบบสุริยะ

### ประเมินผล

- ตอบคำถามแนะนำจากตำรา

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำหรือข้อความต่อไปนี้ได้  
กล้องโทรทรรศน์ แผนที่ดวงจันทร์ เลนส์
2. สามารถบอกประโยชน์ของเลนส์ได้อย่างน้อย 1 อย่าง

### เนื้อเรื่อง

- กาลิเลโอสร้างกล้องโทรทรรศน์สองดวงจันทร์ ในปี พ.ศ. 2152
- กาลิเลโอพบภูเขา หุบเขา และเขียนแผนที่ดวงจันทร์
- สมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงศึกษาการเกิดสุริยุปราคาที่บ้านหลวงอภ  
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อปีพ.ศ. 2411
- กล้องโทรทรรศน์ใช้เลนส์
- คุณสมบัติบางประการของเลนส์นูน

### กิจกรรม

- ศึกษากล้องโทรทรรศน์ และตอบคำถาม
- ทำแบบปฏิบัติการที่ 1

## คาบที่ 2 เรื่อง การใช้กล้องโทรทรรศน์เพื่อศึกษาวัตถุในท้องฟ้า

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำหรือข้อความต่อไปนี้ได้  
กล้องโทรทรรศน์ แผนที่ดวงจันทร์ เลนส์
2. สามารถบอกประโยชน์ของเลนส์ได้อย่างน้อย 1 อย่าง

### เนื้อเรื่อง

- กาลิเลโอสร้างกล้องโทรทรรศน์ส่องดวงจันทร์ ในปี พ.ศ. 2152
- กาลิเลโอพบภูเขา หุบเขา และเขียนแผนที่ดวงจันทร์
- สมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงศึกษาการเกิดสุริยุปราคาที่ตำบลหว้ากอ

### จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อปี พ.ศ. 2411

- กล้องโทรทรรศน์ไขเลนส์
- คุณสมบัติบางประการของเลนส์นูน

### กิจกรรม

- ดูภาพกล้องโทรทรรศน์ และตอบคำถาม
- ทำแบบปฏิบัติการที่ 1

### วัตถุประสงค์

- ภาทกล้องโทรทรรศน์
- ชุดปฏิบัติการที่ 1

### ประเมินผล

- สังเกตการตอบคำถามในห้องเรียน
- สังเกตการทำปฏิบัติการ

### คาบที่ 3 เรื่อง เลนส์นูนทำให้เกิดภาพได้อย่างไร

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- สามารถอธิบายค่าและข้อความต่อไปนี้ได้  
เลนส์นูน เลนส์เว้า เส้นรังสีของแสง จุดโฟกัส ความยาวโฟกัส แกนमुख-  
สำคัญ การหักเหผ่านเลนส์ ระยะเวลา ระยะเวลา

#### เนื้อเรื่อง

- ลักษณะของเลนส์นูน
- ลักษณะของเลนส์เว้า
- จุดโฟกัสของเลนส์
- ความยาวโฟกัสของเลนส์
- เส้นรังสีของแสง
- การหักเหผ่านเลนส์
- เส้นแกนमुखสำคัญ
- ระยะเวลา
- ระยะเวลา

#### กิจกรรม

- ทบทวนการศึกษาทดลองเกี่ยวกับเลนส์
- การซักถามตามเนื้อเรื่อง

#### วัสดุอุปกรณ์

- เลนส์นูน 1 อัน

#### ประเมินผล

- สังเกตการซักถามในห้องเรียน

คาบที่ 4 เรื่อง การเขียนภาพทางเดินของแสง เพื่อแสดงการเกิดภาพเมื่อวางวัตถุไว้ตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน
2. สามารถเขียนภาพทางเดินของแสง แสดงการเกิดภาพเมื่อวางวัตถุไว้ที่ตำแหน่งไกลกว่าความยาวโฟกัส ที่จุดโฟกัส และที่ใกล้กว่าความยาวโฟกัส

เนื้อเรื่อง

- ความยาวโฟกัสเป็นครึ่งหนึ่งของ รัศมีความโค้งของเลนส์นูน
- ความยาวโฟกัสอาจหาได้โดยง่าย โดยการวัดระยะจากจุดรวมแสงถึงเลนส์
- หลักในการเขียนภาพทางเดินของแสง เพื่อแสดงการเกิดภาพเมื่อวางวัตถุไว้ตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูน

1. ลากเส้นขนานเส้นแกนमुखสำคัญจากส่วนปลายของวัตถุไปถึงเลนส์ แล้วลากเฉียงลง ไปผ่านจุดโฟกัส

2. ลากเส้นจากจุดเดียวกัน ผ่านจุดศูนย์กลางเลนส์บนเส้นแกนमुखสำคัญ
3. ลากเส้นให้ตัดกัน ตำแหน่งที่ตัดกันคือจุดที่ปรากฏภาพส่วนหัวของวัตถุ

กิจกรรม

- ให้อุภาพทางเดินของแสง เพื่อแสดงการเกิดภาพเมื่อวางวัตถุไว้ตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูนบนกระดาน

- นักเรียนฝึกเขียนแสดงการเกิดภาพบนกระดาน

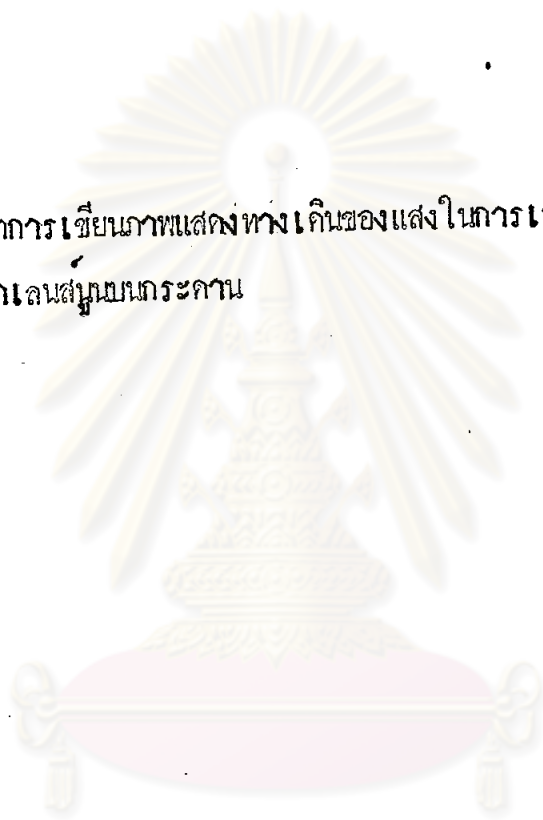
### วัตถุประสงค์

- ภาพการหักเหของแสง แสดงการเกิดภาพเมื่อวางวัตถุไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ

### หน้าเลนส์

### ประเมินผล

- สังเกตการเขียนภาพแสดงทางเดินของแสงในการเกิดภาพ เมื่อวางวัตถุไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูนบนกระดาษ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## คาบที่ 5 เรื่อง การเกิดภาพจริงและภาพเสมือน

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมาย และการเกิดภาพจริง ภาพเสมือน และลักษณะของภาพ
2. นักเรียนสามารถเขียนภาพทางเค้นแสง เพื่อแสดงการเกิดภาพจริงและภาพเสมือน
3. นักเรียนสามารถบอกได้ว่า ภาพที่มองเห็นผ่านเลนส์นูนเป็นภาพจริง หรือภาพ

### เสมือน

### เนื้อเรื่อง

- ภาพจริง คือ ภาพที่เกิดจากแสงผ่านไปที่คั่นจริงหลังเลนส์
- ภาพเสมือน คือ ภาพที่เกิดการทอรังสีแสงออกไปที่คั่นหน้าเลนส์
- ภาพจริงเอานาฬิกาจับภาพได้
- ภาพเสมือนเอานาฬิกาจับภาพไม่ได้
- ขนาดของภาพ ขนาดลด ขนาดขยาย
- ภาพหัวกลับ ภาพหัวตั้ง
- การบอกลักษณะของภาพ ต้องบอกลักษณะภาพว่าเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน

ภาพหัวกลับหรือหัวตั้ง ขนาดลดหรือขนาดขยาย

### กิจกรรม

- ทำขบวนการปฏิบัติที่ 2

### วัสดุอุปกรณ์

- ชุดปฏิบัติการที่ 2

### ประเมินผล

- นักเรียนตอบคำถามจากกระดาษคำถามที่แจกเพื่อทบทวนความรู้

## คาบที่ 6 เรื่อง กล้องโทรทรรศน์หลักการอย่างไร

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ให้นักเรียนสามารถประกอบกล้องโทรทรรศน์อย่างง่ายได้ โดยใช้เลนส์นูนสองอัน
2. สามารถหาค่ากำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์อย่างง่ายได้
3. สามารถอธิบายการเกิดภาพจากกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย

### สื่อ/วัสดุ

- ส่วนประกอบของกล้องโทรทรรศน์
- เลนส์ตาเป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้น
- เลนส์วัตถุเป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาว
- ภาพจากเลนส์วัตถุจะเป็นภาพจริงหัวกลับขนาดลด และทำหน้าที่เป็นวัตถุสำหรับเลนส์ตา
- เลนส์ขยายภาพจริงที่เป็นเสมือนวัตถุ ได้ภาพเสมือนหัวตั้ง ภาพที่ดูจากกล้องโทรทรรศน์

### จึงเป็นภาพหัวกลับ

$$\text{กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย} = \frac{\text{กำลังขยาย}}{\text{เลนส์ตา}} = \frac{\text{วัตถุ}}{\text{เลนส์ตา}}$$

### กิจกรรม

- สร้างกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย
- คำนวณหาค่ากำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์ที่สร้าง
- ท้าขงปฏิบัติกรที่ 3

### วัสดุอุปกรณ์

- ชุดกล้องโทรทรรศน์อย่างง่ายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ชุดปฏิบัติกรที่ 3

### ประเมินผล

- สังเกตการตามคอมโพเน้นเรียน

## ตอนที่ 7 เรื่อง ปัญหาในการเดินทางออกนอกโลก: แรงโน้มถ่วงของโลก

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายได้ว่า น้ำหนักวัตถุเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของมวลสารต่อน้ำหนักได้
3. อธิบายได้ว่า แรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อมวลสารของวัตถุใด ๆ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ จากผิวโลก จะเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางจากวัตถุนั้น ถึงจุดศูนย์กลางของโลก

4. สามารถเปลี่ยนหน่วยน้ำหนักเป็นกิโลกรัมของวัตถุ เป็นหน่วยนิวตัน โดยใช้สูตร  
 $1 \text{ ก.ก.} = 9.8 \text{ นิวตัน}$

### เนื้อเรื่อง

- น้ำหนักวัตถุเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก
- มวลสารเพิ่มขึ้นน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นด้วย
- การเขียนกราฟ และแปลความหมายจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของมวลสารและ

### น้ำหนัก

- แรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อมวลสารของวัตถุใด ๆ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ จากผิวโลก จะเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางจากวัตถุนั้นถึงจุดศูนย์กลางของโลก

- หน่วยน้ำหนัก  $1 \text{ ก.ก.} = 9.8 \text{ นิวตัน}$
- น้ำหนักบนดาวจันทร์จะรังไคน้อยกว่าบนโลก 6 เท่า

### กิจกรรม

- สาธิตความสัมพันธ์ระหว่างมวลสารกับน้ำหนัก
- ให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของมวลสารและน้ำหนัก
- ทำแบบปฏิบัติการที่ 4

### วัตถุประสงค์

- ทาซันแชนและถ่านไฟฉาย 4 ก้อน
- การนำเสนอระยะทางจากจุดศูนย์กลางของโลก กับน้ำหนักที่ความสูงต่าง ๆ ของสถาบันส่งเสริมการพัฒนาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ชุดปฏิบัติการที่ 4

### ประเมินผล

- จับสลากคำถาม ตามนักเรียนนางคนไหนเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## คาบที่ 8 เรื่อง ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า ความเร่ง และ การตกอย่างอิสระ ได้
2. สรุปจากข้อมูลได้ว่า ความเร่งของวัตถุที่ตกอย่างอิสระมีค่าคงที่

### เนื้อเรื่อง

- ความเร่ง คือ ความเร็วของวัตถุที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาหนึ่ง
- หน่วยของความเร่ง เป็นระยะทางต่อเวลาต่อเวลา
- การตกอย่างอิสระ คือ การตกโดยแรงดึงดูดของโลกโดยไม่มีแรงอื่นมากกระทำ
- การเขียนกราฟความเร่งจากข้อมูลตารางแสดงความเร็วของวัตถุที่ตกอย่างเสรี เพื่อบอกความเร็ววินาทีที่ให้

### กิจกรรม

- สรุปความหมายจากตารางแสดงความเร็วของวัตถุตกอย่างอิสระของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### วัสดุอุปกรณ์

- ตารางแสดงความเร็วของวัตถุตกอย่างอิสระ

### ประเมินผล

- ถามคำถามในชั้นเรียน

คาบที่ 9 เรื่อง พลังงานกับการเคลื่อนที่: พลังงานศักย์และพลังงานจลน์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของคำว่า แสง พลังงานศักย์ พลังงานจลน์
2. อธิบายได้ว่า วัตถุจะขึ้นไปไต่สูงเพียงใดขึ้นกับพลังงานที่วัตถุได้รับ

สาระ  
เนื้อเรื่อง

- ความหมายของแสงและพลังงาน
- พลังงานศักย์ คือ พลังงานในวัตถุที่อยู่กับที่
- พลังงานจลน์ คือ พลังงานในวัตถุที่เคลื่อนที่
- การเปลี่ยนไปมาระหว่างพลังงานศักย์และพลังงานจลน์
- ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง กับพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ วัตถุในที่สูงมากมี

พลังงานศักย์ เมื่อตกลงมาจะมีพลังงานจลน์มาก

กิจกรรม

- ทบทวนปฏิบัติการที่ 5

วัสดุอุปกรณ์

- ชุดปฏิบัติการที่ 5

ประเมินผล

- สังเกตการซักถามในชั้นเรียน และตอบคำถามบนกระดาน



ตอนที่ 10 เรื่อง พลังงานกับการเคลื่อนที่: แรงกิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยา

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา
2. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของแรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาตามกฎของนิวตัน
3. สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ด้วยแรงปฏิกิริยาของลูกโป่ง

เนื้อเรื่อง

- ประวัติของนิวตัน
- แรงกิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยา
- การเคลื่อนที่ด้วยแรงปฏิกิริยา

กิจกรรม

- ทำบทปฏิบัติการที่ 6
- ทำบทปฏิบัติการที่ 7

วัสดุอุปกรณ์

- ชุดปฏิบัติการที่ 6
- ชุดปฏิบัติการที่ 7

ประเมินผล

- ครูถามปัญหาในบทเรียน

ภาพที่ 11 เรื่อง การขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิง: หลักของการส่งยานอวกาศ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดลองเพื่อแสดงว่าเมื่อเชื้อเพลิงถูกไหม้จะทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนได้
2. สามารถบอกลักษณะการทำงานของพลูโต
3. สามารถอธิบายหลักการเคลื่อนที่ของยานอวกาศอย่างง่าย ๆ

เนื้อเรื่อง

- การถูกไหม้ของเชื้อเพลิงทำให้เกิดแรงขับเคลื่อน
- การทำงานของพลูโต
- การเคลื่อนที่ของยานอวกาศ

กิจกรรม

- ทำแบบปฏิบัติการที่ 8

วัสดุอุปกรณ์

- ชุดปฏิบัติการที่ 8

ประเมินผล

- สังเกตการถามตอบในชั้นเรียน

## ตอนที่ 12 เรื่อง การเคลื่อนที่ในอากาศ: แรงเฉื่อย

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของแรงเฉื่อยได้
2. บอกตัวอย่างและประโยชน์ของแรงเฉื่อยอย่างน้อย 3 ข้อ
3. แสดงการทดลองการเกิดแรงเฉื่อยได้

### เนื้อเรื่อง

- ทฤษฎีของนิวตัน วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่ง หรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นเส้นตรง นอกจากจะมีแรงมากกระทำ
- การรักษาสภาพเดิมในการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดจากแรงเฉื่อย
- แรงเฉื่อยที่เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การปาก้อนหิน บนจักรยาน ฯลฯ

### กิจกรรม

- ทำปฏิบัติการที่ 9

### วัสดุอุปกรณ์

- ชุดปฏิบัติการที่ 9

### ประเมินผล

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างแรงเฉื่อยที่มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

คาบที่ 13 เรื่อง การเคลื่อนที่ในอากาศ: อากาศมีแรงเสียดทาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายความหมายของแรงเสียดทาน
2. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความหน่วงกับแรงเสียดทาน
3. สามารถยกตัวอย่างผลของแรงเสียดทานที่เป็นประโยชน์ และที่เป็นโทษในชีวิตประจำวันได้อย่างน้อย 3 อย่าง

ประจำวันได้อย่างน้อย 3 อย่าง

เนื้อเรื่อง

- แรงเสียดทาน คือ แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ
- ความหน่วงเกิดจากแรงเสียดทาน
- ปรากฏการณ์ของแรงเสียดทานในชีวิตประจำวัน เช่น ความฝืด
- ปัญหาแรงเสียดทานในการส่งจรวด

กิจกรรม

- ทำแบบฝึกหัดที่ 10

วัสดุอุปกรณ์

- ชุดปฏิบัติการที่ 10

ประเมินผล

- ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างปรากฏการณ์ ที่เป็นประโยชน์และโทษของแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันบนกระดานดำ

## ตอนที่ 14 เรื่อง หลักการส่งจรวดไปโคจรรอบโลก

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถแสดงให้เห็นได้ว่าวัตถุทุกอย่างเสรีในแนวตั้ง และแนวโค้งถึงขั้นพร้อมกัน

2. บอกความหมายของความเร็วโคจรรอบโลก ความเร็วหลุดพ้น

### เนื้อเรื่อง

– วัตถุตกในแนวราบและแนวตั้งถึงขั้นพร้อมกัน

– ความเร็วในการโคจรรอบโลก คือ ความเร็วที่ทำให้จรวดเคลื่อนที่อยู่ในวงโคจรได้

### ไม่ตกลงสู่โลก

– ความเร็วหลุดพ้น คือ ความเร็วที่ใช้ในการเหวี่ยงจรวดออกไปพ้นวงโคจร ความเร็วหลุดพ้นสูงกว่าความเร็วโคจรรอบโลก

### กิจกรรม

– สาธิตการทดลองการตกของวัตถุในแนวตั้งและแนวราบ โดยชุดการทดลองของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

– ศึกษาตาราง ความเร็วโคจรรอบโลกที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากพื้นโลกของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### วัสดุอุปกรณ์

– ชุดปฏิบัติการทดลอง การตกของวัตถุ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1 ชุด

– ตาราง ความเร็วโคจรรอบโลกที่ระยะความสูงต่าง ๆ จากพื้นโลก

### ประเมินผล

– ให้นักเรียนตอบคำถามจากกระดาษคำถาม

## คาบที่ 15 เรื่อง สภาพโร้หน้าหนัก

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกสภาพโร้หน้าหนักจำลอง ที่เป็นปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้
2. นักเรียนสามารถแสดงการทดลองให้เห็นสภาพโร้หน้าหนักได้

### เนื้อเรื่อง

- สภาพโร้หน้าหนักเกิดจากการตกอย่างเสรี
- สภาพโร้หน้าหนักอาจพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การที่นักกระดานลงจากสะพาน

### อย่างรวกเร็ว

- ในสภาพโร้หน้าหนัก โลกยังคงถึงจุดที่ตกอยู่ตลอดเวลา

### กิจกรรม

- ครูสาธิตปฏิบัติการทดลองเรื่อง สภาพโร้หน้าหนักเกิดขึ้นได้อย่างไร ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### วัสดุอุปกรณ์

- ชุดปฏิบัติการเรื่อง สภาพโร้หน้าหนักเกิดขึ้นได้อย่างไร 1 ชุด

### ประเมินผล

- สังเกตการถามตอบของนักเรียนในชั้นเรียน

## ตอนที่ 16 เรื่อง ความกันและอุณหภูมิ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ให้เหตุผลได้ว่า ทำไมนักบินอวกาศจึงต้องสวมชุดอวกาศ
2. แสดงการทดลองได้ว่าสีที่ผลิตจากการดูดความร้อนของวัตถุ

### เนื้อเรื่อง

- บรรยากาศมีความกัน
- ความกันบรรยากาศบนผิวโลกสมดุลกับความกันภายในร่างกาย
- ความกันภายนอกต่ำ จะทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ถ้ามนุษย์อยู่ในอวกาศโดยไม่มีเครื่องปรับความกัน อาจทำให้เส้นโลหิตแตก
- ร่างกายมนุษย์ต้องการความชื้นพอเหมาะ
- มนุษย์ทนต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ในขอบเขตจำกัด
- วัตถุสีเข้มดูดความร้อนได้ดีกว่าวัตถุสีอ่อนที่เดียวกันที่มีสีอ่อนกว่า

### กิจกรรม

- ทำบปฏิบัติการที่ 11

### วัสดุอุปกรณ์

- ชุดปฏิบัติการที่ 11

### ประเมินผล

- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียน



กามที่ 17 เรื่อง สภาวะแวดล้อมทั่วไป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- สามารถบอกปัญหาในการดำรงชีวิตในอากาศได้อย่างน้อย 3 ประการ
- สามารถบอกวิธีแก้ปัญหในการดำรงชีวิตในภาวะแวดล้อมในอากาศอย่างง่าย ๆ ได้

เนื้อเรื่อง

- ในอากาศชากน้ำ ออกซิเจน อาหาร และเครื่องอำนวยความสะดวก
- นักบินอวกาศรับประทานอาหารสำเร็จรูป
- นักบินอวกาศใช้น้ำแบบหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่
- นักบินอวกาศมีเครื่องให้ออกซิเจนใช้ในการหายใจ

กิจกรรม

- อภิปรายทั่วไปในชั้นเรียน

วัสดุอุปกรณ์

- กระดาษสรุปคำอภิปราย

ประเมินผล

- สังเกตการอภิปรายของนักเรียน

คามาที่ 18 เรื่อง การสำรวจดวงจันทร์: การเดินทางไปดวงจันทร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหน้าที่ของยานที่ไร้เดินทางไปยังดวงจันทร์ได้
2. บอกประโยชน์ของการเดินทางไปดวงจันทร์ได้อย่างน้อย 1 ข้อ

เนื้อเรื่อง

- โครงการไปดวงจันทร์
- การสำรวจดวงจันทร์จากโลก
- ยานที่ไร้เดินทางไปดวงจันทร์ ประกอบด้วยจรวดแซทเทิร์น 5 และยานอพอลโล 11
- จรวดแซทเทิร์น 5 มี 3 ท่อน จรวดท่อนที่ 3 บรรจุยานอพอลโล 11
- อพอลโล 11 ประกอบด้วย

1. ยานบังคับการมี 3 ส่วน ส่วนบนเป็นอุปกรณ์ ตอนกลางเป็นที่พัก ตอนล่างเป็นจรวดและฐานรองรับยาน
2. หอคอยหน้ท้ายขะยิงจรวดขึ้น กรอบคิกยานบังคับการไว้ หอคอยจะหลุดออกไปเมื่อจรวดยิงขึ้นไปไ้ระยะหนึ่ง
3. ยานบริการเป็นจรวด ไร้โคจรรอบดวงจันทร์ และกลับเข้าสู่โลก
4. ดูนาร์โมกุล มีที่เก็บเสบียง มีจรวด 2 ชุด ชุดหนึ่งสำหรับการร่อนลงดวงจันทร์ อีกชุดหนึ่งสำหรับขึ้น

- การกลับสู่ขะเตรียมเดินทางไปดวงจันทร์

- นักบินไม่อยู่ในยานดูนาร์กอนทั้งแก่แรกขึ้น เพื่อความปลอดภัยขะยิงจรวด ถ้าอยู่ใน

ในยานบังคับการมีโอกาศใช้หอคอยหน้ท้ายไ้

- ขะอยู่ที่ดวงจันทร์ ยานบังคับการและยานบริการจะลอยอยู่ในวงโคจร ขะที่

ดูนาร์โมกุลลงสู่พื้น

- ดูนาร์ขึ้นสู่อวกาศโดยทิ้งส่วนล่างไว้ที่ดวงจันทร์ ส่วนบนไปต่อกับยานบังคับการ

- เมื่อนักบินเข้าสู่ยานบังคับการแล้ว จะฟังดูนาร์โบคลุมไป
- เมื่อเข้าสู่วงโคจรของโลก ยานบริการจะถูกทิ้งไป
- ยานบังคับการตกลงสู่มหาสมุทร
- เมื่ออยู่สูง 6,000 เมตร ยานบังคับการจะกางร่มชูชีพออก และตกลงสู่มหา-

#### สมุทรแปซิฟิก

- นักบินอวกาศที่ลงสู่พื้นดวงจันทร์ คือ นีล อาร์มสตรอง และเอควิน อัลดริน

#### กิจกรรม

- ให้นักเรียนดำดิ่งเหตุการณ์จากภาพเหตุการณ์เดินทางไปดวงจันทร์

#### วัสดุอุปกรณ์

- ภาพเหตุการณ์เดินทางไปดวงจันทร์

#### ประเมินผล

- ให้นักเรียนเล่าถึงภาพเหตุการณ์จากภาพเหตุการณ์เดินทางไปดวงจันทร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถามที่ 19 เรื่อง ดวงจันทร์เหมือนหรือต่างกับโลกอย่างไร

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถบอกลักษณะของดวงจันทร์ที่ต่างออกไปจากโลกได้อย่างน้อย 3 ประการ
2. บอกลักษณะภาวะแวดล้อมของดาวศุกร์และดาวอังคารได้

เนื้อเรื่อง

- ดวงจันทร์และโลกไม่มีแสงในตัวเอง
- อุณหภูมิกลางวันบนดวงจันทร์  $100^{\circ}$  และกลางคืน  $-150^{\circ}$
- ดวงจันทร์ไม่มีบรรยากาศห่อหุ้ม ไม่มีไอน้ำ
- หินบนดวงจันทร์เป็นหินเบะซอลต์ ไม่มีหินตะกอน หรือหินแปรเลย
- ดินเป็นสีส้ม เนื้อดินเป็นน้ำมีเกร็ดแก้วปนอยู่
- ดาวศุกร์มีบรรยากาศหนาแน่นกว่าโลก ความดันบรรยากาศ 10 เท่าของโลก
- อากาศส่วนใหญ่ประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ มีแอมโมเนีย ไอน้ำ และกรด

ไฮโดรคลอริกบ้าง แต่ไม่พบออกซิเจนและไนโตรเจน

- อุณหภูมิสูงถึง  $400-500^{\circ}$
- มีเมฆปกคลุมหนาแน่น จึงถ่ายภาพได้ไม่ชัดเจน
- ดาวอังคารมีฝุ่นสีแดงของเหล็กออกไซด์มาก
- มีสนามแม่เหล็กขนาดเล็กกว่าโลก 100 เท่า
- มีขั้วโลกเป็นน้ำแข็งคาร์บอนไดออกไซด์แข็ง หรือหิมะ
- โคจรรอบดวงอาทิตย์ 687 วัน หมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง

$39 \frac{1}{2}$  นาที

- อากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์มาก มีไนโตรเจน 4% ฝุ่นและไอน้ำเล็กน้อย
- ไม่พบออกซิเจน
- ความดันบรรยากาศที่พื้นผิว  $1/100$  เท่าของโลก
- อุณหภูมิสูงสุด  $50^{\circ}$  ค่าสุด  $-150^{\circ}$

กิจกรรม

– อภิปรายทั่วไปในชั้นเรียน

วัสดุอุปกรณ์

ประเมินผล

– สังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 20 เรื่อง การสำรวจโลก

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- สามารถบอกประโยชน์ของ โครงการอวกาศต่าง ๆ ต่อประเทศไทยอย่างน้อย 2 ข้อ

เนื้อเรื่อง

- ความเต็มใจในการสำรวจโลก และศึกษาเกี่ยวกับอวกาศ
- ความเต็มใจประโยชน์ได้หลายทาง เช่น ใช้ในการอณูนิยมนาวิทยา ใช้ในการสื่อสาร ใช้ในการสำรวจทรัพยากรของโลก

- ทอวิจัลลอยฟ้าเป็นความเต็มประเภทหนึ่ง ใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เช่น ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ศึกษาสภาพไร่น้ำหนัก ศึกษาแสงคลื่นสั้น จากดวงอาทิตย์ เป็นต้น

- ในปี พ.ศ. 2515 องค์การนาซา (NASA) แห่งสหรัฐอเมริการ่วมมือกับ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ส่งความเต็มขึ้นไปในอวกาศเพื่อสำรวจทรัพยากรโลก ทำให้ทราบว่าป่าไม้ในเมืองไทยมีประมาณเหลืออยู่น้อยมาก

กิจกรรม

- สอนโดยใช้ภาพประกอบ

วัสดุอุปกรณ์

- ภาพถ่ายจากดาวเทียม

ประเมินผล

- สังเกตการถามตอบในชั้นเรียน

## ปฏิบัติการที่ 1

### การศึกษาคุณสมบัติเลนส์นูน

#### การทดลองที่ 1

เวลา 15 นาที

#### วัสดุ

เลนส์นูน กระจกแข็งสีขาว

#### วิธีการ

1. นำเลนส์นูนไปรับแสงแดดที่หน้าต่าง
2. ใช้กระดาษแข็งรับแสงที่มาจากเลนส์นูน เลื่อนกระดาษเข้าใกล้เลนส์ที่ระยะต่าง ๆ กัน สังเกตลักษณะของแสงที่ตกบนกระดาษ

#### คำถามจากการทดลอง

1. แสงสว่างที่ตกบนกระดาษมีลักษณะอย่างไร?

2. นักเรียน สรุปคุณสมบัติของเลนส์นูนจากการทดลองนี้ได้อย่างไร

1.

2.

3.



การทดลองที่ 2

เวลา 15 นาที

วัตถุประสงค์

เลนส์นูน เลนส์เว้า

วิธีการ

1. ใช้เลนส์นูนส่องดูปากกา คินสอ ไม้บันทึก หรือวัตถุอื่น ๆ สังเกตดูว่าภาพที่เห็นเป็นอย่างไร
2. ใช้เลนส์เว้าส่องดูวัตถุข้างต้นมาง สังเกตเปรียบเทียบกับตอนแรก

คำถามจากการทดลอง

1. เมื่อใช้เลนส์นูนส่องดูวัตถุ ภาพที่เห็นมีลักษณะดังนี้
  - 1.
  - 2.
2. เมื่อใช้เลนส์เว้าส่องดูวัตถุ ภาพที่เห็นมีลักษณะดังนี้
  - 1.
  2. ศูนย์วิจัยทรัพยากร
3. นักเรียนสรุปคุณสมบัติของเลนส์นูนจากการทดลองนี้ได้อย่างไร
  1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
  - 2.
  - 3.

## ปฏิบัติการที่ 2

### การทดลองการเกิดภาพจริงและภาพเสมือน

#### การทดลองที่ 1

เวลา 10 นาที

#### วัตถุประสงค์

เลนส์นูน กระดาษขาว

#### วิธีการ

1. ใช้เลนส์นูนส่องดูคนไม้หน้าต่าง
2. ถือกระดาษขาวรับแสงที่ผ่านเลนส์จากนอกหน้าต่าง เติมน้ำเข้าออกจนกว่าจะ

ปรากฏภาพบนกระดาษขาวชัดเจน

3. สังเกตภาพที่เกิดขึ้น

#### คำถามจากการทดลอง

1. ภาพที่ปรากฏบนกระดาษขาวมีลักษณะอย่างไร?
2. ภาพที่ปรากฏนี้เป็นภาพชนิดใด?
3. นักเรียนจะอธิบายอย่างไรว่าภาพบนกระดาษขาวเป็นภาพชนิดใด?

## การทดลองที่ 2

เวลา 15 นาที

วัตถุประสงค์

เลนส์นูน กระจกขาว

วิธีการ

1. ใช้เลนส์ส่องดูตัวหนังสือบนโต๊ะ สังเกตลักษณะภาพที่เห็น
2. ถือกระจกขาวไว้แทนที่ตำแหน่งตามอง แล้วสังเกตดูบนกระจกว่ามีภาพปรากฏอยู่

หรือไม่

คำถามจากการทดลอง

1. เมื่อใช้เลนส์นูนส่องดูตัวหนังสือ นักเรียนเห็นภาพตัวหนังสือเป็นอย่างไร?
2. เมื่อถือกระจกขาวไว้แทนตำแหน่งตา นักเรียนเห็นภาพปรากฏบนกระจกหรือไม่?
3. นักเรียนคิดว่า การทดลองนี้แสดงการเกิดภาพชนิดใด?
4. นักเรียนจะอธิบายอย่างไรว่าการเกิดภาพจากการทดลองเป็นภาพชนิดใดบ้าง?

### ปฏิบัติการที่ 3

การหาขนาดขยายของภาพที่เกิดจากเลนส์นูนที่ระยะต่าง ๆ

วัตถุประสงค์

เวลา 15 นาที

เลนส์นูน กระจกขาว

วิธีการ

1. ลากเส้นตรงแบ่งของบนแผ่นกระจกขาวกว้างของละ 0.5 เซนติเมตร
2. ไขเลนส์นูนส่องดูของบนแผ่นกระจก สักเกินกว่าที่ระยะที่ให้ชัดที่สุด ขนาดของของที่มองเห็นผ่านเลนส์นูนกว้างเป็นเศษของของที่เห็นมาก นอกเลนส์นูน

คำถามจากการทดลอง

1. ภาพที่มีขนาดขยาย 2 เท่าเกิดขึ้นเมื่อกระจกห่างจากเลนส์เท่าไร?

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. นักเรียนคิดว่าจะใช้วิธีนี้หากำลังขยายของเลนส์ได้ถูกต้องแน่นอนหรือไม่ เพราะ

เหตุใด?

## ปฏิบัติการที่ 4

### การศึกษาลักษณะแรงโน้มถ่วงของโลก

การทดลองที่ 1

เวลา 45 นาที

#### วัสดุ

ลูกแก้วขนาดใหญ่ 2 ลูก ขนาดเล็ก 2 ลูก ยางลบ 1 อัน สมุดปกแข็ง 1 เล่ม

#### วิธีการ

- นำลูกแก้วขนาดใหญ่ เล็ก และยางลบขึ้นไปยังค้ำยันที่สูงจากพื้นดินประมาณ 3 เมตร เพื่อจะปล่อยวัตถุลงมา
- ให้เพื่อนอีก 1 คน กอยสังเกตุวัตถุเมื่อตกถึงพื้นดิน
- ทดลองปล่อยลูกแก้วขนาดใหญ่ 2 ลูก เพื่อสังเกตุการตกของวัตถุชนิดเดียวกันที่น้ำหนักเท่ากัน ขนาดเท่ากัน โดยใช้สมุดปกแข็งรองไว้แล้วปล่อยพร้อมกัน
- ทดลองปล่อยลูกแก้วขนาดใหญ่ 1 ลูก พร้อมลูกแก้วขนาดเล็ก โดยใช้สมุดปกแข็งรอง เพื่อสังเกตุการตกของวัตถุชนิดเดียวกัน ที่น้ำหนักและขนาดต่างกัน
- ทดลองปล่อยลูกแก้วขนาดใหญ่หรือยางลบ โดยใช้สมุดปกแข็งรอง เพื่อสังเกตุการตกของวัตถุต่างชนิดกัน

#### คำถามจากการทดลอง

- ระยะเวลาหรือระยะของตกลงมา การตกของวัตถุในแต่ละลูกเป็นอย่างไร?
- ในการทดลองกับลูกแก้วขนาดใหญ่และลูกแก้วขนาดเล็ก ลูกแก้วตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่?
- ในการทดลองลูกแก้วกับยางลบ วัตถุชนิดใดตกถึงพื้นก่อน?
- นักเรียนจะสรุปการทดลองนี้ว่าอย่างไร?

## ปฏิบัติการที่ 5

ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับพลังงานศักย์และพลังงานจลน์

วัตถุประสงค์

เวลา 30 นาที

กระบะไม้ใส่ดิน ลูกแก้ว ป้ายกระดาษ ไม้เมตร

วิธีการ

1. เขียนป้ายกระดาษบอกระยะความสูง 1 ฟุต, 2 ฟุต, 3 ฟุต แต่ละป้าย
2. ปล่อยลูกแก้วให้ตกลงสู่ดินในกระบะไม้โดยกำหนดระยะความสูงที่ปล่อยลงมาเป็น 1, 2 และ 3 ฟุต โดยใช้ไม้เมตรแนบเข้าไทรอยบนดินในกระบะไม้ในแต่ละครั้งใกล้กันกว่า 2 นิ้ว
3. บันทึกป้ายบอกระยะความสูงที่ปล่อยลูกบอลของแต่ละรอย
4. สังเกตลักษณะรอยตกของการปล่อยลูกบอลแต่ละครั้ง เปรียบเทียบกัน

คำถามจากกรทดลอง

1. นักเรียนพบวารอยตกแต่ละครั้งแตกต่างกันอย่างไร?  
--  
--
2. นักเรียนจะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของความสูงกับความลึกของ รอยตกได้  
อย่างไร  
--  
--  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. นักเรียนคิดว่าที่ระยะความสูงเท่าใด ลูกแก้วมีพลังงานศักย์สูงสุด?  
--  
--
4. นักเรียนคิดว่า การปล่อยลูกแก้วจากระดับใดที่ลูกแก้วมีพลังงานจลน์สูงสุด?  
--  
--

## ปฏิบัติการที่ 6

### การศึกษาแรงถ่วงและแรงปฏิกิริยา

วัสดุ

เวลา 30 นาที

คานั่งสปริง 2 อัน

วิธีการ

1. เกี่ยวคานั่งสปริง 2 อันเข้าด้วยกัน
2. เกี่ยวปลายข้างหนึ่งของคานั่งไว้กับผนังเก้าอี้ ถึงปลายที่เหลืออีกข้างของคานั่งให้สปริงยืดออก แล้วสังเกตความสั่นของคานั่ง 2 อัน ลองทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
3. ให้นักเรียน 2 คนถึงปลายของคานั่งคนละคน สังเกตความสั่น ลองทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

คำถามจากคำถามทดลอง

1. ในการทดลองตามข้อ 2 นักเรียนอ่านความสั่นของคานั่งทั้งสองได้ค่าต่างกันหรือไม่?  
—
2. ในการทดลองนี้ โดยใช้นักเรียน 2 คน นักเรียนอ่านความสั่นของคานั่งทั้งสองในการถึงแต่ละครั้งได้ค่ากันหรือไม่?  
—
3. ในการทดลองถึงคานั่ง 2 คนนี้ นักเรียนทั้งสองคนออกกำลังถึงเท่ากันหรือไม่?  
เพราะเหตุใด?  
—  
—



## ปฏิบัติการที่ 7

### การเคลื่อนที่โดยแรงกระทำ

วัตถุประสงค์

เวลา 30 นาที

ลูกโป่งขนาดยาวและสั้น

วิธีการ

1. เป่าลูกโป่งทั้ง 2 ขนาด ทิ้งปากลูกโป่งไว้ก่อนลมออก
2. หาที่วางสักแห่งหนึ่ง เพื่อปล่อยลูกโป่งให้วิ่งไป สังเกตว่าลูกโป่งใบไหนวิ่งไปได้

นานกว่า

คำถามจากการทดลอง

1. ลูกโป่งเคลื่อนที่ไปได้อย่างไร?

2. ลูกโป่งใบไหนวิ่งไปได้มากกว่า นักเรียนจะอธิบายว่าเพราะสาเหตุใด?

ศูนย์วิทยทรัพยากร

## ปฏิบัติการที่ 8

### การขับเคลื่อนโดยโซ่โซลเฟลิง

วัตถุประสงค์

เวลา 45 นาที

พลูไฟ ไม่น็อค

วิธีการ

1. นำดูส่วนประกอบของพลูไฟอันหนึ่ง
2. หาที่ปล่อยพลูไฟ ถ่วงระวางไม่ให้พลูพุ่ง ไปยังบ้านเรือนหรือวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย
3. วางพลูไฟไว้ในที่ที่พิจารณาแล้ว จุกพุดและกอบยสังเกตุการเปลี่ยนแปลง

คำถามจากการทดลอง

1. อธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ของพลูไมโคยละเอียด

2. ทำไมพลูไฟจึงต้องใช้สายขนวน?

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ปฏิบัติการที่ 9

### แรงเฉื่อย

วัตถุประสงค์

เวลา 45 นาที

ไม้บันทึก ก้อนน้ำมัน

วิธีการ

1. บันทึกน้ำมันเป็นก้อนกลมเล็ก ๆ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร
  2. กดขอบไม้บันทึกกับขอบโต๊ะ ให้ปลายไม้ไพล่ส่วนบนขึ้นเหนือโต๊ะ
  3. กดก้อนน้ำมันเบา ๆ เพื่อให้ติดกับส่วนปลายคานที่ไพล่จากขอบโต๊ะ
- โก่ง ไม้บันทึกมาด้านหลัง แล้วปล่อยมือออกโดยที่ยังกดปลายคานล่างของ ไม้บันทึกไว้กับขอบโต๊ะ
4. สังเกตดูก้อนน้ำมัน

คำถามหลังการทดลอง

1. ก้อนน้ำมันได้รับแรงกระทำหรือไม่? อย่างไร?

2. การเคลื่อนไหวในตอนไหนของก้อนน้ำมันที่เป็นไปเพราะแรงเฉื่อย?

## ปฏิบัติการที่ 10

### อากาศมีแรงเสียดทาน

วัตถุประสงค์

เวลา 45 นาที

ไม้เหลดกลม กระจกแข็ง เจาะรูขนาดสวมไม้ไค้สนิทพอดี 2 แผ่น แผ่นหนึ่ง  
ขนาด 9 ตารางนิ้ว อีกแผ่นหนึ่งขนาด 1 ตารางนิ้ว เครื่องยิงโซ่ยางยืด ซอด้

วิธีการ

#### 1. จัดไม้คั้งนี้

อันที่ 1 ไม้คั้งทำอะไรเลย

อันที่ 2 สวมกระจกแข็งขนาด 1 ตารางนิ้ว ที่ปลายปลอกให้ถักเข้าไป

1 นิ้ว

อันที่ 3 สวมกระจกแข็งขนาด 9 ตารางนิ้ว แบบเดียวกัน

2. ยิงไม้คั้งออกไปในแนวราบ ค้างยางให้ยืดออก 7 เซ็นติเมตร เท่ากันทุกครั้ง ทำ  
เครื่องหมายตำแหน่งที่ไม้คั้งถึงพื้นครั้งแรกด้วยซอด้

3. สังเกตและเปรียบเทียบผลการยิงแต่ละครั้ง

คำถามจากการทดลอง

1. ไม้คั้งไหนเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด และอันไหนเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด?

2. นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์นี้ว่าอย่างไร?

3. ถ้านักเรียนยิงไม้คั้งออกไปโดยค้างยางยืดออกไม่เท่ากันนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะ  
เป็นอย่างไร?



## ปฏิบัติการที่ 11

วัสดุสีต่าง ๆ มีคุณสมบัติในการอุกความร้อนต่างกัน

วัตถุประสงค์

เวลา 30 นาที

กระดาษแข็งสีแดง 1 แผ่น กระดาษแข็งสีดำ 1 แผ่น กระดาษแข็งสีขาว 1 แผ่น  
กระดาษแข็งสีเหลือง 1 แผ่น เทอร์โมมิเตอร์ 4 อัน

วิธีการ

1. นำมาจากเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 4 อัน สังเกตค่าที่ต่างกัน
2. วางกระดาษสีปิดกระดาษเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 4 อัน อันละแผ่น แล้ววางทิ้งไว้  
กลางแดด
3. สังเกตค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์

คำถามจากการทดลอง

1. เทอร์โมมิเตอร์อันไหนแสดงอุณหภูมิสูงสุด?
2. นักเรียนอธิบายได้ยังไง ระบุว่าทำไมเทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่ง จึงมีอุณหภูมิสูงกว่า  
อีกอันหนึ่ง
3. นักเรียนคิดว่ากำรทดลองนี้มีข้อผิดพลาดประการใดบ้าง?
4. ก่อนทำการทดลองนักเรียนได้ปรับแก้จากหลอดเกล็ดอนของเทอร์โมมิเตอร์  
อย่างไร?

## ปฏิบัติการที่ 12

### น้ำหนักของวัตถุกับแรงในการเคลื่อนที่

#### วัตถุประสงค์

เครื่องยิงโซ่ยางยืด ไม่ขนาดต่าง ๆ กัน 3 ขนาด ไม่เมตร เพป คาชั่ง

#### วิธีการ

1. กำหนดตำแหน่งที่วางเครื่องยิงและระยะทางที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง เพื่อยิงไม้
2. คึงสายยางยืดถึงเลข 5 ยิงไม้ทีละขนาด ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่ไม่ตก  
วัดระยะทางบันทึกผลการยิงแต่ละครั้ง
3. ใส่ม้ายางกับเครื่องยิง ยิงไม้ออกไปโดยคึงยางยืดออกถึงเลข 7, 9, 11  
วัดระยะทางที่ยิงไม้ออกไปได้ในแต่ละครั้ง

#### คำถามจากการทดลอง

1. นักเรียนเขียนกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักไม้กับระยะทาง เมื่อใช้แรงกระทำเท่ากันอย่างไร?

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. นักเรียนเขียนกราฟความสัมพันธ์ของแรงกับระยะทาง เมื่อน้ำหนักคงที่อย่างไร?



ภาคผนวก ก.

ตารางข้อมูลทั่วไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 4 แสดงวันที่ เวลาที่ดำเนินการสอน และวันที่ทำการส่ง เอกชนที่กักพฤติกรรมจริง

กลุ่ม	เดือน	วันที่ 8.30-9.20	วันที่ 9.25-10.15	วันที่ 10.20-11.1	วันที่ 11.15-12.05
ควบคุม	ม.ก.	10 24 31	10 24* 31*	15 22 29	15* 22 29
	ก.พ.	7* 14 19	7 14	5 12	5 12*
ทดลอง	ม.ก.	14 21 28	14* 21 28	9 23* 30	9 23 30*
	ก.พ.	4 11 19	4 11*	6* 13	6 13

\* หมายถึง วันที่ทำการบันทึกพฤติกรรมจริง

ศูนย์วิจัยสุขภาพ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 แสดงวันที่ทำการสังเกตบันทึกพฤติกรรม และกลุ่มปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์  
ที่ถูกสังเกตซึ่งเลือกโดยสุ่ม

กลุ่มควบคุม			กลุ่มทดลอง		
วันที่	หมายเลขกลุ่ม		วันที่	หมายเลขกลุ่ม	
15 ม.ค.	10	1	14 ม.ค.	6	3
24 ม.ค.	8	6	23 ม.ค.	9	2
31 ม.ค.	5	7	30 ม.ค.	10	8
7 ก.พ.	9	5	6 ก.พ.	10	3
12 ก.พ.	6	2	11 ก.พ.	5	4

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะอายุ อาชีพบิดา มารดา ภูมิลำเนา และโรงเรียนเดิมของ  
ตัวอย่างประชากรในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ลักษณะ	กลุ่มควบคุม / คน	กลุ่มทดลอง / คน
อายุ/ปี		
14	4	3
15	26	30
16	3	2
ไม่ทราบ	—	1
อาชีพบิดา-มารดา		
ทำนา	30	28
รับราชการ	2	6
ค้าขาย	1	1
ไม่ทราบ	—	1

## ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลักษณะ	กลุ่มควบคุม / คน	กลุ่มทดลอง / คน
ภูมิลำเนา อยู่ในตำบล ใกล้เคียงทางจาก โรงเรียนไม่เกิน 10 ก.ม. อยู่ห่างเกิน 10 ก.ม.	33	36
โรงเรียนเดิม โรงเรียน ประชาบาลใน ตำบลที่เป็น ภูมิลำเนา	30	35
นอกตำบล ภูมิลำเนา	3	1

ตารางที่ 7 แสดงการขาดเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองนับเป็นจำนวนคาบ  
การสอนและจำนวนครั้งการทำปฏิบัติการ โดยการทำปฏิบัติการนับรวมอยู่ใน  
คาบการสอนแล้ว

กลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

คนที่	การสอน	ปฏิบัติการ	คนที่	การสอน	ปฏิบัติการ
1			1	2	1
2			2		
3			3		
4			4		
5	2	2	5		
6			6	4	2
7			7	2	1

## ตารางที่ 7 (ต่อ)

## กลุ่มควบคุม

## กลุ่มทดลอง

คนที	การสอน	ปฏิบัติการ	คนที	การสอน	ปฏิบัติการ
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12	2	1
13	4	1	13		
14	4	1	14		
15			15		
16			16		
17			17		
18			18	4	3
19			19		
20			20		
21			21		
22			22		
23			23		
24			24		
25			25		
26			26	2	1
27			27	4	1
28			28		
29	2	1	29		
30			30		
31			31	2	1
32			32		
33			33	2	
			34		
			35		
			36		



ภาคผนวก ง

ตารางข้อมูลและตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๘ แสดงคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและ  
กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม			กลุ่มทดลอง		
X	Y	XY	X	Y	XY
9	15	135	13	15	195
11	10	110	14	14	196
10	16	160	13	12	156
11	11	121	14	19	266
12	15	180	14	10	140
9	12	108	18	18	324
10	5	50	8	13	104
14	13	182	6	14	84
11	11	121	14	18	252
13	10	130	10	13	130
14	16	224	12	18	216
14	15	210	13	8	104
8	10	80	22	12	264
10	10	100	10	14	140
7	14	98	20	24	480
9	10	90	6	13	78
13	15	195	19	19	361
11	12	132	27	29	783
17	19	323	14	20	280
11	17	187	11	11	121

## ตารางที่ 8 (ต่อ)

กลุ่มควบคุม			กลุ่มทดลอง			
X	Y	XY	X	Y	XY	
13	11	143	9	14	126	
16	14	224	9	17	153	
8	11	88	19	23	437	
6	16	96	15	13	195	
11	11	121	6	12	72	
6	9	54	18	18	324	
6	6	36	5	10	50	
10	9	90	13	14	182	
13	18	234	19	18	342	
12	10	120	18	19	342	
8	11	88	19	23	437	
4	8	32	23	21	483	
10	9	90	19	22	418	
			20	20	400	
			14	17	238	
			3	10	30	
<b>รวม</b>	347	399	4352	507	585	8903
$\bar{X}$	10.52	12.09		14.08	16.25	
Total	$\Sigma X = 854$		$\Sigma Y = 984$		$\Sigma XY = 13255$	
	$\Sigma X^2 = 12160$		$\Sigma Y^2 = 15440$			

## ตัวอย่างการคำนวณ

## 1. การหานัยสำคัญของความแตกต่างของคะแนนหลังสอบ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

Correction Terms

$$C_x = \frac{854^2}{69} = 10569.797$$

$$C_y = \frac{984^2}{69} = 14032.696$$

$$C_{xy} = \frac{854 \times 984}{69} = 12178.783$$

Total SS

$$SS_x = 12160 - 10569.797 = 1590.203$$

$$SS_y = 15440 - 14032.696 = 1407.304$$

$$SS_{xy} = 13255 - 12178.783 = 1076.217$$

Among Group Means SS

$$\text{สำหรับ } X, SS_{MIS} = \frac{347^2}{33} + \frac{507^2}{36} - 10569.797$$

$$= 219.21$$

$$\text{สำหรับ } Y, SS_{MIS} = \frac{399^2}{33} + \frac{585^2}{46} - 14032.696$$

$$=$$

$$= 297.8267$$

$$\text{สำหรับ } XY, SS_{MIS} = \frac{347 \times 399}{33} + \frac{507 \times 585}{36} - 12178.783$$

$$= 255.5125$$



Within Groups SS

$$\text{สำหรับ } X, SS_w = 1590.203 - 219.21 = 1370.993$$

$$\text{สำหรับ } Y, SS_w = 1407.304 - 297.8267 = 1109.4773$$

$$\text{สำหรับ } XY, SS_w = 1076.217 - 255.5125 = 820.7045$$

$SS_{y,x}$

$$\text{Total SS} = 1407.304 - \frac{1076.217^2}{1590.203} = 675.476$$

$$\text{Within SS} = 1109.477 - \frac{820.705^2}{1370.99} = 618.1848$$

$$\text{Among M's SS} = 675.476 - 618.1848 = 57.29$$

วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม

Source of Variation	df	$SS_x$	$SS_y$	$S_{xy}$	$SS_{y,x}$	$MS_{y,x}$	$SD_{y,x}$
Among Means	1	219.21	297.83	255.51	57.29	57.29	
Within Groups	66	1370.99	1109.48	820.70	618.18	9.36	3.059
Total	67	1590.20	1407.31	1076.21	675.47		

$$F = \frac{57.29}{9.36} = 6.12$$

จากตาราง F

$$\begin{array}{l} df \quad 1, 66 \quad \text{ระดับ } .05 \quad F = 3.99 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{ระดับ } .01 \quad F = 7.034 \end{array}$$

ปฏิเสธสมมติฐานที่ระดับความเชื่อมั่น .05

2. การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสอบหลังเรียน  
สัมประสิทธิ์การถดถอย

$$b_{\text{within}} = \frac{820.70}{1370.99} = 0.5986$$

คะแนนสอบหลังเรียนที่ปรับค่าจากคะแนนสอบก่อนเรียน

$$\text{กลุ่มควบคุม} \quad M_{y \cdot x} = 12.09 - 0.60 (10.52 - 12.3) = 13.158$$

$$\text{กลุ่มทดลอง} \quad M_{y \cdot x} = 16.25 - 0.60 (14.08 - 12.3) = 15.182$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนพฤติกรรมการให้ความร่วมมือและไม่ให้ความร่วมมือ  
ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		
ร่วมมือ	ไม่ร่วมมือ	ร่วมมือ	ไม่ร่วมมือ	
66	15	211	21	
140	48	81	6	
99	17	47	4	
70	2	23	10	
66	9	56	6	
131	4	36	6	
95	11	59	9	
92	7	124	17	
58	6	86	16	
36	6	34	2	
Total	853	125	759	97

$$N_1 = 978 \quad N_2 = 856$$

3. การหาัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์ของพฤติกรรมกาให้ความร่วมมือของ  
กลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

$$H_0 : P_1 = P_2$$

$$P_1 = \frac{853}{978} \times 100 = 87.22\%$$

$$P_2 = \frac{759}{856} \times 100 = 88.67\%$$

$$P = \frac{978 \times 87.22 + 856 \times 88.67}{978 + 856}$$

$$= 87.8967 \%$$

$$Q = 100 - 87.8967$$

$$= 12.1033 \%$$

$$\sigma_{P_2-P_1} = \sqrt{87.90 \times 12.10 \left( \frac{1}{978} + \frac{1}{856} \right)}$$

$$= 1.5264 \%$$

$$P_2 - P_1 = 88.67 - 87.22$$

$$= 1.45 \%$$

$$Z_1 = \frac{1.45}{1.53}$$

$$= 0.947$$

จากตาราง Z

ที่ระดับ .05  $Z = 1.9256$

∴ ยอมรับสมมุติฐาน

## ประวัติผู้วิจัย

นาย สุรวุฒิ สุชินโรจน์ เกิดเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2498 ที่จังหวัด  
กระบี่ สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปีการศึกษา 2520 เข้าศึกษา  
ต่อในระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) ภาควิชามัธยมศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2521.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย