รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544). กรุงเทพมหานคร: อรรถพลการพิมพ์, 2539.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. "แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย" ในจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช และสร้อยสน สกลรักษ์ (บรรณาธิการ), ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา. หน้า 69-83. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ธาริณี เจียรวัฒนะ. พฤติกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผลสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

ธีรยุทธ์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา. พฤติกรรมการสอนของครูในการเรียนการสอน. ในเอกสารการสอนชุดวิชาพฤติกรรมการสอนประถมศึกษาหน่วยที่ 6-10. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น, 2524.

ประกาศิต จันทศ. ผลการสอนวิชาเคมี เรื่อง "ตารางธาตุ" ด้วยโมเดลวงจรการเรียนรู้ประยุกต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.

ปรีชา วิหคโต. พัฒนาการทางร่างกายและสติปัญญาของนักเรียนวัยรุ่น. ในชุดวิชาพฤติกรรมวัยรุ่น หน่วยที่ 1-8. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2540.

เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์. พัฒนาการทางพุทธิปัญญา. กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

เรขา ทองคุ้ม. การวิเคราะห์รูปแบบและเงื่อนไขของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กรุงเทพมหานคร : การศึกษาพหุกรณี. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.

ศิริวัฒน์ สงวนหมู่. พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามการรับรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. การปรับพฤติกรรม. กรุงเทพ ฯ: พีระพัธนา, 2537.

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. ทฤษฎีและเทคนิคการปรับพฤติกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

สุจินต์ วิศวธีรานนท์. "การประเมินผลความก้าวหน้าผู้เรียน" ในชุดวิชาระบบการเรียนการสอน หน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2535.

สุภร ปุริสังคหะ. พฤติกรรมการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 : การศึกษาเฉพาะกรณีจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

สุรางค์ โค้วตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สุรินทร์ ขันตี. การศึกษาองค์ประกอบทางสติปัญญา เพศ และระดับชั้น ที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.

ภาษาอังกฤษ

Abraham, Michael R., and Renner, John W. "The Sequence of Learning Cycle Activities in High School Chemistry." Journal of Research in Science Teaching. 23(February 1986): 121-143.

Abruscato, Joseph. Teaching Children Science: A Discovery Approach. 4th Boston: Allyn and Bacon, 1996.

Barba, Robertta H. Science in the Multicultural Classroom: A Guide to Teaching and Learning. Boston: Allyn and Bacon, 1995.

Barman, Charles R., and Allard, David W. The Learning Cycle and College Science Teaching. Paper Presented at the Annual International Conference of the National Institute for Staff and Organizational Development on Teaching Excellence and Conference of Administrators., Austin, Texas, 23-29 May, 1993. (ERIC)

Bell-Gredler, Margaret E. Learning and Instruction Theory into Practice. New York: Macmillian Publishing Company, 1986.

Berndt, Jane Ann. The Effect of the Learning Cycle Lessons in Teaching Natural Resource Sciences in the Elementary School Classroom. Ed.D. West Verginia University, 1994. (UMI)

Bitner, Betty L. "Formal Operational Reasoning Modes: Predictors of Critical Thinking Abilities and Grades Assigned by Teachers in Science and Mathematics for Students in Grades Nine through Twelve." Journal of Research in Science Teaching. 28(March 1991): 265-274.

Bloom, Benjamin S. Human Characteristic and School Learning. New York: McGraw-Hill, 1976.

Borich, Gary D. Observation Skills for Effective Teaching. New York: Macmillian Publishing Company, 1994.

Cain, Sandra E., and Evans, Jack M. Sciencing: An Involvement Approach to Elementary Science Methods. New York: Merrill Publishing Company, 1990.

Cam, Philip. Thinking Together: Philosophical Inquiry for the Classroom. Maryborough: Hale & Iremonger Pty Limited, 1995.

Campbell, T. C. An Evaluation of a Learning Cycle Intervention Strategy for Enhancing the Use of Formal Operational Thought by Beginning College Physics Students. Dissertation Abstracts International. 38(July 1977): 3903A.

Carin, Arthur A. Teaching Science Through Discovery. 7th ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1993.

Carin, Arthur A., and Sund, Robert B. Teaching Science through Discovery. 3rd ed. Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company, 1975.

Carin, Arthur A., and Sund, Robert B. Teaching Modern Science. 3rd ed. Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company, 1980.

Cavallo, Ann M. L. "Meaningful Learning Reasoning Ability, and Students' Understanding and Problem Solving of Topics in Genetics." Journal of Research in Science Teaching. 33(June 1996): 625-656.

Champion, Timothy Dean. A Comparison of Learning Cycle and Expository Laboratory Instruction in Human Biochemistry. DA University of Northern Colorado, 1993. (UMI)

Chiappetta, Eugune L. "Inquiry-Based Science Strategies and Techniques for Encouraging Inquiry in the Classroom." The Science Teacher. 64(October 1997): 22-26.

Colburn, Alan, and Clough, Michael P. "Implementing the Learning Cycle: A Gradual Transition to a new Teaching Approach" The Science Teacher. 64(May 1997): 30-33.

Collete, Alfred T., and Chiappetta, Eugune L. Science Instruction in the Middle and Secondary School. St. Louis: Times Mirror/College Publishing, 1984.

Cumo, Joseph Martin. Effects of the Learning Cycle Instructional Method on Cognitive Development, Science Process, and Attitude toward Science in Seventh Graders. PhD Kent State University, 1992. (UMI)

Davidson, Mary Ann. Use of the Learning Cycle to Promote Cognitive Development. PhD Purdue University, 1989. (UMI)

DeBoer, George E. A History of Ideas in Science Education Implications for Practice. New York: Teachers College Press, 1991.

Esler, William K., and Esler, Mary K. Teaching Elementary Science. 7th ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1996.

Friedler, Y., Nachmias, R., and Linn, Marcia C. "Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer-Based Laboratories." Journal of Research in Science Teaching. 27(February 1990): 173-191.

Funk, H. James, et al. Learning Science Process Skills. 2nd ed. Dubuque, Iowa: Kendall/ Hant Publishing Company, 1985.

Gega, Peter C., and Peters, Joseph M. Science in Elementary Education. 8th ed. New Jersey: Merrill, 1998.

Germann, Paul J. "Testing a Model of Science Process Skills Acquisition : An Interaction with Parents' Education, Preferred Language, Gender, Science Attitude, Cognition Development, Academic Ability, and Biology Knowledge." Journal of Research in Science Teaching. 31(July 1994): 749-783.

Germann, Paul J., and Aram,Roberta J."Student Performances on the Science Process of Recording Data, Drawing Conclusions, and Providing Evidence." Journal of Research in Science Teaching. 33(July 1996): 773-789.

Hanley, Carol Diane. The Effects of the Learning Cycle on the Geological Knowledge of General Biology Students as Measured by two Assessment Techniques. Ed.D. University of Kentucky, 1997. (UMI)

Heiss, Elwood D., Obourn, Ellsworth S., and Hoffman, Charles W. Modern Science Teaching. New York: The Macmillan Company, 1950.

Hodson, Derek. Teaching and Learning about Science: Consideration in the Philosophy and Sociology of Science. In Edwards D., Scanlon E. and West D. (eds.), Teaching Learning and Assessment in Science Education, pp.5-32. London: The Open University, 1993.

Hsiung, C. J. Relationships among Integrated Science Process Skill Achievement, Logical Thinking Abilities, and Academic Science Achievement of Tenth Grade Public School Students in Taipei, Taiwan, Republic of China. Dissertation Abstracts International. 49 (September 1988): 2606-A.

Johnson, Margaret A., and Lawson, Anton E. "What are the Relative Effects of Reasoning Ability and Prior Knowledge on Biology Achievement in Expository and Inquiry Class?." Journal of Research in Science Teaching. 35(January 1998): 89-103.

Karplus, Robert E. "Science Teaching and the Development of Reasoning." Journal of Research in Science Teaching. 14(February 1977): 169-175.

Karplus, Robert E., et al. Science Teaching and the Development of Reasoning. 4th ed. Berkeley: University of California, 1980.

Kemp, Patrick T. The Use of Three Teaching Strategies and their Effects on the Cognitive Development of Secondary Science Students. Ed.D. Temple University, 1993. (UMI)

Keys, Carolyn W. "The Development of Scientific Reasoning Skills in Conjunction with Collaborative Writing Assignments: An Interpretive Study of Six Ninth-Grade Students." Journal of Research in Science Teaching. 31(November 1994): 1003-1022.

Klindienst, David Burr. The Effect of the Learning Cycle Lessons dealing Electricity on the Cognitive Structures, Attitudes toward Science and Achievement of Urban Middle School Students. Ph.D. The Pennsylvania State University, 1993. (UMI)

Kuslan, Louis I., and Stone, A. Harris. Teaching Children Science: An Inquiry Approach. Belmont, CA: Wadsworth, 1968.

Kurey, Margaret Mchenry. The Traditional and Learning Cycle Approaches to Performance in High School Chemistry Topics by Students Tested for Piagetian Cognitive Development. Ed.D. Temple University, 1991. (UMI)

Lawson, Anton E. "The Development and Validation of Classroom Test of Formal Reasoning." Journal of Research in Science Teaching. 15(January 1978): 11-24.

Lawson, Anton E. "A Review of Research on Formal Reasoning and Science Teaching." Journal of Research in Science Teaching. 22(July 1985): 569-617.

Lawson, Anton E. Three Types of Learning Cycles: A Better Way to Teach Science. Paper Presented at the Annual Convention of the National Association for Research in Science Teaching., Lake Ozark, MO., April 1988.

Lawson, Anton E. "Exploring Growth (Mitosis) through a Learning Cycle." The American Biology Teacher. 53(February 1991): 107-110.

Lawson, Anton E. Research on Advance Reasoning Concept Acquisition and a Theory of Science Instruction. In Adey, Philip et al. (eds.), Adolescent Development and School Science, pp. 11-37. London: The Falmer Press, 1989.

Lawson, Anton E. Science Teaching and the Developing of Thinking. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1995.

Lawson, Anton E., and Worsnop, William A. "Learning about Evolution and Rejecting a Belief in Special Creation: Effects of Reflective Reasoning Skill, Prior Knowledge, Prior Belief and Religious Commitment." Journal of Research in Science Teaching. 29(February 1992): 143-166.

Lee, Tien Ying. "Comparison of Cognitive Development, Science Process Skills, and Attitude toward Science among Republic of China Preservice Teachers' with Different Science Background." Science Education. 77(June 1993): 625-636.

Lin, Yi-Guang, and McKeachie, Wilbert J. "Aptitude, Anxiety, Study habits, and Academic Achievement." Journal of Counceling Psychology. 17(July 1970): 306-309.

Maddox, H. How to Study. New York: Faweett Publication Inc., 1965.

Marek, Edmund E., Eubanks, Carol, and Gallaher, Thomas H. "Teachers' Understanding and the Use of Learning Cycle." Journal of Research in Science Teaching. 27(September 1990): 821-834.

Marek, Edmund E., and Methven, Suzanne B. "Effects of the Learning Cycle upon Student and Classroom Teacher Performance." Journal of Research in Science Teaching. 28(January 1991): 41-53.

Martin, Ralph E., Jr., Sexton, C., Wagner, K., and Gerlovich, J. Teaching Science for All Children. Boston: Allyn and Bacon, 1994.

McCown, R. R., and Roop, Peter. Educational Psychology and Classroom Practice: A Partnership. Boston: Allyn and Bacon, 1992.

Nickerson, Raymond S. Kinds of Thinking Taught in Current Program. In Brandt, Ronald S. (ed) Reading From Educational Leadership Teaching Thinking, pp. 66-76, Alexandria: ASCD., 1989.

Okebukola, Peter Akinsola. "Science Laboratory Behavior Strategies of Students Relative to Performance in and Attitude to Laboratory Work." Journal of Research in Science Teaching. 22(March 1985): 221-232.

Padilla, Michael J. "Science Activities-for Thinking." School Science and Mathematics. 80(1980): 601-608.

Padilla, Michael J., Okey, J. R., and Gerald, D. F . "The Relationship between Science Process Skills and Formal Thinking." Journal of Research in Science Teaching. 20(March 1983): 239-246.

Padilla, Michael J., Okey, J. R., and Gerald, D. F . "The Effects of Instruction on Integrated Science Process Skills Achievement." Journal of Research in Science Teaching. 21(March 1984): 277-287.

Piburn, Michael D. Three Hypotheses about Domain Specific Background Knowledge and Achievement in Science. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching . Anaheim, CA, March 1994.

Pizzini, Edward L., and Shepardson, Daneil P. A Comparison of the Classroom Dynamics of a Problem-Solving and Traditional Laboratory Model of Instructional Laboratory Model of Instruction Using Path Analysis. Journal of Research in Science Teaching. (March 1992): 243-258.

Purser, R. K., and Renner, John. W. "Results of Two Tenth-Grade Biology Teaching Procedures." Science Education. 67 (January 1983): 85-98.

Renner, John W., Abraham, Michael R., and Birnie, Howard H. The Importance of the Form of Student Acquisition of Data in Physics Learning Cycles . Journal of Research in Science Teaching. 22(April 1985): 303-325.

Renner, John W., Abraham, Michael R., and Birnie, Howard H. The Necessity of Each Phase of Learning Cycle in Teaching High School Physics. Journal of Research in Science Teaching. 25(January 1988): 39-58.

Renner, John W., and Stafford, Don G. Teaching Science in the Elementary School. 3rd ed. New York: Harper & Row Publishers, 1979.

Renner, John W., Stafford, Don G, and Ragan, William B. Teaching Science in the Elementary School. 2nd ed. New York: Harper & Row Publishers, 1973.

Riley, J.P. The Effects of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher's Process Skill Abilities, Understanding of Science, and Attitudes Toward Science And Science Teaching. Dissertation Abstracts International. 35(February,1975).

Roth, Wolff-Michael, and Roychoudhury, Anita. "The Development of Science Process Skills in Authenic Contexts." Journal of Research in Science Teaching. 30(February 1993): 127-152.

Rubin, Rochelle L., and Norman, John T. "Systematic Modeling Versus the Learning Cycle: Comparative Effects on Integrated Science Process Skill Achievement." Journal of Research in Science Teaching. 29(July 1992): 715-727.

Saunders, Walter L., and Shepardson, Daniel. "A Comparison of Concrete and Formal Science Instruction upon Science Achievement and Reasoning Ability of Sixth Grade Students." Journal of Research in Science Teaching. 24(January 1987): 39-57.

Schneider, L. S., and Renner, John W. Concrete and Formal Teaching. Journal of Research in Science Teaching. 17(June 1980): 503-517.

Shadburn, Randy Glen. An Evaluation of a Learning Cycle Intervention Method in Introductory Physical Science Laboratories in order to Promote Formal Operational Thought Process. Ph.D. The University of Mississipi, 1990. (UMI)

Slavin, Robert E. Educational Psychology Theory and Practice. 4th ed. Boston: Allyn and Bacon, 1994.

Sternberg, Robert J. Cognitive Psychology. Fort Worth: Harcourt Brace College Pulbishers, 1996.

Stuessy, Carol L. Path Analysis: A Model for the Development of Scientific Reasoning Abilities in Adolescents. Journal of Research in Science Teaching. 26 (January 1988): 41-53.

Tobin, Kenneth G., and Capie, William. "Relationship between Formal Reasoning Ability, Locus of Control, Academic Engagement and Integrated Process Skill Achievement." Journal of Research in Science Teaching. 19(Frebruary 1982): 113-121.

Tobin, Kenneth G., and Gallagher, James J. "The Role of Target Students in the Science Classroom." Journal of Research in Science Teaching. 24(January 1987): 61-75.

Tobin, Kenneth, Tippins, Deborah J., and Gallard, Alejandro Jose. Research on Instructional Strategies for Teaching Science. In Gabel, Dorothy L. (ed.), Handbook of Research on Science Teaching: A Project of the National Science Teachers Association, pp. 248-268. New York: Macmillan Publishing Company, 1994.

Tolman, Marvin N., and Hardy, Garry R. Discovering Elementary Science Method, Content, and Problem-Solving Activities. Boston: Allyn and Bacon, 1995.

Trowbridge, Leslie W., and Bybee, Rodger W. Becoming a Secondary School Science Teacher. 3rd ed. Columbus: Merrill Publishing Company, 1990.

Ward, Charles R., and Herron, Dudley J. "Helping Students Understanding Formal Chemical Concepts." Journal of Research in Science Teaching. 17(May 1980): 387-400.

Ward, John, Schrader, Cliford., Richard Benz, and Roskus, Philip. "Shopping for Science." The Science Teacher. (September 1992): 29-33.

Westbrook, Susan L., and Rogers, Laura N. "Examining the Development of Scientific Reasoning in Ninth-Grade Physical Science Students". Journal of Research in Science Teaching. 31(January 1994): 65-76.

Woolfolk, Anita E. Educational Psychology. 5th ed. Boston: Allyn and Bacon, 1993.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101 ว 203 และ ว 305)

1. รองศาสตราจารย์ ดร.กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล
   หัวหน้าศูนย์วิจัยและพัฒนาแบบทดสอบ
   สำนักทะเบียนและวัดผล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2. อาจารย์นิพิน เจียมสกุล
   อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนราชวินิตบางเขน
3. อาจารย์อรพินธุ์ เวชชะ
   อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนราชวินิตบางเขน
4. อาจารย์ประดิษฐ์ แก่นหอม
   หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชวินิตบางเขน

2. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์
   สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมพันธ์ เดชะคุปต์
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พเยาว์ ยินดีสุข
   โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา วิหคโต
   สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร. สุนีย์ คล้ายนิล
   สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหาของแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ และฝึกการสังเกตพฤติกรรม

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา วิหคโต
   สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2. รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์
   สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

5. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแผนการสอน เอกสารประกอบการเรียน และคู่มือการใช้แผนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์
   สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ด้านความถูกต้องของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์นิพิน เจียมสกุล
   อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนราชวินิตบางเขน
2. อาจารย์อรพินธุ์ เวชชะ
   อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนราชวินิตบางเขน
3. อาจารย์ประดิษฐ์ แก่นหอม
   หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชวินิตบางเขน

ภาคผนวก ช

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบทดสอบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. แบบทดสอบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
6. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ตัวอย่างแบบทดสอบมโนทัศน์ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เพื่อวัดมโนทัศน์ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้นและโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน

3. ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวนทั้งหมด 30 ข้อแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก

4. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก ข ค หรือ ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

<u>ตัวอย่าง</u> หน่วยที่เหมาะสมในการวัดน้ำหนักของคน คือข้อใด

ก. ขีด ข. มิลลิกรัม

ค. กรัม ง. กิโลกรัม

<u>เฉลย</u> คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง แต่ถ้านักเรียนเลือกข้อ ค ให้ขีดเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง
		X	

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิมให้ชัดเจนเสียก่อนทุกครั้ง แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ดังนี้

ก	ข	ค	ง
		= X	X

5. อย่าขีดเขียนตัวอักษรหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้

1. ข้อใดบอกความหมายของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องที่สุด
   ก. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆในธรรมชาติ
   ข. กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างเป็นธรรมชาติ
   ค. ข้อมูลต่าง ๆ เป็นระบบและข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง
   ง. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนคนใดที่มีลักษณะนิสัยเป็นนักวิทยาศาสตร์
   ก. ธงเชื่อมั่นในความคิดตนเองเสมอ
   ข. ปัทมาขยันการทำการบ้านอย่างสม่ำเสมอ
   ค. ปิยะเฝ้าดูการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ปลูกไว้
   ง. วิทยาชอบศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในห้องสมุด

3. ในการทดลองวิทยาศาสตร์ควรทำการทดลองหลาย ๆ ครั้ง เพราะเหตุใด
   ก. เพื่อให้ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
   ข. เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด
   ค. เพื่อให้เกิดความชำนาญ
   ง. เพื่อให้เกิดความแม่นยำ

4. การสังเกตในข้อใดใช้ประสาทสัมผัสมากที่สุด
   ก. สุนัขสีดำกำลังเห่า เดินมาหาสุนัขสีขาวที่อยู่ฝั่งตรงข้าม
   ข. น้ำในขวดสีเหลือง มีกลิ่นหอม รสหวาน
   ค. ใครไม่รู้เปิดวิทยุเสียงดังจังเลย
   ง. น้ำในกากำลังเดือด

5. ข้อใดเป็นการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
   ก. สุขใจกะประมาณมวลของวัตถุด้วยสายตา
   ข. ชาญใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของกระดานดำ
   ค. พิมพ์วัดความสูงของต้นพุทธรักษาโดยใช้ไม้เมตร
   ง. นพใช้ถ้วยยูรีกาหาปริมาตรของน้ำที่บรรจุในถุงพลาสติก

6. การใช้ประสาทสัมผัสในข้อใดที่ได้ข้อมูลน่าเชื่อถือมากที่สุด
   ก. นารีบอกว่า "เธอดูอ้วนจัง"
   ข. สุรีบอกว่า "วันนี้อากาศเย็นสบาย"
   ค. วัฒนาบอกว่า "ผมชั่งน้ำหนักได้ 35 กิโลกรัม"
   ง. บรรจงบอกว่า "ทุเรียนผลนี้น่าจะหนัก 2 กิโลกรัม"

2. ตัวอย่างแบบทดสอบมโนทัศน์ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เพื่อวัดมโนทัศน์ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้นและโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวนทั้งหมด 40 ข้อแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก
4. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก ข ค หรือ ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง หน่วยที่เหมาะสมในการวัดความกว้างของหน้าต่างคือข้อใด

ก. ตารางเมตร ข. เมตร

ค. กิโลเมตร ง. เซนติเมตร

เฉลย คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข แต่ถ้านักเรียนเลือกข้อ ง ให้ขีดเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง
			X

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิมให้ชัดเจนเสียก่อนทุกครั้ง แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ดังนี้

ก	ข	ค	ง
	X		= X

5. อย่าขีดเขียนตัวอักษรหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้

1. ข้อใดเป็นกลุ่มอาหารที่ประกอบด้วยสารอาหารชนิดเดียวกันทั้งหมด

ก. น้ำตาลทราย นมสด ข้าวเหนียว

ข. นมสด ถั่วเหลือง เครื่องในสัตว์

ค. เนื้อปลา ไข่ ข้าวโพด

ง. เต้าหู้ ข้าวเจ้า ไข่ขาว

<u>คำชี้แจง</u> อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม<u>ข้อที่ 2 - 3</u>

สมปองทำการทดสอบสารอาหารในอาหาร 4 ชนิด เขาสังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง แสดงผลการทดสอบอาหาร 4 ชนิด

อาหาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สารละลายไอโอดีน	สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต และโซเดียมไฮดรอกไซด์	สารละลายเบเนดิกต์	ถูกับกระดาษ
A	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีม่วงอ่อน	ไม่เปลี่ยนแปลง	โปร่งแสง
B	สีน้ำเงินปนม่วง	สีม่วงอ่อน	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
C	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้มอิฐ	โปร่งแสง
D	สีน้ำเงินปนม่วง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ตะกอนสีส้มอิฐ	ไม่เปลี่ยนแปลง

2. อาหารชนิดใดที่มีคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันเป็นองค์ประกอบ

ก. อาหารชนิด A

ข. อาหารชนิด B

ค. อาหารชนิด C

ง. อาหารชนิด D

3. ถ้าต้องการรับประทานอาหาร D สมปองควรเลือกอาหารชนิดใด

ก. กุ้งชุบแป้งทอด

ข. กล้วยเชื่อม

ค. ข้าวมันไก่

ง. นมสด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. นักเรียนคนหนึ่งนำถั่วลิสงแห้งหนัก 15 กรัม ไปเผาให้ลุกเป็นไฟเพื่อต้มน้ำที่มีปริมาตร 20cm^3 จนถั่วลิสงไหม้หมด วัดอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังต้มได้ 24 $^{\circ}$C และ 84 $^{\circ}$C ตามลำดับ ถั่วลิสงนี้ให้พลังงานความร้อนกี่แคลอรี

ก. 480 แคลอรี
ข. 800 แคลอรี
ค. 1,200 แคลอรี
ง. 1,680 แคลอรี

5. ข้อใดหมายถึงปริมาณความร้อน 10 แคลอรี

ก. ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 2 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 8 $^{\circ}$C
ข. ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 5 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 2 $^{\circ}$C
ค. ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 6 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 4 $^{\circ}$C
ง. ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 10 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 10 $^{\circ}$C

6. วิภาเป็นเด็กที่ค่อนข้างโตช้า อ่อนแอและมักเป็นไข้อยู่เสมอ นักเรียนคิดว่าวิภาขาดสารอาหารประเภทใด

ก. คาร์โบไฮเดรต
ข. โปรตีน
ค. ไขมัน
ง. วิตามิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. แบบทดสอบมโนทัศน์ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

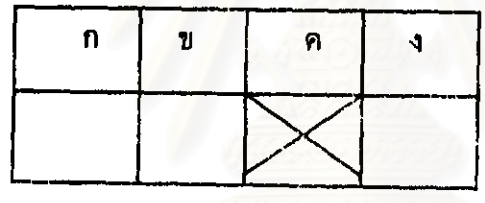
1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เพื่อวัดมโนทัศน์ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้นและโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัยแบบเลือกตอบ แต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก
4. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก ข ค หรือ ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับข้อที่เลือก ในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

<u>ตัวอย่าง</u> สิ่งใดไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ของปิโตรเลียม

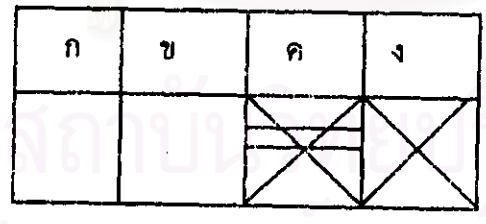
ก. ยางมะตอย ข. น้ำมันเบนซิน

ค. ก๊าซธรรมชาติ ง. น้ำมันหอมระเหย

<u>เฉลย</u> คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง แต่ถ้านักเรียนเลือกข้อ ค ให้ขีดเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบดังนี้



ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิมให้ชัดเจนเสียก่อนทุกครั้ง แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ดังนี้



5. อย่าขีดเขียนตัวอักษรหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ส่วนประกอบของอากาศในบริเวณต่าง ๆ เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

ก. เหมือนกัน เพราะอยู่บนพื้นผิวโลกเดียวกัน

ข. เหมือนกัน เพราะปริมาณของก๊าซต่าง ๆ คงที่

ค. ต่างกัน เพราะภูมิอากาศในแต่ละบริเวณไม่เหมือนกัน

ง. ต่างกัน เพราะแต่ละบริเวณทำให้ส่วนประกอบของอากาศต่างกัน

2. อากาศ ณ ที่แห่งหนึ่ง วัดอุณหภูมิได้ 20°C มีปริมาตร 8 ลูกบาศก์เมตร และไอน้ำประมาณ 40 กรัม ความชื้นสัมบูรณ์ของอากาศขณะนั้นมีค่าเท่าไร

ก. 0.2 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 2 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 5 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 20 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3. ชัยยาทำการทดลองโดยใส่ดินและน้ำอย่างละเท่า ๆ กัน ลงในกระป๋องนม 2 ใบ ที่มีขนาดเท่ากัน แล้วนำไปวางให้ห่างจากหลอดไฟ 100 วัตต์ เป็นระยะเท่า ๆ กัน ประมาณ 15 นาที แล้ววัดอุณหภูมิของทั้งสองกระป๋อง เขาสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

ก. น้ำรับความร้อนได้ดีกว่าดิน

ข. ดินรับความร้อนได้ดีกว่าน้ำ

ค. ดินและน้ำได้รับความร้อนได้ไม่แน่นอน

ง. ดินและน้ำได้รับความร้อนได้ไม่แตกต่างกัน

4. ข้อใดแสดงถึงการเลือกใช้เชื้อเพลิงได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ก. วิชาเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาถูกเสมอ

ข. บุญชูใช้เฉพาะเชื้อเพลิงที่หาได้ง่ายและปลอดภัย

ค. โสภาใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาถูกและสามารถหาได้ง่าย

ง. ชัยพรเลือกใช้เชื้อเพลิงที่ให้ค่าความร้อนสูงและมีราคาถูก

5. ดวงใจทำการทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับพลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาเคมี และสรุปผลการทดลองว่า "มีปฏิกิริยาดูดความร้อนเกิดขึ้น" นักเรียนคิดว่าดวงใจสรุปผลดังกล่าวจากสิ่งใด

ก. จากการเห็นฟองก๊าซเกิดขึ้นในหลอดทดลอง

ข. จากการเกิดสารใหม่ในหลอดทดลอง

ค. จากการวัดอุณหภูมิของหลอดหลังการทดลอง

ง. จากการชั่งน้ำหนักสารในหลอดหลังการทดลอง

4. ตัวอย่างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้นและโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัยแบบเลือกตอบ แต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก
4. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก ข ค หรือ ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

<u>ตัวอย่าง</u> ถ้าต้องการทดสอบสมมติฐานว่า เสียงมีผลต่อจำนวนไข่ที่ไก่ออก ตัวแปรที่ต้องศึกษาคืออะไร

ก. อาหารไก่ ข. จำนวนไข่

ค. พันธุ์ไก่ ง. เสียง

เฉลย คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข แต่ถ้านักเรียนเลือกข้อ ง ให้ขีดเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบดังนี้

ก	ข	ค	ง
			⊠

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิมให้ชัดเจนเสียก่อนทุกครั้ง แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ดังนี้

ก	ข	ค	ง
	⊠		⊠

5. กรุณาอย่าขีดเขียนตัวอักษรหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

1. นักเรียนคนหนึ่งทดลองปลูกต้นถั่วในแปลงขนาดเดียวกัน 5 แปลง แล้วรดน้ำปริมาณเท่ากันทุกวัน แต่ให้ปุ๋ยแปลงละ 10, 15, 20, 25 และ 30 กรัมตามลำดับ หลังจากนั้น15 วันต่อมาเขาวัดความสูงของต้นถั่วในแต่ละแปลง สมมติฐานข้อใดที่เป็นไปได้ในการทดลองดังกล่าว

ก. ต้นถั่วยิ่งได้รับน้ำมากขึ้นเท่าไร ต้นถั่วยิ่งสูงมากขึ้นเท่านั้น

ข. การเพิ่มปริมาณปุ๋ย ยิ่งทำให้ต้นถั่วต้องการน้ำมากขึ้น

ค. เมื่อต้นถั่วได้รับปริมาณปุ๋ยมากขึ้น ต้นถั่วจะยิ่งสูงขึ้น

ง. ปริมาณน้ำและปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น ทำให้ต้นถั่วสูงขึ้น

2. ยุทธนาต้องการทดสอบว่า "อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของราขนมปังหรือไม่" เขาจึงเพาะเชื้อราในจานเพาะเลี้ยง 3 ใบ ซึ่งบรรจุอาหารชนิดเดียวกันและมีปริมาณเท่า ๆ กัน แล้ววางจานทั้ง 3 ใบไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิ 0°C 25°C และ90°C ตามลำดับ จากนั้นบันทึกผลการเจริญเติบโตของราขนมปังทุก ๆ 4 วัน ในการทดลองนี้ สิ่งที่ยุทธนาต้องติดตามดูคืออะไร

ก. อุณหภูมิของจานเพาะเลี้ยงแต่ละใบ

ข. ชนิดของราที่เกิดขึ้นในจานเพาะเลี้ยงแต่ละใบ

ค. ปริมาณอาหารที่เหลือในจานเพาะเลี้ยงแต่ละใบ

ง. การเจริญเติบโตของราขนมปังในจานเพาะเลี้ยงแต่ละใบ

3. เมื่อต้องการทดสอบว่า "ปริมาณวิตามิน A ที่หนูได้รับ มีผลต่อน้ำหนักของหนูหรือไม่" ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนี้ นักเรียนจะต้องแปรเปลี่ยนสิ่งใด

ก. ปริมาณวิตามิน A

ข. น้ำหนักของหนู

ค. ชนิดของอาหารที่หนูได้รับ

ง. เพศและจำนวนของหนู

4. ชาวสวนผู้หนึ่งต้องการเร่งผลิตมะเขือเทศ ให้มีปริมาณเพียงพอแก่ความต้องการของตลาด เขาจึงทดลองเพาะเมล็ดมะเขือเทศไว้หลายกระบะในปริมาณที่เท่า ๆ กัน โดยตั้งสมมติฐานว่า "ถ้าปริมาณความชื้นมีผลต่อการงอกของเมล็ด ดังนั้นเมล็ดมะเขือเทศที่ได้รับความชื้นมากจะงอกเร็ว" เขาควรทำการทดสอบสมมติฐานนี้อย่างไร

ก. วัดความสูงของต้นมะเขือเทศที่งอกในแต่ละกระบะหลังรดน้ำทุกวัน

ข. บันทึกปริมาณน้ำที่รดในแต่ละกระบะจนกระทั่งเมล็ดมะเขือเทศงอก

ค. นับจำนวนเมล็ดมะเขือเทศที่งอกในแต่ละกระบะเมื่อรดน้ำในปริมาณต่าง ๆ

ง. นับจำนวนวันที่เมล็ดมะเขือเทศในแต่ละกระบะเริ่มได้รับน้ำในปริมาณต่าง ๆ กัน จนกระทั่งงอก

คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อที่ 5 - 6

ในการตรวจสอบสมมติฐานที่ว่า "ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหรือไม่" สมชายคิดวางแผนการทดสอบโดยกำหนดขั้นตอนทดลองดังนี้

ขั้นที่ 1 บรรจุดินร่วนและดินเหนียวปริมาณเท่ากันลงในกระถางอย่างละใบ

ขั้นที่ 2 ใส่ปุ๋ย ก ลงในกระถางที่บรรจุดินร่วน และใส่ปุ๋ย ข ลงในกระถางที่บรรจุดินเหนียว

ขั้นที่ 3 ใส่เมล็ดข้าวโพดลงในทั้งสองกระถาง ๆ ละเท่า ๆ กัน

ขั้นที่ 4 นำกระถางทั้งสองไปตั้งไว้ในบริเวณเดียวกันที่มีแสงแดงส่องถึง

ขั้นที่ 5 รดน้ำปริมาณเท่ากันทุกวัน

ขั้นที่ 6 นับและบันทึกจำนวนใบของต้นข้าวโพดเป็นเวลา 30 วัน

5. การทดลองนี้ สมชายวัดการเจริญเติบโตของข้าวโพดได้อย่างไร

ก. วัดความเข้มของใบข้าวโพด

ข. นับจำนวนใบของต้นข้าวโพด

ค. วัดความสูงของต้นข้าวโพด

ง. วัดขนาดของลำต้นข้าวโพด

6. จากการทดลองขั้นที่ 1 - 6 นักเรียนคิดว่า สมชายวางขั้นการทดลองขั้นใด ***ที่ไม่ควรทำ*** ในการตรวจสอบสมมติฐานนี้

ก. ขั้นที่ 1

ข. ขั้นที่ 2

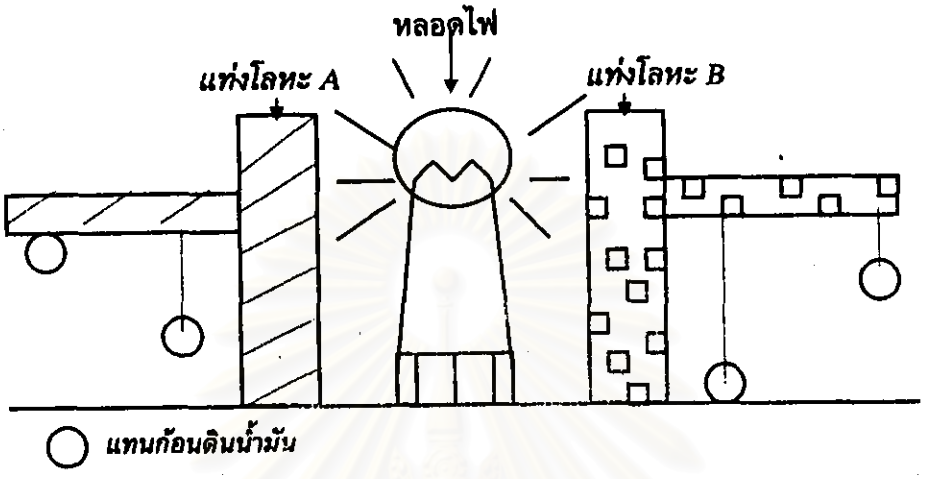
ค. ขั้นที่ 4

ง. ขั้นที่ 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อที่ 7-8

ในการทดลองเพื่อศึกษาว่า "แท่งโลหะ A หรือ แท่งโลหะ B แท่งใดนำความร้อนได้ดีกว่ากัน" โดยทำการทดลองดังภาพต่อไปนี้



7. จากภาพ นักเรียนสังเกตการนำความร้อนได้อย่างไร

ก. จำนวนก้อนดินน้ำมันที่ตกถึงพื้นในเวลาเท่ากัน

ข. ปริมาณความร้อนของแท่งโลหะ A และแท่งโลหะ B

ค. ระยะเวลาที่เริ่มเปิดหลอดไฟจนกระทั่งดินน้ำมันตก

ง. ระยะเวลาที่ก้อนดินน้ำมันแต่ละก้อนตกถึงพื้น

8. นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองจากภาพข้างบนได้ว่าอย่างไร

ก. แท่งโลหะ A และแท่งโลหะ B ได้รับความร้อนจากหลอดไฟไม่เท่ากัน

ข. แท่งโลหะ A ได้รับความร้อนน้อยกว่าจึงทำให้ก้อนดินน้ำมันตกถึงพื้นช้ากว่า

ค. แท่งโลหะ B นำความร้อนได้ดีกว่าแท่งโลหะ A

ง. ก้อนดินน้ำมันเกาะติดแท่งโลหะ A ดีกว่าแท่งโลหะ B

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ตัวอย่างแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....
โรงเรียน.....

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบ ที่ใช้เพื่อทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นำไปใช้วิเคราะห์สถานการณ์ ทำนายผล หรือแก้ปัญหาที่กำหนดให้ ดังนั้น ในการตอบแบบทดสอบ ขอให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง ซึ่งคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบจะแสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. แบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 12 ข้อ โดยแต่ละข้อจะให้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งอาจมีรูปภาพ และคำอธิบายประกอบภาพ เพื่อเพิ่มความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา และมีตัวเลือกคำตอบและตัวเลือกเหตุผล *ยกเว้นข้อที่ 9 และ 10* ที่มีเฉพาะตัวเลือกคำตอบซึ่งทั้งสองข้อนี้นักเรียนไม่ต้องแสดงเหตุผล

3. ในการตอบข้อสอบเหล่านี้ นักเรียนต้องเลือกทั้งคำตอบและเหตุผล สำหรับตัวเลือกคำตอบจะมี 3 ข้อ คือ ก ข และ ค ส่วนตัวเลือกเหตุผลนั้นจะมี 4 ข้อ คือ ก ข ค และ ง โดยข้อ ง เป็นข้อที่นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลอื่น ๆ ได้นอกเหนือจากเหตุผลที่กำหนดให้ นักเรียนต้องตอบคำถามให้ครบ นักเรียนจะได้คะแนนก็ต่อเมื่อเลือกได้ถูกต้องทั้งคำตอบและเหตุผลหรือสามารถแสดงเหตุผลอื่น ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล

4. หากนักเรียนไม่เข้าใจข้อสอบข้อใด ขอให้อ่านคำถามอีกครั้งหรือถามผู้ควบคุมการสอบ

5. กรุณาอย่าเปิดแบบทดสอบก่อนได้รับอนุญาต

6. เขียนชื่อ-สกุล ชั้น และโรงเรียน ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. หากนักเรียนมีดินน้ำมัน 2 ก้อน ซึ่งหนักเท่ากัน แล้วนำมาปั้นเป็นก้อนกลมทั้ง 2 ก้อน โดยมีรูปร่างและขนาดเหมือนกัน เมื่อทำให้ดินน้ำมันก้อนหนึ่งเปลี่ยนรูปให้แบนแล้ว นักเรียนคิดว่า ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. ดินน้ำมันก้อนกลม จะมีน้ำหนักมากกว่าดินน้ำมันก้อนแบน

ข. ดินน้ำมันทั้งสองก้อน ต่างมีน้ำหนักเท่ากัน

ค. ดินน้ำมันก้อนแบนมีน้ำหนักมากกว่าดินน้ำมันก้อนกลม

จงบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้างต้น

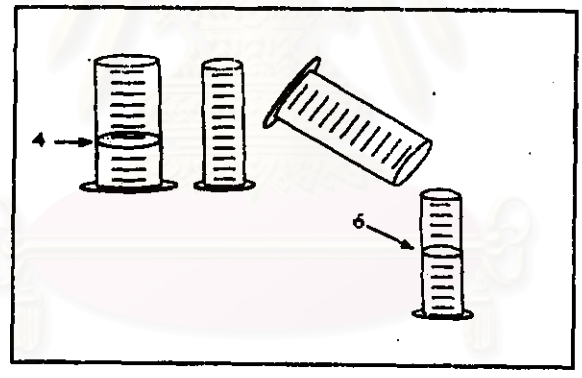
1. ดินน้ำมันก้อนแบนมีเนื้อดินน้ำมันมากกว่าดินน้ำมันก้อนกลม
2. การทำให้ดินน้ำมันแบน จะทำให้น้ำหนักของดินน้ำมันลดลง
3. ไม่มีการเพิ่มหรือเอาดินน้ำมันออกไป
4. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

2. กระบอกตวง 2 ใบ มีจำนวนขีดแสดงปริมาตรเท่ากัน แต่ใบที่ 1 กว้างกว่าใบที่ 2 เมื่อเทน้ำลงในกระบอกตวงใบที่ 1 ให้สูงเท่ากับขีด 4 *(ภาพ ก)* แล้วเทน้ำจากกระบอกตวงใบที่ 1 ลงในกระบอกตวงใบที่ 2 ซึ่งไม่มีน้ำอยู่ ระดับน้ำจะสูงเท่ากับขีด 6 *(ภาพ ข)* หลังจากนั้นเทน้ำลงในกระบอกตวงใบที่ 1 อีกครั้งให้สูงถึงขีด 6 นักเรียนคิดว่า เมื่อเทน้ำดังกล่าวจากกระบอกตวงใบที่ 1 ลงในกระบอกตวงใบที่ 2 ที่ไม่มีน้ำแล้ว ระดับน้ำในกระบอกตวงใบที่ 2 จะสูงถึงขีดใด



ก. ขีดที่ 8

ข. ขีดที่ 9

ค. ขีดที่ 10

จงบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้างต้น

1. สัดส่วนของระดับน้ำระหว่างกระบอกตวงใบที่ 1 กับกระบอกตวงใบที่ 2 มีค่าเท่ากับ 2 / 3 เสมอ
2. ระดับน้ำในกระบอกตวงใบที่ 2 มีค่าเท่ากับระดับน้ำในกระบอกตวงใบที่ 1 บวกด้วย 2
3. ระดับน้ำในกระบอกตวงใบที่ 2 มีค่าเท่ากับระดับน้ำในกระบอกตวงใบที่ 1 บวกด้วย 4
4. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. หากต้องการทดสอบว่าวัตถุยิ่งมีน้ำหนักมากยิ่งตกถึงพื้นได้เร็วขึ้น นักเรียนควรเลือกทำการทดลองในข้อใด

ก. ทิ้งถุงทรายหนัก 500 กรัม และก้อนหินหนัก 500 กรัม ให้ตกจากตึกสูง 10 เมตร ในเวลาเดียวกัน จับเวลาที่ถุงทรายและก้อนหินตกถึงพื้น

ข. ทิ้งถุงทราย 2 ถุง หนักถุงละ 200 กรัม และ 500 กรัม ลงจากตึกสูง 10 เมตร ในเวลาเดียวกัน จับเวลาที่ถุงทรายทั้งสองถุงตกถึงพื้น

ค. ทิ้งถุงทรายหนัก 100 กรัม และก้อนหินหนัก 200 กรัม ลงจากตึกสูง 10 เมตร และ 20 เมตรตามลำดับในเวลาเดียวกัน จับเวลาที่ถุงทรายและก้อนหินตกถึงพื้น

จงบอกเหตุผลในการเลือกทำการทดลองดังกล่าว

1. วัตถุที่มีน้ำหนักต่างกันเมื่อตกจากที่สูงเท่ากัน เวลาที่วัตถุเหล่านั้นใช้ในการตกถึงพื้นย่อมไม่เท่ากัน
2. ยิ่งตกจากความสูงต่างกัน วัตถุที่มีน้ำหนักต่างกันจะตกถึงพื้นโดยใช้เวลาต่างกัน
3. แม้ว่าระดับความสูงเท่ากัน แต่ถ้าวัตถุต่างชนิดกัน ย่อมใช้เวลาในการตกถึงพื้นไม่เท่ากัน
4. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

4. แจกันใบหนึ่งมีดอกกุหลาบสีแดง 5 ดอก สีชมพู 4 ดอก และสีเหลือง 3 ดอก ปักอยู่รวมกัน หากหลับตาหยิบดอกกุหลาบในแจกันขึ้นมา 1 ดอก นักเรียนคิดว่า โอกาสที่จะหยิบได้ดอกกุหลาบสีชมพู มีค่าเป็นเท่าใด

ก. 1 / 3

ข. 1 / 4

ค. 1 / 12

จงบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้างต้น

1. กุหลาบมีทั้งหมด 12 ดอก โอกาสที่หยิบได้จึงมีค่าเท่ากับ 1 ใน 12
2. โอกาสที่หยิบได้ขึ้นอยู่กับจำนวนดอกกุหลาบสีชมพูทั้งหมด
3. โอกาสที่หยิบได้ขึ้นอยู่กับจำนวนดอกกุหลาบสีชมพูต่อจำนวนดอกกุหลาบทั้งหมด
4. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. นำสารละลายน้ำตาลโมเลกุลเล็ก 3 ชนิด ใส่ในหลอด ก หลอด ข และหลอด ค ส่วนหลอด ง ใส่สารละลายเบเนดิกต์ ซึ่งเป็นสารละลายที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายน้ำตาลโมเลกุลเล็กแล้ว จะได้ตะกอนสีส้ม นักเรียนคิดว่า การผสมสารละลายในหลอดเหล่านั้น จะมีกี่วิธีที่มีโอกาสเกิดปฏิกิริยาได้ตะกอนสีส้ม (เช่น ก - ข - ค - ง หมายถึง วิธีผสมสารละลายในหลอด ก หลอด ข หลอด ค และหลอด ง ให้ทำปฏิกิริยากัน)

ก. ก - ง , ข - ง , ค - ง และ ก - ข - ค - ง

ข. ก - ข - ง , ก - ค - ง , ข - ค - ง และ ก - ข - ค - ง

ค. ก - ง , ข - ง , ค - ง , ก - ข - ง , ก - ค - ง , ข - ค - ง และ ก - ข - ค - ง

6. ชาวนาคนหนึ่งจับหนูนามาได้ทั้งหมด 30 ตัว เขาพบว่า หนูนาเหล่านั้นมีทั้งหนูนาตัวใหญ่หางสีดำ 16 ตัว ตัวใหญ่หางสีขาว 6 ตัว ตัวเล็กหางสีดำ 2 ตัว และตัวเล็กหางสีขาว 6 ตัว เขาสงสัยว่า ขนาดของหนูนามีความสัมพันธ์กับสีของหาง นักเรียนคิดว่า ขนาดของหนูนากับสีของหางมีความสัมพันธ์กันหรือไม่

ก. มีความสัมพันธ์

ข. ไม่มีความสัมพันธ์

จงบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้างต้น

1. หนูนาตัวใหญ่มีหางสีดำ 16 ตัว และหางสีขาว 6 ตัว ในขณะที่หนูนาตัวเล็กมีหางสีดำเพียง 2 ตัวและหางสีขาว 6 ตัว
2. จำนวนหนูนาตัวใหญ่ที่มีหางสีขาว เท่ากับจำนวนหนูนาตัวเล็กที่มีหางสีขาว
3. สัดส่วนของจำนวนหนูนาตัวใหญ่ที่มีหางสีดำต่อหางสีขาว มากกว่าสัดส่วนของจำนวนหนูนาตัวเล็กที่มีหางสีดำต่อหางสีขาว ในขณะที่หนูนาตัวเล็กส่วนมากมีหางสีขาว
4. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์

ชั้น..... วัน-เวลา.....

เรื่อง.....

ลักษณะเนื้อหา : ก. มีการทดลอง

ข. ไม่มีการทดลอง

รายชื่อนักเรียน

คนที่ 1.....

คนที่ 2.....

คนที่ 3.....

คนที่ 4.....

คนที่ 5.....

คนที่ 6.....

คำชี้แจง ผู้สังเกตจะทำการสังเกตการแสดงออก หรือการปฏิบัติของนักเรียนในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ โดยจะทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของตาราง เมื่อนักเรียนแสดงหรือมีพฤติกรรมดังกล่าวแต่ละพฤติกรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นสอน	พฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6
1.ขั้นการศึกษาสำรวจ	1. สังเกตสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาโดยใช้ประสาทสัมผัส เช่น 1.1 มองดูการสาธิตการทดลอง / สื่อต่าง ๆ 1.2 หยิบจับสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา 2. ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเช่น 2.1 อ่าน/พิจารณาข้อมูลร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม 2.2 ทำการทดลอง/ศึกษาร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม 3. ชักจูง/กระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การแสดงความคิดเห็น การศึกษาสำรวจ 4. ตีความ/แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาที่ครูนำเสนอร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม 5. ระบุปัญหาที่ต้องศึกษา 6. บอกเหตุผลในการระบุปัญหาให้แก่สมาชิกในกลุ่ม 7. ร่วมสรุปเพื่อระบุปัญหาที่กลุ่มต้องการศึกษา 8. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามหรือตัวแปรควบคุมได้ 9. บอกวิธีการศึกษาสำรวจข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา 10. บอกสมมติฐานได้อย่างน้อย 1 สมมติฐาน 11. บอกเหตุผลในการกำหนดสมมติฐาน 12. บอกวิธีการทดสอบสมมติฐานได้อย่างน้อย 1วิธี 13. บอกเหตุผลในการเสนอวิธีการทดสอบสมมติฐาน						
2. ขั้นการสร้างมโนทัศน์	1. มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน 2. จดบันทึกชื่อ/ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์/ความรู้ที่ครูอธิบายเพิ่มเติม 3. บอกมโนทัศน์ที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง						
3. ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้	1. สังเกตหรือสำรวจสิ่งต่าง ๆ ปรากฏการณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูให้เพิ่มเติม 2. ระบุปัญหาร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม 3. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามหรือตัวแปรควบคุมได้ 4. อภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อกำหนดสมมติฐาน/วิธีการทดสอบ/วิธีการศึกษาสำรวจโดยใช้มโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้แล้ว 5. ทำการทดลอง/การศึกษาสำรวจเพื่อทดสอบสมมติฐาน						

ภาคผนวก ค
ประเภทของพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์

ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้นั้น พฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมด้านการให้เหตุผล และพฤติกรรมร่วมกิจกรรมการเรียน รายละเอียดดังนี้

1. พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 29 พฤติกรรม ดังนี้คือ

<u>ขั้นการศึกษาสำรวจ</u>

1. สังเกตสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาโดยใช้ประสาทสัมผัสเช่น
   1.1 มองดูการสาธิตการทดลอง / สื่อต่าง ๆ
   1.2 หยิบจับสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา
2. ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเช่น
   2.1 อ่าน/พิจารณาข้อมูลร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม
   2.2 ทำการทดลอง/ศึกษาร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม
3. บอกผลการสังเกต วัด หรือตีความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แก่สมาชิกในกลุ่ม
4. ระบุปัญหาที่ต้องศึกษา
5. ร่วมสรุปเพื่อระบุปัญหาที่กลุ่มต้องการศึกษา
6. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามหรือตัวแปรควบคุมได้
7. บอกวิธีการศึกษาสำรวจข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา
8. บอกสมมติฐานได้อย่างน้อย 1 สมมติฐาน
9. บอกวิธีการทดสอบสมมติฐานได้อย่างน้อย 1วิธี
10. ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบสมมติฐานได้
11. เสนอผลที่ตนคาดคะเนว่าจะเกิดขึ้น
12. ร่วมตัดสินใจเลือกสมมติฐาน/วิธีการทดสอบสมมติฐาน/วิธีการศึกษาสำรวจที่พิจารณาแล้วว่าเหมาะสมที่สุด
13. ลงมือทำการทดลอง/ศึกษาสำรวจด้วยตนเอง
14. ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองหรือศึกษาสำรวจได้ถูกต้อง
15. บอกหรือแนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ให้สมาชิกในกลุ่ม
16. กำหนดวิธีการบันทึกผลการทดลอง/ผลการศึกษาสำรวจร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม

17. บันทึกผลการทดลอง/การศึกษาสำรวจด้วยตนเอง
18. บอกผลการทดลอง/การศึกษาสำรวจที่ได้เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มบันทึก
19. สรุปผลการทดลอง/การศึกษาสำรวจร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้

1. สังเกตหรือสำรวจสิ่งต่าง ๆ ปรากฏการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูให้เพิ่มเติม
2. ระบุปัญหาร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม
3. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามหรือตัวแปรควบคุมได้
4. ทำการทดลอง/การศึกษาสำรวจเพื่อทดสอบสมมติฐาน
5. ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการทดลองได้ถูกต้อง
6. บันทึกผลการทดลอง/ผลการศึกษาสำรวจ
7. บอกผลการทดลอง/การศึกษาสำรวจที่ได้เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มบันทึก
8. สรุปผลการทดลอง/ผลการศึกษาสำรวจร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม

2. พฤติกรรมด้านการให้เหตุผล มีจำนวน 8 พฤติกรรม ดังนี้คือ

ขั้นการศึกษาสำรวจ

1. ตีความ/แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาที่ครูนำเสนอร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม
2. แสดงความคิดเห็น/โต้แย้งเกี่ยวกับข้อมูลที่ตนหรือสมาชิกในกลุ่มเสนอ
3. บอกเหตุผลในการระบุปัญหาให้แก่สมาชิกในกลุ่ม
4. บอกเหตุผลในการกำหนดสมมติฐาน
5. บอกเหตุผลในการเสนอวิธีการทดสอบสมมติฐาน
6. บอกเหตุผลในการคาดคะเนผล
7. แสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งเกี่ยวกับสมมติฐาน/วิธีการทดสอบสมมติฐาน/วิธีการศึกษาสำรวจที่ตนหรือสมาชิกในกลุ่มเสนอ

ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้

1. อภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อกำหนดสมมติฐาน/วิธีการทดสอบ/วิธีการศึกษาสำรวจโดยใช้มโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้แล้ว

3. พฤติกรรมร่วมกิจกรรมการเรียน มีจำนวน 5 พฤติกรรม ดังนี้คือ

ขั้นการศึกษาสำรวจ

1. ชักจูง/กระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การแสดงความคิดเห็น การศึกษาสำรวจ

ขั้นการสร้างมโนทัศน์

1. มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน
2. จดบันทึกชื่อ/ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์/ความรู้ที่ครูอธิบายเพิ่มเติม
3. บอกมโนทัศน์ที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้

1. ตอบปัญหาหรืออธิบายปรากฏการณ์ใหม่ที่ศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้มโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้แล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้แผนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มือการใช้แผนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้

ในการนำแผนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูควรมีความรู้และความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ วิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ บทบาทของครูและนักเรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ ตลอดจนเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางในการนำแผนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ไปใช้ ซึ่งช่วยให้ครูสามารถดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คู่มือการใช้แผนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ ประกอบด้วยรายละเอียดต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
2. วิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้
3. บทบาทของครูและนักเรียน
4. แนวทางในการนำแผนการสอนไปใช้
5. ตัวอย่างแผนการสอนและเอกสารประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้

แนวคิดเกี่ยวกับการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้นั้น มีความสอดคล้องกับแนวทางที่นักเรียนใช้ในการสร้างความรู้ นักเรียนมีโอกาสคิด อภิปราย โต้แย้ง แสดงความคิดเห็นหรือความเชื่อของตนเองอย่างหลากหลาย พร้อมทั้งได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อทำการทดสอบความคิดเห็นหรือความเชื่อเหล่านั้น ซึ่งทำให้นักเรียนได้ควบคุมการเรียนรู้ของตน ได้สร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น เป็นวิธีการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยในปี ค.ศ. 1960 คาร์พลัส (Karplus) และคณะ ได้ทำการศึกษาโดยนำแนวคิดเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ (The Learning cycle) มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเริ่มนำไปใช้ในโปรแกรมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (The Science Curriculum Improvement Study หรือ SCIS) ซึ่งต่อมามีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและผู้สนใจทางการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายคน ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการศึกษาเหล่านี้สรุปได้ว่าการใช้

วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีส่วนดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ ด้าน ดังนี้

1. เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ การเรียนรู้มโนทัศน์ และการสร้างมโนทัศน์

2. เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นการคิด ซึ่งช่วยพัฒนาพุทธิปัญญาของนักเรียนให้ไปสู่ขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม (Formal-operations stage)

3. เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ ตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลายจนถึงระดับอุดมศึกษา

4. ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสืบสอบ เจตคติ การพัฒนาทางสติปัญญา ภาษาที่ใช้ในการสร้างมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและการควบคุมการเรียนรู้ของตัวนักเรียนเอง

5. เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านเนื้อหา ได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ มีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดเพียเจต์ ดังนี้คือ

1. มีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาพุทธิปัญญาของนักเรียน ได้แก่ ประสบการณ์ทางกายภาพ (Physical experience) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) กระบวนการพัฒนาภาวะสมดุล (Equilibration) หรือการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง (Self-regulation)

2. มีลำดับขั้นที่สอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดเพียเจต์ คือ นักเรียนมีการซึมซับข้อมูลต่าง ๆ เข้าสู่โครงสร้างทางความคิดโดยทำการศึกษาสำรวจสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ซึ่งทำให้โครงสร้างทางความคิดเกิดภาวะอสมดุล นักเรียนมีการปรับโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ โดยพัฒนามโนทัศน์เพื่อนำมาใช้อธิบายสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เหล่านั้น นอกจากนี้ยังมีการจัดระบบโครงสร้างทางความคิดใหม่ โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เรียนรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์อื่น ผลการเรียนรู้ทำให้โครงสร้างทางความคิดของนักเรียนกลับเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ซึ่งเป็นผลให้นักเรียนมีการพัฒนาทางด้านพุทธิปัญญามากขึ้น

การใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนได้ใช้วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานและวิธีการคิดของนักวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีการจัดลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน โดยเน้นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น คิดให้เหตุผล และลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ขั้นตอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ ขั้นการศึกษาสำรวจ ขั้นการสร้างมโนทัศน์ และขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ ขั้นตอนการเรียน

การสอนเหล่านี้ ได้มีการจัดเรียงลำดับตามลำดับขั้นตอนของวงจรกระบวนการสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การศึกษาสำรวจปรากฏการณ์ใหม่ ๆ (Exploration of novel phenomena) การสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์ใหม่ (Invention of novel conceptions) และการนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้ (Application) เพื่อตีความหมายปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษาและปรากฏการณ์อื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับประสบการณ์ที่กำลังศึกษา การจัดเรียงขั้นตอนการเรียนการสอนตามลำดับนี้ ช่วยส่งเสริมและเอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ดังที่เรนเนอร์และคณะ ได้ศึกษาพบว่า การเรียนรู้ตามวิธีวงจรการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้ที่มีการจัดเรียงลำดับขั้นตอนที่ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

เมื่อพิจารณาขั้นตอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักเรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละขั้น มีดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) ในขั้นนี้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากการค้นพบ โดยนักเรียนจะลงมือปฏิบัติทำการศึกษาสำรวจปรากฏการณ์ หรือประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเช่น วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูจัดเตรียมไว้ นักเรียนอาจลงมือทำการทดลอง สังเกตปรากฏการณ์จากการสาธิต หรือจากสื่อการสอนต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการศึกษาสำรวจ ผลจากการศึกษาสำรวจทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหา โครงสร้างทางความคิดจะอยู่ในภาวะอสมดุล (Disequilibrium) นักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลที่มีอยู่มาแก้ไขหรืออธิบายปัญหานั้นได้ นักเรียนจึงต้องค้นหาแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ ในระหว่างที่ดำเนินการศึกษาสำรวจอยู่นั้น นักเรียนมีโอกาสมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนด้วยกัน โดยได้อภิปราย โต้แย้ง เสนอความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนมีการให้เหตุผลเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา สร้างสมมติฐาน วิเคราะห์ และออกแบบการทดสอบสมมติฐาน ทำนายผล ทำการทดสอบสมมติฐานตามแนวทางที่นักเรียนออกแบบไว้ ดำเนินการวิเคราะห์ผลและสรุปแบบแผนของปรากฏการณ์ที่ค้นพบ ครูสามารถให้คำแนะนำหรือชี้แนะเพียงเล็กน้อยและเฉพาะเท่าที่จำเป็นแก่นักเรียนในระหว่างการศึกษาสำรวจ

ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept invention) ในขั้นนี้นักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้คำอธิบายหรือความรู้เพิ่มเติมที่ได้รับจากครูหรือสื่อต่าง ๆ แล้วนำมาวิเคราะห์โยงสัมพันธ์กับแบบแผนของปรากฏการณ์ที่ค้นพบ แล้วสรุปสร้างเป็นมโนทัศน์ที่สามารถอธิบายแบบแผนของปรากฏการณ์ได้ ในขั้นการสร้างมโนทัศน์นี้ นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้บ่งชี้แบบแผนของปรากฏการณ์ที่ได้ค้นพบจากการศึกษาสำรวจให้มากที่สุด ครูสามารถให้คำแนะนำชื่อ ศัพท์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างมโนทัศน์

ขั้นที่ 3 ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept application) ในขั้นนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการฝึกหัดซ้ำและปฏิบัติเพิ่มเติม นักเรียนมีโอกาสนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้มาใช้อธิบายหรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงเพิ่มเติม นักเรียนอาจทำการศึกษาสำรวจใหม่ก็ได้ การเรียนการสอนในขั้นนี้ช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านการนำมโนทัศน์ไปใช้สรุปอ้างอิงทั่วไปและช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้า ผลการเรียนรู้ในขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้นี้จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาสำรวจในวงจรต่อไป

คาร์พลัสได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนสรุปได้ดังนี้คือ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ในแต่ละขั้นนั้น ขั้นการศึกษาสำรวจจะเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้แบบค้นพบ ขั้นการสร้างมโนทัศน์เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยอาศัยคำอธิบายหรือการได้รับความรู้เพิ่มเติมจากครูหรือสื่อต่าง ๆ แล้วนำมาเชื่อมโยงกับผลที่ได้จากการค้นพบเพื่อสร้างเป็นมโนทัศน์ และขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้เรียนรู้โดยการฝึกหัดและการทำซ้ำ ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนเหล่านี้ช่วยส่งเสริมการควบคุมการเรียนรู้ตนเองของนักเรียน (Self-regulation)

จากบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะเห็นได้ว่านักเรียนมีโอกาสคิด ให้เหตุผล และสร้างมโนทัศน์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ได้แก่ ทักษะการสร้างสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นอกจากนี้นักเรียนยังได้ใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วย ทั้งนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการให้เหตุผลในรูปแบบต่าง ๆ คือ การให้เหตุผลในเชิงของการอนุรักษ์ การให้เหตุผลในเชิงของสัดส่วน การให้เหตุผลในเชิงของความเป็นไปได้ การให้เหตุผลในเชิงของภาพรวม และการให้เหตุผลในเชิงของความสัมพันธ์ ดังนั้นนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ จึงมีโอกาสได้สร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน

วิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้

หลักการ

การใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีการจัดลำดับต่อเนื่องจนครบวงจร ขั้นตอนเหล่านี้มีความสอดคล้องกับแนวทางที่นักเรียนคิด ดำเนินการและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังนี้

1. มีโอกาสฝึกคิด ฝึกให้เหตุผล และได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. สร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียน

3. มีโอกาสนำเสนอความรู้เดิมของตนเอง ซึ่งความรู้เดิมเหล่านี้อาจเป็นมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์

4. ได้อภิปราย โต้แย้ง แสดงความคิดเห็น และตรวจสอบความคิดระหว่างนักเรียนด้วยกัน ซึ่งทำให้นักเรียนมีโอกาสปรับปรุงความคิด ความเข้าใจตลอดจนมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง

5. เรียนรู้ทั้งผลผลิตและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นเตรียมการเรียนการสอน

ในขั้นเตรียมการเรียนการสอน ครูจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ ตลอดจนจัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งครูควรดำเนินการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเนื้อหาจากหนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาลักษณะของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งนี้สามารถจำแนกลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ออกได้เป็น 3 แบบคือ

1) แบบที่ 1 มีลักษณะเนื้อหาเป็นแบบมีการทดลอง และมีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้นักเรียนสามารถบรรยายหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยศึกษารวบรวมข้อมูล กำหนดและทดสอบสมมติฐานโดยทำการทดลอง

2) แบบที่ 2 มีลักษณะเนื้อหาเป็นแบบไม่มีการทดลอง และมีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้นักเรียนสามารถบรรยายปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

3) แบบที่ 3 มีลักษณะเนื้อหาเป็นแบบไม่มีการทดลอง และมีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้นักเรียนสามารถบรรยายหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยศึกษา รวบรวมข้อมูล กำหนดและทดสอบสมมติฐานจากข้อมูลแหล่งทุติยภูมิ

2 วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดมโนทัศน์ ศัพท์ หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3 กำหนดปัญหาในการศึกษาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

4 จัดเตรียมวิธีการนำเสนอปัญหา เช่น การทำการทดลอง การสาธิตการทดลอง การอภิปราย การซักถาม และการใช้สื่อต่าง ๆ

5 คาดคะเนถึงสมมติฐานที่คาดว่านักเรียนสามารถกำหนดได้จากปัญหา

6 จัดทำเอกสารประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้

7 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนใช้ทำการทดลอง หรือศึกษาสำรวจเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนการเรียนการสอน

1. ขั้นนำ

ในขั้นนำนี้เป็นขั้นที่ต้องการกระตุ้นและชักจูงให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือปัญหาที่สงสัย ในขั้นนี้ครูจึงนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้การทำการทดลอง การสาธิตการทดลอง การอภิปราย การซักถาม หรือการใช้สื่อต่าง ๆ

2. ขั้นการศึกษาสำรวจ

ในขั้นการศึกษาสำรวจ นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างและทดสอบสมมติฐานหรือทำการศึกษาสำรวจตามวิธีการที่นักเรียนกำหนด ผลจากการศึกษาสำรวจทำให้นักเรียนค้นพบแบบแผนของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ซึ่งสามารถนำไปอธิบายหรือทำความเข้าใจในปัญหาได้ เมื่อพิจารณาตามลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 3 แบบแล้ว การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นการศึกษาสำรวจ มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ในขั้นการศึกษาสำรวจ จำแนกตามลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
1. นักเรียนสำรวจหรือศึกษาปรากฏการณ์ สถานการณ์หรือวัตถุที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยทำการสังเกต วัด หรือตีความหมาย และลงข้อสรุปเพื่อกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องศึกษา 2. นักเรียนกำหนดสมมติฐาน วิธีการทดลองหลายแนวทาง และทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น อภิปราย และโต้แย้งเพื่อเลือกสมมติฐานและวิธีการทดลอง ที่กลุ่มพิจารณาว่าเหมาะสมที่สุด 4. ครูอธิบายเกี่ยวกับวิธีการและข้อควรระวังในการใช้วัสดุอุปกรณ์การทดลอง 5. นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลตามแนวทางที่นักเรียนกำหนด 6. นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการทดลองหรือแบบแผนของปรากฏการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเอง	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาตามแนวคำถามในหนังสือเรียน 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสำรวจ และรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ตามแนวทางที่นักเรียนกำหนด 3. นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ หรือแบบแผนของปรากฏการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเอง	1. นักเรียนสำรวจหรือศึกษาปรากฏการณ์ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดปัญหาที่ต้องศึกษา 2. นักเรียนกำหนดสมมติฐาน วิธีการทดสอบสมมติฐานหลายแนวทางและทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น อภิปราย และโต้แย้งเพื่อเลือกสมมติฐานและวิธีการทดสอบที่กลุ่มพิจารณาว่าเหมาะสมที่สุด 4. นักเรียนทำการทดสอบสมมติฐาน และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิตามแนวทางที่นักเรียนกำหนด 5. นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจหรือแบบแผนของปรากฏการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ขั้นการสร้างมโนทัศน์

ขั้นการสร้างมโนทัศน์ เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับผลที่ได้หรือแบบแผนของปรากฏการณ์ที่ค้นพบในขั้นการศึกษาสำรวจ นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้นำเสนอแบบแผนที่ค้นพบให้มากที่สุด ครูแนะนำศัพท์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ภาษาที่ใช้และอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้อง นักเรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์และสรุปสร้างเป็นมโนทัศน์ด้วยตนเอง ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้อธิบายแบบแผนของปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ เมื่อพิจารณาตามลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 3 แบบแล้ว การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นการสร้างมโนทัศน์ มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ในขั้นการสร้างมโนทัศน์ จำแนกตามลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
1. นักเรียนเสนอผลสรุปที่ได้จากการทดลองและวิธีการทดลอง 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลสรุปตามแนวทางที่กำหนดในหนังสือเรียน 3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมมติฐาน วิธีการทดลองและสรุปผลที่ได้จากการทดลองอีกครั้ง 4. ครูแนะนำศัพท์/หลักการทางวิทยาศาสตร์ และให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม 5. นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อสร้างมโนทัศน์โดยใช้ศัพท์/หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้ที่ครูแนะนำ กับผลที่ได้จากการทดลอง 6. นักเรียนสรุปแบบแผนของปรากฏการณ์ หรือมโนทัศน์ที่ศึกษาด้วยตนเอง	1. นักเรียนเสนอผลการศึกษาสำรวจและวิธีการศึกษาสำรวจ 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการศึกษาสำรวจของนักเรียน และผลการศึกษาตามแนวทางที่กำหนดในหนังสือเรียนหรือที่ครูกำหนด 3. ครูแนะนำศัพท์/หลักการทางวิทยาศาสตร์ และให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม 4. นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อสร้างมโนทัศน์โดยใช้ศัพท์/หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้ที่ครูแนะนำ กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ 5. นักเรียนสรุปแบบแผนของปรากฏการณ์ หรือมโนทัศน์ที่ศึกษาด้วยตนเอง	1. นักเรียนเสนอผลการศึกษาสำรวจและวิธีการศึกษาสำรวจ 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการศึกษาสำรวจของนักเรียนและผลการศึกษาตามแนวทางที่กำหนดในหนังสือเรียนหรือที่ครูกำหนด 3. ครูแนะนำศัพท์/หลักการทางวิทยาศาสตร์และให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม 4. นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อสร้างมโนทัศน์โดยใช้ศัพท์/หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้ที่ครูแนะนำ กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ 5. นักเรียนสรุปแบบแผนของปรากฏการณ์ หรือมโนทัศน์ที่ศึกษาด้วยตนเอง

4. ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้

ในขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้นี้ เป็นขั้นที่ช่วยขยายความรู้ที่ได้เรียนรู้แล้ว โดยครูนำเสนอสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ซึ่งสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ นักเรียนใช้มโนทัศน์ที่เรียนรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลใหม่มากำหนดสมมติฐานและวิธีการทดสอบ เพื่ออธิบาย ทำความเข้าใจหรือตอบปัญหานั้น ผลการเรียนรู้ในขั้นนี้จะเป็นพื้นฐานการศึกษาสำรวจในวงจรต่อไป เมื่อพิจารณาตามลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 3 แบบแล้ว การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ มีลำดับขั้นตอนเช่นเดียวกัน ดังต่อไปนี้

4.1 ครูเสนอปรากฏการณ์ สถานการณ์หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ สถานการณ์หรือปัญหาเดิมเพิ่มเติม

4.2 นักเรียนศึกษาสำรวจปรากฏการณ์ สถานการณ์ หรือปัญหาที่ครูจัดให้เพิ่มเติม โดยนำมโนทัศน์ วิธีการศึกษาสำรวจ หรือแบบแผนการให้เหตุผลที่ได้เรียนรู้ มาใช้ศึกษาสำรวจเพื่ออธิบาย ทำความเข้าใจ หรือตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ สถานการณ์หรือปัญหาเหล่านั้น

การประเมินผล

การประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ ดำเนินการโดยประเมินผลการสอนหลังการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง ซึ่งประเมินจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน การตอบคำถามในชั้นเรียนและในเอกสารประกอบการเรียน การสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และประเมินพัฒนาการของนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนสอน

บทบาทของครูและนักเรียน

1. บทบาทของครู

ในการนำวิธีวงจรการเรียนรู้มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูควรมีบทบาทดังต่อไปนี้

1) ศึกษาแนวคิดและวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

2) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างอิสระ และสรุปสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3) ชักจูงและกระตุ้นให้นักเรียนเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากที่สุด

4) กระตุ้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนนักเรียน และปฏิสัมพันธ์กับครู

5) กระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้

6) กระตุ้นให้นักเรียนอภิปราย โต้แย้ง และแสดงความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด โดยเฉพาะให้ใช้หลักฐานต่าง ๆ ในการสนับสนุนความคิดเห็น

7) สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิด วิเคราะห์ และวิจารณ์ความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกัน

8) ค้นหาความคิดเห็นของนักเรียนก่อนนำเสนอความคิดเห็นของตนเอง รวมทั้งควรอธิบายหรือให้ความรู้ต่าง ๆ หลังจากนักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

9) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ข้อมูล ความรู้และสื่อต่าง ๆ ที่เหมาะสม

10) ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ผู้สังเกต และผู้ช่วยนักเรียน โดยช่วยเหลือหรือให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ ครูอาจใช้การซักถามหรือตอบคำถามนักเรียน คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดหรือการให้เหตุผล ซึ่งทำให้ครูสามารถวิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนได้ นอกจากนี้ครูควรให้เวลานักเรียนในการตอบคำถามพอสมควร ไม่ควรเร่งรัดหรือบอกว่าถูกหรือผิดทันที

11) กระตุ้นให้นักเรียนบอกหรืออธิบายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ด้วยคำพูดของนักเรียน เพื่อตรวจสอบและช่วยแก้ไขมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

12) มีบุคลิกภาพที่เป็นกันเอง ยอมรับ และสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน ให้โอกาสนักเรียนในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รวมถึงมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียน เพื่อช่วยส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีที่นักเรียนสามารถกล้าพูด กล้าทำ และกล้าแสดงออก ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตามวิธีวงจรการเรียนรู้

13) ทำการประเมินผลหลังการสอนทุกครั้ง เพื่อนำผลมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

2. บทบาทของนักเรียน

นักเรียนควรมีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1) ลงมือปฏิบัติเพื่อศึกษาและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยศึกษา คิด วิเคราะห์ จัดกระทำวัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ กำหนดวิธีการศึกษา ออกแบบการทดสอบ ทำการทดสอบและสรุปผลการทดสอบ

2) มีความตั้งใจและเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยกล้าคิด กล้าทำและกล้าแสดงออก

3) แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนนักเรียนโดยเฉพาะกับสมาชิกในกลุ่ม

4) เปิดโอกาส และรับฟังความคิดเห็นหรือประสบการณ์ของเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

5) ยอมรับหรือตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

6) ซักถามเมื่อเกิดปัญหาที่สงสัย ตลอดจนศึกษาและค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ

7) ประเมินและปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

ในแต่ละขั้นตอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น บทบาททั้งของครูและนักเรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน สรุปได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 บทบาทของครูและนักเรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้

ขั้นตอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ขั้นการศึกษาสำรวจ	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สถานการณ์และข้อมูลต่าง ๆ 2. สังเกตและช่วยเหลือนักเรียน โดยอาจซักถาม หรือให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น	1. ลงมือปฏิบัติ โดยจัดกระทำวัสดุอุปกรณ์/ข้อมูลต่าง ๆ หรือทำการทดลองด้วยตนเอง 2. แสดงความคิดเห็น และสื่อความหมายข้อมูลหรือผลที่ได้กับเพื่อนนักเรียน
2. ขั้นการสร้างมโนทัศน์	1. รวบรวมผลการศึกษาสำรวจที่นักเรียนค้นพบ 2. แนะนำศัพท์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม 3. ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการสร้างมโนทัศน์แก่นักเรียน	1. นำความรู้ที่ครูแนะนำ มาโยงสัมพันธ์กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ 2. สร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง
3. ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สถานการณ์และข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มเติม 2. สังเกตและช่วยเหลือนักเรียน โดยอาจซักถาม หรือให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น	1. นำมโนทัศน์หรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาลงมือปฏิบัติในสถานการณ์อื่นเพิ่มเติม โดยจัดกระทำวัสดุอุปกรณ์/ข้อมูลต่าง ๆ หรือทำการทดลอง

แนวทางในการใช้แผนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้

ในการนำแผนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้มาใช้นั้น ครูควรดำเนินการตามแนวทางต่อไปนี้

1. ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างชัดเจน

2. ศึกษาตัวอย่างแผนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ ซึ่งมีด้วยกัน 3 แบบตามเงื่อนไขเกี่ยวกับลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ

<u>แผนแบบที่ 1</u> มีลักษณะดังนี้

1) เนื้อหาเป็นแบบมีการทดลอง

2) มีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้นักเรียนสามารถบรรยาย อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยศึกษารวบรวมข้อมูล กำหนดและทดสอบสมมติฐานโดยทำการทดลอง

<u>แผนแบบที่ 2</u> มีลักษณะดังนี้

1) เนื้อหาเป็นแบบไม่มีการทดลอง

2) มีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้นักเรียนสามารถบรรยายปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

<u>แผนแบบที่ 3</u> มีลักษณะดังนี้

1) เนื้อหาเป็นแบบไม่มีการทดลอง

2) มีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้นักเรียนสามารถบรรยาย หรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยศึกษา รวบรวมข้อมูล กำหนดและทดสอบสมมติฐานจากข้อมูลแหล่งทุติยภูมิ

แผนการสอนทั้ง 3 แบบมีโครงสร้างในแต่ละแผนเหมือนกัน คือ เรื่อง เวลาที่ใช้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระ มโนทัศน์ที่ต้องการสอน ขั้นเตรียมการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน ขั้นประเมินผลและสื่อการสอน สำหรับรายละเอียดในขั้นเตรียมการเรียนการสอน และกิจกรรมการเรียนการสอนของแผนการสอนทั้ง 3 แบบ มีดังนี้

ตารางที่ 4 การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ จำแนกตามลักษณะของแผนการสอน

แผนการสอนแบบที่ 1	แผนการสอนแบบที่ 2	แผนการสอนแบบที่ 3
เงื่อนไข 1. เนื้อหาเป็นแบบมีการทดลอง 2. ต้องการให้บรรยาย/อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาโดยการศึกษารวบรวมข้อมูล กำหนดและทดสอบสมมติฐานโดยทำการทดลอง **1.ขั้นเตรียมการเรียนการสอน** 1) ครูศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครู แล้วกำหนดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องสอน 2) ครูกำหนดปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องสอน 3) ครูเตรียมวิธีการนำเสนอเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหา เช่น การทำการทดลอง การสาธิตการทดลอง การอภิปราย การซักถาม และการใช้สื่อต่าง ๆ เป็นต้น 4) ครูคาดคะเนถึงสมมติฐานที่สามารถกำหนดได้จากปัญหา 5) ครูจัดทำเอกสารประกอบการเรียนและเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ที่คาดว่านักเรียนอาจใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมจากที่มีอยู่ในหนังสือเรียน **2.ขั้นนำ** ครูนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือปัญหา ที่ไม่สามารถใช้ความรู้เดิม หรือการให้เหตุผลที่มีอยู่มาอธิบายได้ โดยใช้การทำการทดลอง การสาธิตการทดลอง การอภิปราย การซักถาม และการใช้สื่อต่าง ๆ	**เงื่อนไข** 1. เนื้อหาเป็นแบบไม่มีการทดลอง 2. ต้องการให้บรรยายปรากฏการณ์ที่ศึกษาโดยการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิ **1. ขั้นเตรียมการเรียนการสอน** 1) ครูศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครู แล้วกำหนดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องสอน 2) ครูกำหนดปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องสอน 3) ครูเตรียมวิธีการเสนอปัญหา เช่น การอภิปราย การสาธิต การซักถาม และการใช้สื่อต่าง ๆ เป็นต้น 4) ครูจัดทำเอกสารประกอบการเรียน และเตรียมข้อมูลสำหรับการศึกษาสำรวจเพิ่มเติมจากในหนังสือเรียน **2.ขั้นนำ** ครูนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อระบุปัญหาให้แก่นักเรียน โดยใช้การอภิปราย การสาธิต การซักถาม และการใช้สื่อต่าง ๆ	**เงื่อนไข** 1. เนื้อหาเป็นแบบไม่มีการทดลอง 2. ต้องการให้บรรยาย/อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยการศึกษารวบรวมข้อมูล กำหนดและทดสอบสมมติฐานจากข้อมูลแหล่งทุติยภูมิ **1. ขั้นเตรียมการเรียนการสอน** 1) ครูศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครู แล้วกำหนดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องสอน 2) ครูกำหนดปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องสอน 3) ครูเตรียมวิธีการเสนอปัญหา เช่น การอภิปราย การสาธิต การซักถาม และการใช้สื่อต่าง ๆ เป็นต้น 4) ครูคาดคะเนถึงสมมติฐานที่สามารถกำหนดได้จากปัญหา 5) ครูจัดทำเอกสารประกอบการเรียน และเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ที่คาดว่านักเรียนอาจใช้ในการทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมจากที่มีอยู่ในหนังสือเรียน **2.ขั้นนำ** ครูนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือปัญหา ที่ไม่สามารถใช้ความรู้เดิม หรือการให้เหตุผลที่มีอยู่มาอธิบายได้ โดยใช้การอภิปราย การสาธิต การซักถาม และการใช้สื่อต่าง ๆ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนการสอนแบบที่ 1	แผนการสอนแบบที่ 2	แผนการสอนแบบที่ 3
3. ขั้นสอน 3.1 ขั้นการศึกษาสำรวจ 1) นักเรียนสำรวจหรือศึกษาปรากฏการณ์/วัตถุ/สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยสังเกต วัดหรือตีความหมาย และลงข้อสรุปเพื่อกำหนดปัญหา 2) นักเรียนกำหนดสมมติฐานและวิธีการทดลองหลายแนวทาง ตลอดจนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น 3) นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ถกเถียง และโต้แย้งเพื่อเลือกสมมติฐาน และวิธีการทดลองที่นักเรียนพิจารณาว่าเหมาะสมที่สุด 4) ครูอธิบายวิธีการ และข้อควรระวังในการใช้วัสดุอุปกรณ์การทดลอง 5) นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลตามแนวทางที่นักเรียนกำหนด 6) นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการทดลองด้วยตนเอง 3.2 ขั้นการสร้างมโนทัศน์ 1) นักเรียนเสนอผลสรุปที่ได้จากการทดลองและวิธีการทดลอง 2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามที่กำหนดในหนังสือเรียน 3) ครูอธิบายศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติม 4) นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อสร้างมโนทัศน์ โดยใช้คำศัพท์ในข้อ 3 กับผลที่ได้จากการทดลอง	3.ขั้นสอน 3.1 ขั้นการศึกษาสำรวจ 1) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาตามแนวคำถามในหนังสือเรียน 2) นักเรียนร่วมกันศึกษาสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ตามแนวทางที่นักเรียนกำหนด 3) นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ 3.2 ขั้นการสร้างมโนทัศน์ 1) นักเรียนเสนอผลและวิธีการศึกษา 2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามที่กำหนดในหนังสือเรียน 3) ครูอธิบายศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติม 4) นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อสร้างมโนทัศน์ โดยใช้คำศัพท์ในข้อ 3 กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ	3.ขั้นสอน 3.1 ขั้นการศึกษาสำรวจ 1) นักเรียนดำเนินการสำรวจหรือศึกษาปรากฏการณ์ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดปัญหา 2) นักเรียนกำหนดสมมติฐานและวิธีการทดสอบสมมติฐานหลายแนวทาง ตลอดจนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น 3) นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ถกเถียงและโต้แย้งเพื่อเลือกสมมติฐานและแนวทางในการทดสอบที่พิจารณาแล้วว่าเหมาะสมที่สุด 4) นักเรียนทำการทดสอบสมมติฐานและรวบรวมข้อมูลตามแนวทางที่นักเรียนกำหนด 5)นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ 3.2 ขั้นการสร้างมโนทัศน์ 1) นักเรียนเสนอผลและวิธีการศึกษา 2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามที่กำหนดในหนังสือเรียน 3) ครูอธิบายศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติม 4) นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อสร้างมโนทัศน์ โดยใช้คำศัพท์ในข้อ 3 กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนการสอนแบบที่ 1	แผนการสอนแบบที่ 2	แผนการสอนแบบที่ 3
5) นักเรียนสรุปแบบแผนของปรากฏการณ์ หรือมโนทัศน์ที่ศึกษาด้วยคำพูดของนักเรียน **3.3 ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้** นักเรียนศึกษาสำรวจปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงเพิ่มเติม โดยการนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้มาอธิบายหรือทำความเข้าใจปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เพิ่มเติมเหล่านั้น	5) นักเรียนสรุปแบบแผนของปรากฏการณ์ หรือมโนทัศน์ที่ศึกษาด้วยคำพูดของนักเรียน **3.3 ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้** นักเรียนศึกษาสำรวจปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงเพิ่มเติม โดยการนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้มาอธิบายหรือทำความเข้าใจปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เพิ่มเติมเหล่านั้น	5) นักเรียนสรุปแบบแผนของปรากฏการณ์ หรือมโนทัศน์ที่ศึกษาด้วยคำพูดของนักเรียน **3.3 ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้** นักเรียนศึกษาสำรวจปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงเพิ่มเติม โดยการนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้มาอธิบาย หรือทำความเข้าใจปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เพิ่มเติมเหล่านั้น

4. ศึกษาตัวอย่างเอกสารประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เอกสารประกอบการเรียนนี้จะมีเนื้อหา มโนทัศน์และวิธีดำเนินการที่สอดคล้องกับแผนการสอน รายละเอียดของเอกสารประกอบการเรียนมีดังต่อไปนี้

4.1 หัวข้อเรื่อง

4.2 บทนำ ซึ่งเป็นความรู้เบื้องต้นหรือคำแนะนำพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ศึกษา อาจเป็นคำถามที่ชักจูงหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ

4.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม

4.4 วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

4.5 วิธีดำเนินการ ซึ่งเป็นคำถามหรือคำแนะนำสำหรับนักเรียนในการดำเนินการศึกษา อภิปรายเกี่ยวกับการออกแบบการทดสอบสมมติฐานหรือวิธีการศึกษาสำรวจ ที่ได้จัดเรียงลำดับให้สอดคล้องตามกิจกรรมการเรียนการสอน

5. จัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

5.1 การจัดกลุ่มนักเรียน ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อทำกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้นั้น ครูควรจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาเป็นเกณฑ์ ในแต่ละกลุ่มมีนักเรียนระดับความสามารถละ 2 คน รวม 6 คน การจัดกลุ่มลักษณะนี้ทำให้นักเรียนที่เรียนเก่งและอ่อนได้มีโอกาสทำงานและศึกษาร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งอาจช่วยให้นักเรียนที่เรียนอ่อนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามครูสามารถเลือกใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบอื่นได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ครูควรชี้แจงและอธิบายให้

นักเรียนทราบเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ในชั่วโมงแรกก่อน โดยเฉพาะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ครูควรอธิบายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

5.2 การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอนต่าง ๆ ที่เสนอไว้ในแผนการสอน ครูควรจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง ให้มีปริมาณเพียงพอกับจำนวนกลุ่มของนักเรียน โดยเฉพาะแต่ละกลุ่มควรมีอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทดลองในเรื่องนั้น ๆ กลุ่มละ 1 ชุด ในบางการทดลองจำเป็นต้องเตรียมสารเคมีหรือวัสดุอื่น ๆ ให้หลากหลายชนิดเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี เช่น การสอนเรื่องการทดสอบสารอาหาร ครูควรเตรียมสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตไว้หลาย ๆ ชนิด ดังเช่น แป้งมัน แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด เป็นต้น นอกจากนี้การสอนบางเรื่อง ครูอาจต้องเตรียมสื่อการสอนประกอบการเรียนการสอนด้วย เช่น วีดิทัศน์เรื่อง สารเจือปนในอาหาร เพื่อใช้สำหรับสอนเรื่อง สิ่งเจือปนในอาหาร แม้ว่าวัสดุอุปกรณ์ สารเคมีและสื่อการสอนต่าง ๆ ที่เสนอไว้ในแผนการสอนนั้นสามารถหาได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามครูอาจเลือกวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และสื่อการสอนอื่น ๆ ใช้แทนได้ตามความเหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ตัวอย่างแผนการสอนและเอกสารประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแผนการสอน
แบบที่ 1

เรื่อง สมบัติของอากาศ : ความดันอากาศ (1)
วิชา วิทยาศาสตร์ ว 305 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 3
เวลาที่ใช้ 2 คาบ (100 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของความดันอากาศได้
2. สรุปเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเท่ากันได้
3. อธิบายการนำหลักการเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเท่ากันไปใช้ประโยชน์ได้

เนื้อหาสาระ

อากาศมีแรงดัน แรงดันอากาศนี้จะกระทำต่อทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่บนโลก แรงดันอากาศ คือ แรงหรือน้ำหนักของอากาศที่กดลงบนพื้นที่ใด ๆ พื้นที่ขนาดใหญ่จะมีแรงหรือน้ำหนักของอากาศกดมากกว่าพื้นที่ขนาดเล็ก ดังนั้นแรงดันอากาศจึงขึ้นอยู่กับพื้นที่ ความดันอากาศ คือ แรงดันของอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดันนั้น ความดันอากาศอาจเรียกว่า ความดันบรรยากาศได้ ในการพยากรณ์อากาศเรียกความดันบรรยากาศหรือความดันอากาศว่า ความกดอากาศ

ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศเท่ากัน ที่ระดับความสูงต่างกัน ความดันอากาศต่างกัน หลักการดังกล่าวนำไปใช้ในการทำอุปกรณ์ตรวจสอบแนวระดับสำหรับใช้ในการก่อสร้าง เช่น การตรวจสอบว่าคานอยู่ในแนวระดับหรือไม่

มโนทัศน์ที่ต้องการสอน

1. ความดันของอากาศ คือ แรงดันของอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดัน
2. ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน
3. ในการทำอุปกรณ์ตรวจสอบแนวระดับสำหรับใช้ในงานก่อสร้างใช้หลักการที่ว่า ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน

ขั้นเตรียมการเรียนการสอน

1. ครูศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครูเพื่อพิจารณามโนทัศน์ที่ต้องสอนในเรื่อง ความดันของอากาศ มโนทัศน์ที่ต้องสอน ได้แก่ ความหมายของความดันอากาศ ความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกัน และการนำหลักการเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันไปใช้

2. ครูวางแผนและกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องสอน คือ ความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันจะเท่ากันเสมอหรือไม่ อย่างไร

3. ครูกำหนดวิธีการเสนอปัญหา โดยการอภิปรายซักถาม การสาธิตการทดลอง และการลงมือทำการทดลอง เพื่อกระตุ้นให้เกิดคำถามที่นำไปสู่ปัญหาที่ครูกำหนด

4. ครูคาดคะเนถึงสมมติฐานหลาย ๆ แนวทาง ที่คาดว่านักเรียนจะกำหนดได้จากปัญหาดังกล่าว เช่น

ถ้าความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันเท่ากัน ระดับน้ำในสายพลาสติกทั้งสองข้างย่อมอยู่ในระดับเดียวกันเสมอไม่ว่าปลายทั้งสองข้างจะอยู่สูงเท่ากันหรือต่างกัน

ถ้าความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันมีค่าเท่ากัน ดังนั้นเมื่อยกปลายสายพลาสติกทั้ง 2 ข้างให้เท่ากันหรือไม่เท่ากัน ระดับน้ำย่อมเท่ากัน

ถ้าความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันมีค่าเท่ากัน ดังนั้นเมื่อยกปลายสายพลาสติกทั้ง 2 ข้างที่มีขนาดต่าง ๆ ให้เท่ากันหรือไม่เท่ากัน ระดับน้ำในสายพลาสติกอยู่ในระดับเดียวกัน

ถ้าความดันอากาศที่ความสูงระดับเดียวกันเท่ากัน ดังนั้นเมื่อเพิ่มความดันอากาศที่ปลายข้างหนึ่งแล้ว ย่อมทำให้ระดับน้ำที่ปลายตรงกันข้ามอยู่สูงกว่าเสมอ

ถ้าระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศย่อมเท่ากัน ดังนั้นเมื่อใช้ขนาดสายพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ กัน ระดับน้ำที่ปลายสายพลาสติกทั้ง 2 ข้างไม่ว่าขนาดใดก็ตามย่อมอยู่ในระดับเดียวกันเสมอ ฯลฯ

5. ครูเตรียมเอกสารประกอบการเรียนและวัสดุอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนมโนทัศน์เกี่ยวกับคุณสมบัติของอากาศที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว จากนั้นครูใช้การสาธิตการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าอากาศมีแรงดัน โดยเอาน้ำใส่ถ้วยพลาสติกให้เต็ม ใช้กระดาษแข็งผิวหน้าเรียบปิดปากถ้วยไว้ แล้วเอามือข้างหนึ่งกดกระดาษแข็งนั้นแล้วค่อย ๆ คว่ำถ้วยลง ปล่อยมือจากกระดาษแข็ง แล้วค่อย ๆ เอียงถ้วยน้ำให้หงายขึ้นตามเดิม

2. ครูให้นักเรียนบอกผลการสังเกต (กระดาษแข็งยังคงติดอยู่ที่ปากถ้วยแม้คว่ำหรือเอียงน้ำก็ไม่หกออก) จากนั้นให้นักเรียนบอกถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดผลดังกล่าว (อากาศมีแรงดันหรือมีความดันอากาศ)

3. ครูสาธิตการทดลองเพื่อเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องความดันอากาศ โดยให้นักเรียน 2 คนแข่งขันดูดน้ำหวาน นักเรียนคนหนึ่งใช้หลอดปกติ ส่วนอีกคนใช้หลอดที่มีรูรั่ว (นักเรียนไม่เห็นรูรั่ว) ครูให้นักเรียนบอกผลการแข่งขัน (นักเรียนที่ใช้หลอดปกติชนะการแข่งขัน) จากนั้นครูถามนักเรียนที่ใช้หลอดที่มีรูรั่วเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถดูดน้ำหวานได้ (หลอดดูดมีรูรั่ว) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุดังกล่าว เพื่อสรุปว่าความดันอากาศเป็นสาเหตุสำคัญ เพราะขณะที่ดูดน้ำหวานจากหลอดปกติ ความดันอากาศภายในหลอดน้อยกว่าความดันภายนอก ดังนั้นความดันอากาศภายนอกจึงกดลงบนผิวหน้าของน้ำหวาน แล้วช่วยดันน้ำหวานไหลเข้ามาในหลอดทำให้ดูดได้เร็ว ส่วนหลอดดูดที่มีรูรั่วนั้น ความดันอากาศภายนอกสามารถเข้ามาตามรูรั่วเหล่านั้นได้โดยตรง ดังนั้นจึงทำให้ไม่สามารถดูดน้ำหวานได้

4. ครูสาธิตการทดลองโดยให้นักเรียน 2 คนใช้พลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 cm จุ่มลงในน้ำ(ที่ผสมสีย้อมผ้า) ให้น้ำเข้าไปอยู่ประมาณครึ่งสาย นักเรียนคนแรกจับปลายทั้งสองขึ้นให้อยู่ในระดับเดียวกัน ส่วนอีกคนจับปลายทั้งสองขึ้นให้อยู่ต่างระดับกัน (ครูไม่ได้บอกให้นักเรียนทั้งชั้นทราบ)

5. ครูซักถามเพื่อชักจูงให้นักเรียนมองเห็นปัญหา โดยใช้แนวคำถามดังนี้

บริเวณที่นักเรียนทั้ง 2 คนทำการทดลองอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลเท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)

วิธีการทดลองของนักเรียนทั้ง 2 คนเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร (ต่างกันเพราะคนหนึ่งจับปลายทั้งสองขึ้นให้อยู่ในระดับเดียวกัน ส่วนอีกคนจับปลายทั้งสองขึ้นให้อยู่ต่างระดับกัน)

ระดับน้ำที่ปลายทั้งสองของสายพลาสติกของนักเรียนทั้งสองคนเป็นอย่างไร (จะอยู่นิ่งและอยู่ในระดับเดียวกันเหมือนกัน)

สาเหตุใดที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้น (ความดันอากาศที่ผิวน้ำบริเวณปลายทั้งสองของสายพลาสติกเท่ากัน)

ขั้นการศึกษาสำรวจ (30 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน

2. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียน

3. ครูให้แต่ละกลุ่มศึกษาสำรวจเพื่อหาแนวทางตอบปัญหา โดยให้ศึกษาเอกสารประกอบการเรียน และร่วมกันอภิปรายผลการสังเกตจากการสาธิตการทดลอง เพื่อระบุปัญหา กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดสอบ และทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น แล้วให้ทำการทดสอบตามแนวทางดังกล่าว ครูเน้นว่าในการทำกิจกรรมกลุ่ม ขอให้นักเรียนต่างแสดงความคิดเห็นของตนให้มากที่สุด และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมกลุ่ม ทั้งนี้ให้นักเรียนสามารถมาหยิบอุปกรณ์การทดลองได้ตามต้องการ

4. นักเรียนทำการทดลอง และบันทึกผลตามแนวทางที่กลุ่มกำหนด

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลที่ได้จากการทดลอง

ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (25 นาที)

1. ครูให้แต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ตัวอย่างผล เช่น

ที่ระดับความสูงเท่ากัน ระดับน้ำทั้งสองข้างของสายพลาสติกจะเท่ากัน

ความดันอากาศที่ผิวน้ำของปลายทั้ง 2 ข้างเท่ากันเสมอ แม้ว่าจะยกปลายข้างหนึ่งสูงกว่าหรือต่ำกว่าปลายอีกข้างหนึ่ง

ขนาดของสายพลาสติกไม่มีผลต่อความดันอากาศที่อยู่ในระดับความสูงเดียวกัน

ระดับน้ำทั้งสองข้างในสายพลาสติกอยู่ในระดับเดียวกันเสมอ ไม่ว่าจะทดลองโดยใช้สายพลาสติกขนาดต่างกัน ฯลฯ

2. ครูถามว่ามีกลุ่มใดทำการทดลองโดยทำให้ความดันอากาศที่ปลายสายพลาสติกทั้งสองข้างต่างกัน หากมีกลุ่มใดออกแบบและทำการทดลอง ครูให้ออกมาสาธิตการทดลอง แต่ถ้าไม่มีกลุ่มใดทำ ครูจะกระตุ้นนักเรียนให้ร่วมกันทำการทดลอง โดยให้เป่าลมเข้าทางด้านใดด้านหนึ่งของสายพลาสติก และระวังไม่ให้น้ำออกมาจากสายพลาสติก ซึ่งพบว่าระดับน้ำของปลายข้างที่เป่าลมจะอยู่ต่ำกว่าปลายข้างที่ไม่ได้เป่าลม ครูซักถามเพิ่มเติมดังนี้

สาเหตุที่ทำให้ได้ผลดังกล่าว (การเป่าลมช่วยเพิ่มความดันอากาศ ดังนั้นข้างที่ถูกเป่าลมเข้าไปมีความดันอากาศสูง จึงดันน้ำให้สูงกว่าปลายข้างที่มีความดันต่ำกว่า)

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร (เมื่อความดันอากาศที่ปลายทั้งสองข้างต่างกัน ระดับน้ำย่อมสูงต่างกันด้วย)

3. ครูให้นักเรียนร่วมกันเขียนผลการทดลองในกระดานดำ ดังนี้

ตาราง ลักษณะของระดับน้ำในทั้งสองปลายของสายพลาสติกจากการทดลอง

การทดลอง	ลักษณะของระดับน้ำในทั้งสองปลาย	รูปแสดงลักษณะของระดับน้ำในทั้งสองปลาย
ปลายสายพลาสติกทั้ง 2 ข้างอยู่สูงเท่ากัน	เท่ากัน	
ปลายสายพลาสติกทั้ง 2 ข้างไม่ได้อยู่ระดับเดียวกัน	เท่ากัน	
เมื่อเป่าลมเข้าทางปลายสายพลาสติกด้านหนึ่ง	ระดับน้ำปลายด้านที่ไม่ได้เป่าสูงกว่าด้านที่เป่า	

4. ครูซักถามเพิ่มเติมโดยใช้แนวคำถามดังนี้

ผลการทดลองของนักเรียนและกลุ่มอื่นเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด(เหมือนกันเพราะทุกกลุ่มต่างทำการทดลองที่ระดับความสูงเดียวกันเมื่อเทียบจากระดับน้ำทะเล)

เพราะเหตุใดระดับน้ำที่ปลายทั้งสองข้างเท่ากัน แม้ว่าจะยกปลายข้างใดข้างหนึ่งสูงกว่าอีกข้าง (แม้ว่าปลายสายพลาสติกจะสูงไม่เท่ากันก็ตาม แต่ความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกัน สามารถดันให้ระดับน้ำสูงเท่ากัน)

ถ้าความดันอากาศที่ปลายทั้งสองข้างไม่เท่ากัน ระดับน้ำสองข้างจะเท่ากันหรือไม่อย่างไร เพราะเหตุใด (ระดับน้ำที่ปลายทั้งสองข้างไม่เท่ากัน ข้างที่มีความดันอากาศสูงอากาศจะมีแรงดันน้ำให้สูงกว่าปลายข้างที่มีความดันต่ำ เพราะความดันอากาศต่างกันย่อมดันให้น้ำสูงต่างกัน)

เพราะเหตุใดเมื่อใช้สายพลาสติกขนาดต่าง ๆ กันแล้ว ระดับน้ำที่ปลายทั้งสองข้างยังคงเท่ากัน หรือต่างกันเมื่อเพิ่มความดันอากาศที่ปลายข้างใดข้างหนึ่ง (ขนาดของสายพลาสติกไม่มีผลต่อความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกัน)

5. ครูอธิบายความรู้ที่เป็นพื้นฐานในการสร้างมโนทัศน์เพิ่มเติม ดังนี้

5.1 จากการทดลองที่มีการคว่ำแก้วน้ำและการแข่งขันการดูดน้ำหวาน ต่างแสดงให้เห็นว่าอากาศมีแรงดัน ซึ่งแรงดันอากาศจะกระทำต่อทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่บนโลก

5.2 แรงดันอากาศคือ แรงหรือน้ำหนักของอากาศที่กดลงบนพื้นที่ใด ๆ พื้นที่ที่มีขนาดใหญ่จะมีแรงหรือน้ำหนักของอากาศกดมากกว่าพื้นที่ที่มีขนาดเล็ก ๆ ดังนั้นแรงดันอากาศจึงขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่รองรับแรงดันนั้น ค่าของแรงดันที่กระทำต่อพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย เรียกว่าค่าความดันอากาศหรืออาจเรียกว่า ความดันบรรยากาศได้ ส่วนในการพยากรณ์อากาศมักเรียกว่าความกดอากาศ ความดันอากาศมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรของปรอท (mm) หรือนิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) (นิวตันเป็นหน่วยของแรง)

6. ครูให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ดังนี้

1) ความดันอากาศ คือ แรงดันของอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดัน

2) ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน

ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาสำรวจเพิ่มเติม เพื่อเป็นการนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้มาใช้ในสถานการณ์อื่น โดยให้นักเรียนตรวจสอบว่ากระดานดำ โต๊ะนักเรียน หรือตู้เก็บอุปกรณ์การทดลอง อยู่ในระดับเดียวกันหรือไม่ ครูบอกให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้แล้วมากำหนดสมมติฐาน และวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. ครูให้นักเรียนเสนอวิธีการทดลองและผลการทดลอง ทั้งนี้หากนักเรียนทำการทดลองได้ยังไม่ถูกต้อง ครูจะอธิบายความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความเข้าใจและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ตัวอย่างวิธีการทดลอง

2.1 นำสายพลาสติกที่มีน้ำบรรจุอยู่ประมาณ ¾ ของความยาวสายพลาสติก ยกปลายทั้งสองวางทาบกับกระดานดำ โดยไม่ให้น้ำในสายพลาสติกหกออกมา เมื่อระดับน้ำในสายพลาสติกทั้งสองอยู่นิ่งแล้วใช้ชอล์กขีดรอยบนกระดานดำให้ตรงกับระดับน้ำที่ปลายทั้งสองข้างของสายพลาสติก

2.2 ให้ปลายสายพลาสติกด้านซ้ายมือตรึงอยู่กับที่ แล้วเลื่อนปลายสายพลาสติกด้านขวามือจากตำแหน่งเดิมไปทางด้านขวาที่ตำแหน่งใดก็ได้ โดยให้ระดับน้ำด้านซ้ายมืออยู่ที่ตำแหน่งเดิม สังเกตระดับน้ำในปลายสายพลาสติกด้านขวามือ ใช้ชอล์กขีดรอยบนกระดานดำให้ตรงกับระดับน้ำในปลายสายพลาสติกด้านขวามือ

2.3 ทำซ้ำเช่นเดิม แต่เลื่อนปลายสายพลาสติกด้านขวาไปอีกตำแหน่งหนึ่ง สังเกตระดับน้ำ ใช้ชอล์กขีดรอยบนกระดานดำให้ตรงกับระดับน้ำอีกครั้ง

2.4 ลากเส้นต่อระหว่างรอยขีดทั้งสามบนกระดานดำ

ผลการทดลองพบว่า เมื่อลากเส้นต่อระหว่างรอยขีดทั้งสามบนกระดานดำแล้ว รอยขีดทั้งสามอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

3. ครูให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์เพิ่มเติมคือ ในการทำอุปกรณ์ตรวจสอบแนวระดับสำหรับใช้ในงานก่อสร้างใช้หลักการที่ว่า ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน

ขั้นประเมินผล

ครูประเมินจากการตอบคำถาม การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนภายในกลุ่มและในชั้นเรียน การตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียนและแบบฝึกหัดท้ายบท และประเมินพัฒนาการในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน

สื่อการสอน

1. สายพลาสติกขนาดต่าง ๆ
2. น้ำและถังพลาสติก
3. กระดานดำ โต๊ะนักเรียน และตู้เก็บอุปกรณ์การทดลอง
4. กระดาษโปสเตอร์และปากกา
5. เอกสารประกอบการเรียน
4. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305

ตัวอย่างเอกสารประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้
เรื่อง ความดันอากาศ ตอนที่ 1

บทนำ

นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่าเมื่อเป่าลูกโป่งแล้ว ลูกโป่งจะมีลักษณะอย่างไร หรือเวลาที่ยางรถจักรยานแบนแล้วสูบลมเข้าไป มีอะไรเกิดขึ้นกับยางรถนั้น สิ่งที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นลูกโป่งหรือรถจักรยานนี้ ล้วนเป็นเพราะอากาศมีแรงดัน แรงดันอากาศนี้จะกระทำต่อทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่บนโลก แรงดันอากาศบนพื้นที่ขนาดต่าง ๆ กันจะมีค่าต่างกัน เราเรียกค่าของแรงดันอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดันนั้นว่า ค่าความดันอากาศ นักเรียนทราบหรือไม่ว่าความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันเป็นอย่างไร และความดันอากาศมีความสัมพันธ์กับระดับความสูงอย่างไร

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อทดลองและสรุปเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกัน
2. เพื่ออธิบายเกี่ยวกับการนำหลักการเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเท่ากันไปใช้ประโยชน์

วัสดุอุปกรณ์

สายพลาสติกขนาดต่าง ๆ	น้ำ	กระดานดำ
ถังพลาสติก	กระดาษโปสเตอร์	ปากกา
โต๊ะนักเรียน	ไม้บรรทัด	

วิธีดำเนินการ

1. นักเรียนสังเกตเห็นว่าเพื่อน 2 คนต่างใส่น้ำในสายพลาสติกคนละสาย หลังจากนั้นแต่ละคนจับปลายทั้งสองข้างของสายพลาสติกขึ้น ระดับน้ำที่ปลายสายพลาสติกทั้งสองข้างของสายพลาสติกแต่ละสายที่เพื่อนทั้งสองคนยกขึ้นเป็นอย่างไร บริเวณที่เพื่อนทั้งสองคนนี้ทำการทดลองอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลเท่ากันหรือไม่ และลักษณะการจับปลายของสายพลาสติกของทั้งสองคนเป็นอย่างไร จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันคิดถึงสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดผลดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากสาเหตุในข้อ 1 ปัญหาที่ต้องศึกษา คือ .....

.....

3. นักเรียนสามารถกำหนดสมมติฐานจากปัญหาดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง ลองช่วยกันกำหนดสมมติฐานหลาย ๆ สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนช่วยกันเลือกสมมติฐาน(จากที่กำหนดไว้ในข้อ 3) ที่กลุ่มคิดว่าเหมาะสมที่สุด แล้วออกแบบวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น การทดลองที่ช่วยกันคิดมีขั้นตอนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนเลือกหยิบอุปกรณ์ที่ต้องการและทำการทดลอง โดยบันทึกผลตามแนวทางที่กลุ่มร่วมกันกำหนด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. นักเรียนสามารถตอบปัญหาที่ต้องการศึกษาได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

8. ถ้านักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่า กระดานดำ โต๊ะของนักเรียน หรือตู้เก็บอุปกรณ์การทดลอง อยู่ในระดับเดียวกันหรือไม่ นักเรียนจะทำการทดสอบเพื่อตอบคำถามนี้ได้อย่างไร ลองทำการทดสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแผนการสอน
แบบที่ 2

เรื่อง ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์
วิชา วิทยาศาสตร์ ว 101 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 1
เวลาที่ใช้ 2 คาบ (100 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถบอกลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อหาสาระ

นักวิทยาศาสตร์มีลักษณะนิสัยที่สำคัญดังนี้

1. การเป็นคนช่างสังเกตเป็นลักษณะนิสัยสำคัญเบื้องต้น ที่นำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ และเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันเข้าไปสำรวจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวโดยไม่ลงความคิดเห็นส่วนตัว ทั้งนี้เป็นสิ่งที่สามารถฝึกฝนได้ เมื่อสังเกตสิ่งใดต้องสังเกตอย่างละเอียดโดยใช้ประสาทสัมผัสให้มากที่สุด แต่ต้องระวังความปลอดภัยด้วย

2. การเป็นคนช่างคิดช่างสงสัยทำให้เกิดความคิดต่อเนื่องซึ่งนำไปสู่การแสวงหาความรู้ได้

3. การเป็นคนมีเหตุผล ทำให้บุคคลนั้นเชื่อว่าเมื่อมีผลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งเกิดขึ้น ย่อมต้องมีสาเหตุที่ทำให้เกิด ดังนั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลหลาย ๆ อย่างประกอบการพิจารณา ก่อนลงความเห็นหรือตัดสินใจ

4. การเป็นคนมีความพยายามและความอดทนช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการค้นคว้าหาความรู้ เพราะการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำการทดลองซ้ำ และใช้ระยะเวลานานในการศึกษา

5. การเป็นคนที่มีความคิดริเริ่มช่วยให้ได้ความรู้และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ตลอดเวลา

6. การทำงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน คือ มีการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสรุปผล ซึ่งจัดเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการดังกล่าวในการค้นคว้าหาความรู้ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

มโนทัศน์ที่ต้องการสอน

ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การเป็นคนช่างสังเกต การเป็นคนช่างคิดช่างสงสัย การเป็นคนมีเหตุผล การเป็นคนมีความพยายามและความอดทน การเป็นคนมีความคิดริเริ่ม และการเป็นคนทำงานอย่างมีระบบ

ขั้นเตรียมการเรียนการสอน

1. ครูศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครู เพื่อพิจารณามโนทัศน์ที่ต้องสอนในเรื่อง ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์

2. ครูวางแผนและกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน คือ ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

3. ครูกำหนดวิธีการเสนอปัญหาโดยการซักถาม

4. ครูเตรียมเอกสารประกอบการเรียนและข้อมูลสำหรับการศึกษาสำรวจเพิ่มเติม

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (5 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยทบทวนมโนทัศน์เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ตั้งคำถามหรือระบุปัญหาที่ได้จากการสังเกต คาดคะเนคำตอบหรือกำหนดสมมติฐาน ทดลอง และสรุปผล)

2. ครูซักถามนักเรียนว่า นักวิทยาศาสตร์มีลักษณะนิสัยอย่างไร

ขั้นการศึกษาสำรวจ (30 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน

2. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนและข้อมูลให้ทำการศึกษาสำรวจ คือ ตารางวิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของนักวิทยาศาสตร์

3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารประกอบการเรียน และร่วมกันศึกษาสำรวจข้อมูลจากตารางเพื่อตอบปัญหาดังกล่าวโดยให้กำหนดแนวทางการศึกษาข้อมูลเอง ซึ่งครูเน้นว่าในการทำกิจกรรมกลุ่ม ขอให้นักเรียนต่างแสดงความคิดเห็นของตนให้มากที่สุด และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมกลุ่ม

4. นักเรียนทำศึกษาสำรวจตามวิธีการที่กลุ่มกำหนด

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ

ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (40 นาที)

1. ครูให้แต่ละกลุ่มเสนอผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ตัวอย่างผล เช่น

ลักษณะนิสัยเด่นของกาลิเลโอ คือ การช่างสังเกต

ทอมัส แอลวา เอดิสัน มีลักษณะนิสัยขยันและอดทนจึงทำให้ประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ มากมาย ฯลฯ

2. ครูให้นักเรียนพิจารณาว่า ผลของแต่กลุ่มเหมือนกันหรือต่างกันหรือไม่ หากได้ผลต่างกัน ครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายผลดังกล่าว ทั้งนี้ครูซักถามถึงเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการสรุปลักษณะนิสัยเด่นของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านดังนี้

2.1 เหตุใดนักเรียนจึงวิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของกาลิเลโอ คือ การเป็นคนช่างสังเกต ทั้งนี้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของการเป็นคนช่างสังเกตของกาลิเลโอ

2.2 เหตุใดนักเรียนจึงวิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของเซอร์ ไอแซก นิวตัน คือ การเป็นคนช่างคิดช่างสงสัย ทั้งนี้ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของการเป็นคนช่างคิดช่างสงสัยของเซอร์ ไอแซก นิวตัน

2.3 เหตุใดนักเรียนจึงวิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของทอมัส แอลวา เอดิสัน และมารี คูรี คือ การเป็นคนมีความพยายามและความอดทน ทั้งนี้ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของการเป็นคนมีความพยายาม และความอดทน ของทอมัส แอลวา เอดิสัน และ มารี คูรี

2.4 เหตุใดนักเรียนจึงวิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของโรเจอร์ เบคอน คือ การเป็นคนที่มีความคิดริเริ่ม ทั้งนี้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของการเป็นคนที่มีความคิดริเริ่มของโรเจอร์ เบคอน ทั้งนี้ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น ๆ ที่มีลักษณะเด่นในด้านการเป็นคนที่มีความคิดริเริ่ม คือ ลีโอนาโด ดาวินชี (เป็นผู้นำความคิดของโรเจอร์ เบคอน ไปวาดภาพจำลองต่าง ๆ ของสิ่งที่จะช่วยให้คนบินได้) เซอร์ ยอร์จ เคย์ลีย์ (เป็นผู้บุกเบิกสร้างเครื่องร่อน) วิลเบอร์และออร์วิล ไรต์ (เป็นผู้ทดลองสร้างเครื่องร่อนพร้อมทั้งปรับปรุงให้ดีจนกลายเป็นเครื่องบิน)

2.5 เหตุใดนักเรียนวิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว คือ การเป็นคนช่างสังเกต การเป็นคนมีความพยายามและความอดทน และการเป็นคนทำงานอย่างเป็นระบบหรือใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงพระปรีชาสามารถของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว

3. ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติม ดังนี้

3.1 การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้นและผิวกาย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน เพื่อสำรวจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว โดยไม่ลงความคิดเห็นส่วนตัว การเป็นคนช่างสังเกตจึงเป็นลักษณะนิสัยสำคัญเบื้องต้นที่นำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ และเป็นลักษณะนิสัยที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและจากกิจกรรมไข่จม - ไข่ลอย นักเรียนจะพบว่าในขณะที่ทำการทดลอง นักเรียนแต่ละคนได้ความรู้เพิ่มเติมแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดในการสังเกตของแต่ละคน ดังนั้นในการศึกษาสิ่งต่าง ๆ จึงควรรับฟังสิ่งที่คนอื่นสังเกตได้ด้วย เพื่อให้เกิดแนวคิดกว้างขวาง นักวิทยาศาสตร์จึงต้องยอมรับฟังความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น ๆ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันอยู่เสมอ เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

3.2 ในการสังเกตสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หากสังเกตเพียงอย่างเดียว นักเรียนได้ความรู้เฉพาะสิ่งที่สังเกตได้เท่านั้น แต่ถ้าหากสังเกตแล้วเกิดสงสัย และตั้งคำถามหรือปัญหาตลอดจนคิดความสงสัยเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง เช่น เพราะเหตุใดจึงเกิด

เช่นนั้น เกิดขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น ดังนั้นการเป็นคนช่างคิดช่างสงสัยเช่นนี้ ทำให้เกิดความคิดต่อเนื่องซึ่งนำไปสู่การแสวงหาความรู้ได้

3.3 เมื่อต้องการตอบปัญหา คนที่มีเหตุผลย่อมเชื่อว่าเมื่อมีผลหรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดเกิดขึ้นย่อมต้องมีสาเหตุที่ทำให้เกิด ดังนั้นจึงค้นคว้าหาสาเหตุอย่างละเอียดและรอบคอบ

3.4 ในการศึกษาเพื่อหาคำตอบของปัญหา บางครั้งต้องอาศัยความพยายามและความอดทนมาก เพราะต้องใช้ระยะเวลานานในการศึกษา การเป็นคนมีความพยายามและความอดทนจะช่วยให้ประสบความสำเร็จในการค้นคว้าหาความรู้ และเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอีกด้วย

3.5 นอกจากนี้คนที่มีความคิดริเริ่ม คือ มีความกล้าที่จะคิดหรือทำสิ่งแปลกไปจากที่มีคนคิดหรือทำอยู่แล้ว จะทำให้ได้ความรู้และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ อยู่ตลอดเวลา

3.6 ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาหรือความรู้ใหม่ ๆ หากบุคคลนั้นทำงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน คือ มีการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสรุปผล ซึ่งจัดเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้ประสบความสำเร็จในการแสวงหาความรู้และการนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

4. ครูให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ คือ

ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การเป็นคนช่างสังเกต การเป็นคนช่างคิดช่างสงสัย การเป็นคนมีเหตุผล การเป็นคนมีความพยายามและความอดทน การเป็นคนมีความคิดริเริ่ม และการเป็นคนทำงานอย่างมีระบบ

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ไทย โดยใช้แนวคำถามดังนี้

นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ไทยมีลักษณะนิสัยเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ต่างประเทศหรือไม่

นักเรียนรู้จักนักวิทยาศาสตร์ไทยท่านใดบ้าง ให้ยกตัวอย่าง (ครูอาจยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ไทยในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถยกตัวอย่างได้)

ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (25 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสำรวจกรณีตัวอย่าง เพื่อเป็นการนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะนิสัยของกรณีตัวอย่าง (ครูให้เวลาประมาณ 5 นาที)

2. ครูให้นักเรียนเสนอผลการศึกษา และเหตุผลที่ใช้ในการวิเคราะห์ (เด็กชายสุรศักดิ์เป็นคนช่างสังเกต ช่างคิดสงสัย มีเหตุผล และทำงานอย่างมีระบบ) (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

3. ครูให้นักเรียนตอบคำถามเรื่อง อุบัติเหตุไฟไหม้ (ในหนังสือเรียนหน้า 8) เรื่อง คนขับรถแท็กซี่ถูกจี้ (ในหนังสือเรียนหน้า 9) และเหตุการณ์ที่เกิดในครอบครัวหนึ่งที่มีสมาชิกหลายคนท้องเสียเนื่องจากการรับประทานอาหาร (ในหนังสือเรียนหน้า 11 - 12) (ครูให้เวลาประมาณ 10 นาที) และครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลอีกครั้ง (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

ขั้นประเมินผล

ครูประเมินจากการตอบคำถาม การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนภายในกลุ่มและในชั้นเรียน การตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน กรณีตัวอย่าง และเรื่องต่าง ๆ

สื่อการสอน

1. ตาราง วิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของนักวิทยาศาสตร์
2. กรณีตัวอย่าง เรื่องเด็กชายสุรศักดิ์
3. เอกสารประกอบการเรียน
4. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ท่านต่าง ๆ แล้ววิเคราะห์ว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านมีลักษณะนิสัยเด่นด้านใด

ตาราง วิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของนักวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์	ลักษณะนิสัยเด่น
1. กาลิเลโอ นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี ได้สังเกตการแกว่งไปมาของโคมไฟในโบสถ์และจับเวลาในการแกว่งแต่ละรอบ โดยเทียบกับการเต้นของชีพจรของเขา แล้วพบว่าการแกว่งไปมาของโคมไฟในแต่ละรอบใช้เวลาเท่ากัน แม้ช่วงกว้างของการแกว่งจะต่างกัน ซึ่งข้อค้นพบนี้เป็นหลักการในการประดิษฐ์นาฬิกาลูกตุ้ม นอกจากนี้เขาเฝ้าสังเกตดวงดาวในท้องฟ้าในตอนกลางคืนเสมอ จึงสร้างกล้องโทรทรรศน์เพื่อใช้ในการสังเกต ซึ่งทำให้พบบริวารของดาวพฤหัสบดี	
2. ทอมัส แอลวา เอดิสัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ใช้เวลาคร่ำเคร่งกับงานทดลอง ใช้วัสดุที่เหมาะสมในการทำหลอดไฟฟ้า โทรศัพท์ วิทยุกระจายเสียง และ สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ รวมเป็น 1,328 รายการ	
3. มารี คูรี นักวิทยาศาสตร์ชาวโปแลนด์ ใช้เวลาในการแยกธาตุเรเดียมที่ให้กัมมันตภาพรังสี ซึ่งมีประโยชน์ในการรักษาโรคมะเร็ง โดยใช้เวลานานถึง 4 ปี	
4. โรเจอร์ เบคอน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ มีความคิดแปลกไปจากคนอื่น โดยคิดฝันว่ามนุษย์สามารถบินได้เหมือนนก ถ้าติดปีกและกระพือเช่นนก ซึ่งเป็นแนวคิดในการสร้างเครื่องร่อน	
5. เซอร์ ไอแซก นิวตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษที่เมื่อเห็นการหล่นของแอปเปิ้ล ซึ่งทำให้เขาแปลกใจแล้วเกิดคำถามว่า เมื่อแอปเปิ้ลหลุดจากต้นแล้วเหตุใดจึงตกสู่พื้นดิน ไม่ล่องลอยไปในอากาศ เขาจึงทำการศึกษา ค้นคว้าและทดลอง จนได้ความรู้ว่าแอปเปิ้ลตกลงสู่พื้นดินเกิดจากแรงดึงดูดของโลก ซึ่งเป็นการค้นพบกฎความโน้มถ่วง	
6. พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย ทรงสังเกตและทำการศึกษาปฏิบัติการทดลองด้วยพระองค์เองจนสามารถพยากรณ์ไว้ล่วงหน้า 2 ปีว่าจะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงและปรากฏการณ์ดังกล่าวได้เกิดขึ้นตามที่ทรงทำนาย	

คำชี้แจง ให้นักเรียนร่วมกันศึกษากรณีตัวอย่างต่อไปนี้

สุรศักดิ์ สังเกตว่าแก้วน้ำที่เขาใส่น้ำไว้เต็มปรี่ เมื่อตั้งทิ้งไว้ 2 วัน ปริมาณน้ำลดลง เขาสงสัยว่าน้ำหายไปไหน หลังจากนั้นเขาลองนำขวดใส่น้ำเต็มพอดีเช่นกัน ไปตั้งทิ้งไว้ที่เดิม 2 วัน ต่อมาเขาพบว่าปริมาณน้ำลดเช่นเดียวกัน แสดงว่ามีน้ำหายไป

นักเรียนคิดว่า สุรศักดิ์มีลักษณะนิสัยบางอย่างเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ ถ้ามี ได้แก่ลักษณะนิสัยใดบ้าง เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น ลองช่วยกันค้นหาคำตอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างเอกสารประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้
เรื่อง ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์

บทนำ

นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มากมาย ในการศึกษาเหล่านี้นอกจากจะใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว อีกสิ่งหนึ่งที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการทำงาน คือ ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนทราบหรือไม่ว่าลักษณะนิสัยเหล่านั้นมีอะไรบ้าง และเหตุใดจึงสามารถช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ได้จนเป็นผลสำเร็จ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อให้สามารถบอกลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ได้

วัสดุอุปกรณ์

ตาราง วิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของนักวิทยาศาสตร์

กรณีตัวอย่าง เรื่อง เด็กชายสุรศักดิ์

วิธีดำเนินการ

1. นักเรียนทราบหรือไม่ว่า นักวิทยาศาสตร์มีลักษณะนิสัยเด่นอะไรบ้าง จึงทำให้สามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้จนเป็นผลสำเร็จ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาตาราง วิเคราะห์ลักษณะนิสัยเด่นของนักวิทยาศาสตร์

2. ในตารางดังกล่าวได้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์จำนวน 6 ท่าน นักเรียนจะมีขั้นตอนศึกษาตารางนี้อย่างไร เพื่อสามารถสรุปนิสัยเด่นของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. หลังจากการศึกษาตารางแล้ว นักเรียนสรุปลักษณะนิสัยเด่นของนักวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยลักษณะนิสัยอะไรได้บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนได้ทราบแล้วว่า ลักษณะนิสัยที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการค้นคว้าหาความรู้มีอะไรบ้างแล้ว ขอให้แต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษากรณีตัวอย่าง ซึ่งเป็นเรื่องราวของเด็กชายสุรศักดิ์ แล้วให้ช่วยกันค้นหาคำตอบว่า *สุรศักดิ์มีลักษณะนิสัยบางอย่างเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ ถ้ามี ได้แก่ลักษณะนิสัยใดบ้าง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสุรศักดิ์มีลักษณะนิสัยเช่นนั้น*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ขอให้นักเรียนพิจารณาตนเองในประเด็นต่อไปนี้

5.1 นักเรียนคิดว่าตัวของนักเรียนเองมีลักษณะนิสัยเหมือนนักวิทยาศาสตร์บ้างหรือไม่ ถ้ามี นักเรียนคิดว่าได้แก่ลักษณะนิสัยใด ให้ยกตัวอย่างประกอบด้วย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.2 นักเรียนคิดว่า ถ้าหากนักเรียนสามารถฝึกตนเองให้มีลักษณะนิสัยเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ เช่น การเป็นคนช่างสังเกต การเป็นคนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แล้ว จะมีผลดีต่อตัวของนักเรียนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแผนการสอน

แบบที่ 3

เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน : แร่ธาตุ

วิชา วิทยาศาสตร์ ว 203 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

เวลาที่ใช้ 2 คาบ (100 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ชี้บ่งแหล่งที่มาของสารอาหารประเภทแร่ธาตุได้
2. อธิบายความสำคัญของแร่ธาตุบางชนิดที่มีต่อร่างกายได้
3. อธิบายและชี้บ่งโรคที่เกิดจากการขาดแร่ธาตุบางชนิดได้

เนื้อหาสาระ

แร่ธาตุเป็นสารอาหารอีกประเภทหนึ่งที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่ร่างกายต้องการและขาดไม่ได้เพราะเป็นส่วนประกอบของอวัยวะบางอย่าง เป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆในร่างกาย และช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ให้ทำหน้าที่เป็นปกติ ร่างกายต้องการแร่ธาตุหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ฯลฯ ซึ่งแร่ธาตุแต่ละชนิดมีความสำคัญและจำเป็นต่อร่างกายแตกต่างกันและมีอยู่ในแหล่งอาหารต่าง ๆ กัน ถ้าร่างกายของเราขาดแร่ธาตุบางชนิด ระบบการทำงานอาจผิดปกติ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคคอพอก โรคเอ๋อ โรคโลหิตจาง เป็นต้น

มโนทัศน์ที่ต้องการสอน

1. แร่ธาตุเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่มีความสำคัญสำหรับร่างกาย เพราะเป็นส่วนประกอบของอวัยวะบางอย่าง เป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ในร่างกายและช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายให้ทำหน้าที่เป็นปกติ

2. ถ้าร่างกายขาดแร่ธาตุบางชนิด อาจทำให้ระบบการทำงานของร่างกายผิดปกติไป มีผลทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้

ขั้นเตรียมการเรียนการสอน

1. ครูศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครู เพื่อพิจารณาว่าในเรื่องสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน : แร่ธาตุมีมโนทัศน์ใดบ้างที่ต้องสอน จากการศึกษาดังกล่าวมโนทัศน์ที่ต้องสอน ได้แก่ความสำคัญของแร่ธาตุ และแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกายต้องการ

2.ครูวางแผนและกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน ในเรื่องนี้ปัญหาที่กำหนด คือ โรคเอ๋อเกิดจากการขาดแร่ธาตุใด

3. ครูกำหนดวิธีการเสนอปัญหา โดยการซักถามและการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามที่นำไปสู่ปัญหาที่ครูกำหนดไว้

4. ครูคาดคะเนถึงสมมติฐานหลาย ๆ แนวทาง ที่คาดว่านักเรียนจะกำหนดได้จากปัญหาดังกล่าว เช่น

ถ้าคนในหมู่บ้านขาดแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสมองแล้ว ดังนั้นเด็กที่เกิดมาจึงเป็นโรคปัญญาอ่อน

แร่ธาตุบางอย่างจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายโดยเฉพาะสมอง ดังนั้นผู้หญิงที่กำลังตั้งครรภ์ที่ขาดแร่ธาตุชนิดนั้น จึงทำให้ลูกที่เกิดมาเป็นโรคปัญญาอ่อนได้

ธาตุไอโอดีนช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย ดังนั้นเด็กที่ขาดธาตุไอโอดีนจึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่

ถ้าแม่ขาดสารอาหารบางอย่างแล้ว เด็กที่เกิดมาจะเป็นโรคปัญญาอ่อนได้ ฯลฯ

5. ครูเตรียมเอกสารประกอบการเรียนและข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการศึกษา

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (10 นาที)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนมโนทัศน์เกี่ยวกับสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานที่เรียนรู้ไปแล้ว จากนั้นซักถามและใช้ภาพโฆษณาอาหารประกอบ ดังนี้

นักเรียนคิดว่าสารอาหารใดเป็นสารอาหารประเภทที่ไม่ให้พลังงานนอกจากวิตามิน (แร่ธาตุ)

นักเรียนรู้จักแร่ธาตุใดบ้าง (แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ฯลฯ)

นักเรียนเคยสังเกตแผ่นโฆษณาอาหารโดยเฉพาะอาหารนมหรือไม่ (ครูเสนอแผ่นโฆษณาต่าง ๆ เช่น แผ่นโฆษณานมตราแคลซีเม็กซ์ที่มีคำโฆษณาว่า "อายุ 70 มีเงินก็ซื้อแคลเซียมให้กระดูกไม่ได้" แผ่นโฆษณานมตราหมีที่เสนอเป็นเชิงถามว่า "ทำไมคุณจึงต้องการทั้งแคลเซียมและธาตุเหล็ก" แผ่นโฆษณาน้ำส้มแคลวีที่ระบุว่า"มีแคลเซียม 400 mg วิตามินละลายน้ำได้ 9 ชนิดและไอโอดีน" เป็นต้น)

จากแผ่นโฆษณาเหล่านี้ นักเรียนบอกความสำคัญของแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายได้ว่าอย่างไรบ้าง (แคลเซียมเป็นแร่ธาตุสำคัญต่อกระดูก ธาตุเหล็กช่วยบำรุงเลือด)

นอกจากนี้นักเรียนคิดว่าแร่ธาตุมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไรอีกบ้าง(เป็นส่วนประกอบของอวัยวะบางอย่าง เป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ในร่างกายและช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายให้ทำหน้าที่เป็นปกติ)

นักเรียนคิดว่าหากคนเราขาดแร่ธาตุบางชนิดแล้ว ร่างกายจะเป็นอย่างไร (ร่างกายไม่สามารถเจริญเติบโตได้เป็นปกติ เป็นโรคบางอย่างได้ เช่น โรคโลหิตจาง โรคคอพอก เป็นต้น)

ขั้นการศึกษาสำรวจ (35 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน

2. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนและกรณีตัวอย่าง เรื่องหมู่บ้านต้องคำสาป (เอกสารหมายเลข 1 ซึ่งเป็นสภาพของหมู่บ้านหนึ่งที่มีคนในหมู่บ้านนั้นป่วยเป็นโรคเอ๋อ)

3. ครูให้ทุกกลุ่มศึกษากรณีตัวอย่างโดยให้ร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดปัญหา สมมติฐาน ออกแบบการทดสอบสมมติฐานและทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น แล้วทำการทดสอบตามแนวทางดังกล่าว บันทึกผล และสรุปผลที่ได้จากการศึกษา โดยนักเรียนสามารถขอข้อมูลเพิ่มเติมได้เช่น ข้อมูลเกี่ยวสภาพทั่วไปของหมู่บ้าน รายละเอียดการสัมภาษณ์ผู้หญิงในหมู่บ้าน ตารางแสดงความสำคัญและแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกายต้องการ เป็นต้น ทั้งนี้ครูชี้แจงว่าหากนักเรียนต้องการข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งนอกเหนือจากที่ครูเตรียมไว้ ให้นักเรียนทำการค้นคว้าข้อมูลเหล่านั้นประกอบการศึกษาเพิ่มเติมในนอกเวลาเรียน อย่างไรก็ตามข้อมูลที่เตรียมไว้เพียงพอสำหรับการค้นคว้าในชั้นเรียน

4. นักเรียนทำการศึกษาข้อมูลตามแนวทางที่นักเรียนกำหนด

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลที่ได้จากการศึกษา

ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (25 นาที)

1. ครูเลือกกลุ่มหนึ่งให้ออกมาเสนอผลการศึกษาของกลุ่ม ได้แก่ ปัญหา สมมติฐาน วิธีการศึกษาเพื่อทดสอบสมมติฐาน และผลที่ได้จากการศึกษา ตัวอย่างผล เช่น

เนื่องจากคนในหมู่บ้านขาดแร่ธาตุบางชนิด จึงทำให้เป็นโรคปัญญาอ่อนได้

เด็กในหมู่บ้านขาดธาตุไอโอดีนซึ่งช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต ดังนั้นจึงเป็นโรคปัญญาอ่อนและร่างกายแคระแกรน

เนื่องจากแม่ขาดธาตุไอโอดีนในระหว่างตั้งครรภ์ ดังนั้นเด็กที่เกิดมาจึงเป็นโรคปัญญาอ่อน ฯลฯ

2. ครูให้กลุ่มอื่น ๆ เสนอแบบแผนที่ได้จากการทดลองเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลหลากหลายทั้งนี้ครูถามว่า ผลการศึกษาเป็นไปตามที่คาดไว้หรือไม่ และสามารถตอบปัญหาที่สงสัยได้หรือไม่

3. ครูอธิบายความรู้ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างมโนทัศน์เพิ่มเติมดังนี้

3.1 ชื่อ ลักษณะอาการ และสาเหตุของโรค (โรคเอ๋อเป็นโรคปัญญาอ่อนที่เกิดจากแม่ขาดความรู้ในเรื่องโภชนาการ ในระหว่างตั้งครรภ์ แม่ขาดธาตุไอโอดีนซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายและสมองของทารก ดังนั้นเมื่อคลอดออกมา ทารกจึงเป็นปัญญาอ่อน ถ้าเด็กมีสติปัญญาต่ำอย่างรุนแรง ก็จะมีอาการกระตุก ตาเหล่ ท่าเดินผิดปกติและเมื่อมีอายุมากขึ้น ก็ยังคงมีรูปร่างเหมือนเด็ก ตลอดจนไม่สามารถเรียนหนังสือได้ ถ้ามีสติปัญญาต่ำมาก เด็กจะเจริญเติบโตช้า เตี้ยแคระ หัวใจเต้นช้าและเคลื่อนไหวเชื่องช้า)

3.2 แหล่งที่พบผู้ป่วยโรคนี้คือ เขตพื้นที่ที่ดินขาดธาตุไอโอดีน เช่น ที่ราบสูงดอยในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.3 แหล่งอาหารที่ให้ไอโอดีน คือ อาหารทะเล และเกลือสมุทร

3.4 การป้องกันโรคเอ๋อจึงทำโดยการให้ความรู้แก่ประชาชน โดยเฉพาะในเขตพื้นที่เหล่านั้น ให้ตระหนักถึงความสำคัญของการกินอาหารให้ครบ 5 หมู่ และให้คำแนะนำในการรู้จักเลือกกินอาหาร โดยเฉพาะอาจใช้น้ำปลาอนามัยหรือเกลืออนามัย ซึ่งเป็นน้ำปลาและเกลือที่เติมไอโอดีนเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

4. ครูให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์เกี่ยวกับแร่ธาตุ ดังนี้

1) ไอโอดีนเป็นแร่ธาตุที่ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย หากขาดไอโอดีนก็จะทำให้เกิดโรคได้ เช่น โรคเอ๋อ

2) ถ้าร่างกายขาดแร่ธาตุบางชนิด อาจทำให้ระบบการทำงานของร่างกายผิดปกติไป มีผลทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้

5. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับตารางแสดงความสำคัญและแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกายต้องการ โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้ประกอบ

นักเรียนคิดว่า แร่ธาตุมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไรบ้าง (เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์บางชนิดและเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ช่วยในการเจริญเติบโต ฯลฯ)

ประชาชนในภาคใดของประเทศมีโอกาสเป็นโรคคอพอกมากที่สุด เพราะเหตุใด และมีวิธีป้องกันได้อย่างไร (ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะอยู่ห่างไกลทะเล โอกาสที่จะกินอาหารทะเลจึงมีน้อย โรคคอพอกป้องกันได้โดยบริโภคเกลือสมุทรหรือเกลืออนามัยเป็นประจำ)

ถ้านักเรียนต้องการให้กระดูกและฟันแข็งแรง ควรเลือกกินอาหารชนิดใด (ต้องกินอาหารที่มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสมาก ๆ เช่น นม เนื้อ ไข่ ปลาที่กินได้ทั้งกระดูก)

ผู้ที่เป็นโรคโลหิตจาง ควรกินอาหารประเภทใดเพิ่มเติม (เลือกกินอาหารที่มีธาตุเหล็กมาก ๆ)

จากตารางนี้นักเรียนสรุปได้ว่าอย่างไร (แร่ธาตุแต่ละชนิดมีความสำคัญต่อมนุษย์ต่างกัน เราสามารถพบแร่ธาตุในอาหารชนิดต่าง ๆ)

6. นักเรียนสรุปมโนทัศน์เพิ่มเติม ดังนี้

แร่ธาตุเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่มีความสำคัญสำหรับร่างกาย เพราะเป็นส่วนประกอบของอวัยวะบางอย่าง เป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ในร่างกาย และช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายให้ทำหน้าที่เป็นปกติ

ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (25 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสำรวจรายการอาหารที่นักเรียนกินในแต่ละวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์ว่าอาหารที่นักเรียนกินในแต่ละวันนั้นมีสารอาหารที่มีแร่ธาตุใดบ้าง และให้นักเรียนบอกแนวปฏิบัติในการเลือกกินอาหาร เพื่อให้ได้แร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย

2. ครูให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งเสนอผลการศึกษา และวิธีการดำเนินการของกลุ่ม ซึ่งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการศึกษานั้น

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนจัดทำรายงานเกี่ยวกับแร่ธาตุที่นักเรียนได้รับจากอาหารที่กินในแต่ละวัน ตลอด 1 สัปดาห์ และแร่ธาตุใดที่นักเรียนไม่ได้กิน ทั้งนี้ให้รายงานในสัปดาห์ถัดไป

ขั้นประเมินผล

ครูประเมินจากการตอบคำถาม การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนภายในกลุ่มและในชั้นเรียน การตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียนและรายงานที่มอบหมาย และประเมินพัฒนาการในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน

สื่อการสอน

1. กรณีตัวอย่าง เรื่อง หมู่บ้านต้องคำสาป
2. แผ่นโฆษณาอาหารต่าง ๆ
3. ตารางแสดงความสำคัญของแร่ธาตุและแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกายต้องการ
4. เอกสารประกอบการเรียน
5. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ว 203

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างเอกสารประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้
เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน : แร่ธาตุ

บทนำ

นักเรียนคิดว่าสารอาหารใดจัดว่าเป็นสารอาหารประเภทที่ไม่ให้พลังงาน นักเรียนเคยทราบเกี่ยวกับคำว่า แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก หรือไม่ มีประโยชน์ต่อร่างกายของเราอย่างไรบ้าง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ชี้บ่งแหล่งที่มาของสารอาหารประเภทแร่ธาตุได้
2. อธิบายความสำคัญของแร่ธาตุบางชนิดที่มีต่อร่างกายได้
3. อธิบายและชี้บ่งโรคที่เกิดจากการขาดแร่ธาตุบางชนิดได้

วัสดุอุปกรณ์

กรณีตัวอย่าง เรื่อง หมู่บ้านต้องคำสาป

แผ่นโฆษณาอาหารต่าง ๆ

ตาราง ความสำคัญของแร่ธาตุและแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกายต้องการ

วิธีดำเนินการ

1. นักเรียนทราบหรือไม่ว่า แร่ธาตุมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไรบ้าง เมื่อคนเราขาดแร่ธาตุบางชนิดแล้ว นักเรียนคิดว่าร่างกายจะเป็นอย่างไร

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษากรณีตัวอย่างเรื่อง หมู่บ้านต้องคำสาป และเอกสารข้อมูลต่าง ๆ เช่น สภาพทั่วไปของหมู่บ้าน บทสัมภาษณ์คนในหมู่บ้านที่ไชยาทำการสัมภาษณ์ และตารางแสดงความสำคัญของแร่ธาตุและแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกายต้องการ

3. นักเรียนคิดว่าปัญหาในเรื่องนี้คือ .....
.....

4. นักเรียนกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นอย่างไรบ้าง
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. นักเรียนมีวิธีการทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนกำหนดในข้อ 4 อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. นักเรียนเลือกสมมติฐานและวิธีการทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสมที่สุด คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. นักเรียนมีเหตุผลในการเลือกสมมติฐานและวิธีการทดสอบดังกล่าวคือ .....

.....

.....

.....

.....

7. ผลที่ได้จากการศึกษาคือ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. ผลการศึกษาที่ได้เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษากรณีตัวอย่างต่อไปนี้

กรณีตัวอย่างเรื่อง หมู่บ้านต้องคำสาป

ไชยาเป็นนักศึกษาคนหนึ่งที่ไปออกค่ายฤดูร้อน ครั้งนี้เขาไปยังหมู่บ้านในชนบทแห่งหนึ่งแถบภาคเหนือ หลายวันผ่านไปเขาก็เริ่มสังเกตเห็นว่า เด็ก ๆ ในหมู่บ้านหลายคน มีลักษณะปัญญาอ่อน บางคนเตี้ยแคระ หลายคนตาเหล่ มีท่าเดินผิดปกติ เด็กบางคนที่มีอายุมากแล้วก็ยังคงมีรูปร่างไม่โตยังเหมือนเป็นเด็กอยู่ แม้กระทั่งเมื่อสามเดือนที่แล้วสุนารีซึ่งเป็นผู้หญิงที่อยู่ในหมู่บ้านนี้ก็คลอดลูกชายออกมา ตอนแรกตาหนูก็ยังเป็นปกติอยู่ แต่พอตาหนูอายุได้จะ 4 เดือน ตาหนูก็เริ่มมีอาการคล้ายเด็กคนอื่นที่เป็นโรคนี้อยู่แล้ว ไชยาจึงเกิดความสงสัยว่าหมู่บ้านนี้เกิดอะไรขึ้น ทำไมเด็กในหมู่บ้านนี้จึงเป็นโรคเช่นนี้ อะไรที่มีผลทำให้เด็กมีลักษณะอาการโรคคล้ายกัน

ถ้านักเรียนเป็นไชยา นักเรียนจะตอบคำถามนี้ว่าอย่างไร ลองช่วยกันคิด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สภาพทั่วไปของหมู่บ้าน

หมู่บ้านนี้ตั้งอยู่ในจังหวัดน่านแต่อยู่ห่างจากตัวเมืองมาก การคมนาคมไม่สะดวก อาชีพหลัก คือ ทำนาและทอผ้า ชาวบ้านส่วนใหญ่มีรายได้ไม่มากนัก อาหารหลักของคนในหมู่บ้านนี้เป็นอาหารพื้นบ้านที่หาได้ในละแวกนั้น เช่น ข้าว ข้าวเหนียว น้ำพริก ผัก ปลา และหอยน้ำจืด คนในหมู่บ้านส่วนมากไม่ได้รับการศึกษา มีเพียงบางคนที่ไปเรียนหนังสือในตำบล

จากรายงานของสาธารณสุขจังหวัดน่านในปี พ.ศ. 2540 พบว่าเด็กในหมู่บ้านดังกล่าวมีจำนวน18 คน ที่ตรวจพบว่าป่วยเป็นโรคนี้

****

บทสัมภาษณ์คนในหมู่บ้านที่ใช้ในการสมภาษณ์

แดง เป็นหญิงอายุ 35 ปี มีลูก 1 คนอายุประมาณ 1 ขวบแล้วป่วยเป็นโรคดังกล่าว

ตัวอย่างบทสัมภาษณ์

ไชยา : ที่บ้านมีคนเป็นโรคนี้กี่คน

แดง : คนเดียว เพราะมีลูกแค่คนเดียว ตอนนี้ก็อายุ 1 ขวบแล้ว แต่แปลกนะตอนคลอดใหม่ ๆ ไม่เห็นเป็นอะไรเลย ก็แข็งแรงดี ยังร้องเสียงดังด้วย มาเริ่มไม่สบายเอาก็ตอนอายุเกือบ 4 เดือนเห็นจะได้

ไชยา : หมอที่ตรวจเขาว่าเป็นโรคอะไร

แดง : ยังไม่เคยพาลูกไปตรวจ เพราะคนแก่ในหมู่บ้านบอกว่าที่ลูกเป็นอย่างนี้ เพราะถูกผีลงโทษ

ไชยา : ทำไมจึงเชื่ออย่างนั้น

แดง : ก็ลูกของเพื่อน ๆ ก็เป็น อีกอย่างก็เป็นกันมาหลายชั่วคนแล้ว ฉันว่าฉันก็แข็งแรงดีนะ เพราะตอนที่ท้องก็ยังทอผ้าอยู่เลยไม่เห็นแพ้ท้องด้วย กินข้าวได้ตามปกติดี

ไชยา : แล้วกินอาหารอะไรบ้าง

แดง : ก็กินตามปกติที่เคยกิน กินข้าวบ้าง ข้าวเหนียวบ้าง ปลาก็กินนะ จับเอาที่คลองไงล่ะ ฉันว่าอาหารที่กินนี่ก็ดีอยู่แล้ว ไม่เห็นเป็นอะไรเลย แต่มีอยู่อย่างที่อยากกินแต่ไม่ได้กินก็ปลาทูน่ะ เห็นว่ากินกับน้ำพริกอร่อย แต่ก็หาซื้อไม่ได้ ที่นี่มันไกลจากทะเลน่ะสิ .....

ตาราง แสดงความสำคัญของแร่ธาตุและแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกาย

แร่ธาตุ	ความสำคัญ	แหล่งอาหาร
แคลเซียม	เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน ป้องกันโรคกระดูกพรุน ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เป็นธาตุที่จำเป็นในการแข็งตัวของเลือด	นม เนื้อ ไข่ และพืชต่าง ๆ ปลาที่กินได้ทั้งกระดูก
ฟอสฟอรัส	ช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน การดูดซึมของคาร์โบไฮเดรต การสร้างเซลล์สมองและประสาท	นม เนื้อ ไข่ พืชต่าง ๆ
เหล็ก	เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์บางชนิดและเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง	ตับ เนื้อวัว ผักสีเขียว ไข่แดง
ไอโอดีน	ช่วยในการเจริญเติบโต ป้องกันโรคคอพอกและโรคเอ๋อ	อาหารทะเล และเกลือสมุทร
โซเดียม	รักษาปริมาณน้ำในเซลล์ให้คงที่	เกลือ
แมกซีเนียม	ช่วยการทำงานของกล้ามเนื้อระบบประสาท	เนื้อวัว นม
กำมะถัน	จำเป็นสำหรับการสร้างโปรตีนในร่างกาย	ไข่ เนื้อสัตว์ นม
ซีลีเนียม	ช่วยในการผลิตเอนไซม์บางชนิด ช่วยป้องกันมะเร็งจากสารเคมีหรือพิษจากสิ่งแวดล้อม และป้องกันโรคหัวใจ	ผักต่าง ๆ เช่น บรอคโคลี เห็ด กะหล่ำปลี แตงกวา หอม กระเทียม

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างแผนการสอนกลุ่มควบคุม

แผนการสอนกลุ่มควบคุม
แผนการสอนที่ 1

เรื่อง สมบัติของอากาศ : ความดันอากาศ (1)

วิชา วิทยาศาสตร์ ว 305 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 3

เวลาที่ใช้ 2 คาบ (100 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของความดันอากาศได้
2. สรุปเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเท่ากันได้
3. อธิบายการนำหลักการเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเท่ากันไปใช้ประโยชน์ได้

เนื้อหาสาระ

อากาศมีแรงดัน แรงดันอากาศนี้จะกระทำต่อทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่บนโลก แรงดันอากาศ คือ แรงหรือน้ำหนักของอากาศที่กดลงบนพื้นที่ใด ๆ พื้นที่ขนาดใหญ่จะมีแรงหรือน้ำหนักของอากาศกดมากกว่าพื้นที่ขนาดเล็ก ดังนั้นแรงดันอากาศจึงขึ้นอยู่กับพื้นที่ ความดันอากาศ คือ แรงดันของอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดันนั้น ความดันอากาศอาจเรียกว่า ความดันบรรยากาศได้ ในการพยากรณ์อากาศเรียกความดันบรรยากาศหรือความดันอากาศว่า ความกดอากาศ

ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศเท่ากัน ที่ระดับความสูงต่างกัน ความดันอากาศต่างกัน หลักการดังกล่าวนำไปใช้ในการทำอุปกรณ์ตรวจสอบแนวระดับสำหรับใช้ในการก่อสร้าง เช่นการตรวจสอบว่า คานอยู่ในแนวระดับหรือไม่

มโนทัศน์ที่ต้องการสอน

1. ความดันของอากาศ คือ แรงดันของอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดัน
2. ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน
3. ในการทำอุปกรณ์ตรวจสอบแนวระดับสำหรับใช้ในงานก่อสร้างใช้หลักการที่ว่า ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน

ขั้นเตรียมการเรียนการสอน

1. ครูศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครูเพื่อพิจารณามโนทัศน์ที่ต้องสอนในเรื่อง ความดันของอากาศ มโนทัศน์ที่ต้องสอน ได้แก่ ความหมายของความดันอากาศ ความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกัน การนำหลักการเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันไปใช้ ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงจากระดับน้ำทะเลกับความดันอากาศ

2. ครูวางแผนและกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องสอน คือ ความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวจะเท่ากันเสมอหรือไม่ อย่างไร

3. ครูกำหนดวิธีการเสนอปัญหา โดยการอภิปราย การสาธิตการทดลองและการซักถาม

4. ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับการทดลองตามที่กำหนดไว้ในหนังสือเรียน (กิจกรรมที่ 13.1)

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของลูกโป่งเมื่อถูกเป่าหรือเวลาที่ยางรถจักรยานแบนแล้วสูบลมเข้าไป มีอะไรเกิดขึ้นกับยางรถนั้น ซึ่งนำไปสู่ข้อสรุปว่า สิ่งที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นลูกโป่งหรือรถจักรยานนี้ต่างเป็นเพราะอากาศมีแรงดัน แรงดันอากาศจะกระทำต่อทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่บนโลก แรงดันอากาศบนพื้นที่ขนาดต่าง ๆ กัน จะมีค่าต่างกัน เราเรียกค่าของแรงดันอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดันนั้นว่า ค่าความดันอากาศ

2. ครูให้นักเรียน 2 คน แข่งขันดูดน้ำหวาน นักเรียนคนที่หนึ่งใช้หลอดปกติ ส่วนอีกคนใช้หลอดที่มีรูรั่ว (นักเรียนไม่เห็นรูรั่ว) ครูให้นักเรียนบอกผลการแข่งขัน (นักเรียนที่ใช้หลอดปกติชนะการแข่งขัน) จากนั้นครูถามนักเรียนที่ใช้หลอดที่มีรูรั่วถึงสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถดูดน้ำหวานได้ (หลอดดูดมีรูรั่ว)

3. ครูอภิปรายเพิ่มเติมว่า ความดันอากาศเป็นสาเหตุสำคัญ เพราะขณะที่ดูดน้ำหวานจากหลอดปกติ ความดันอากาศภายในหลอดน้อยกว่าความดันภายนอก ดังนั้นความดันอากาศภายนอกจึงกดลงบนผิวหน้าของน้ำหวาน แล้วช่วยดันน้ำหวานไหลเข้ามาในหลอดทำให้ดูดได้เร็ว ส่วนหลอดดูดที่มีรูรั่วนั้น ความดันอากาศภายนอกสามารถเข้ามาตามรูรั่วเหล่านั้นได้โดยตรง ดังนั้นจึงทำให้ไม่สามารถดูดน้ำหวานได้หรือดูดได้ยาก

4.ครูเสนอปัญหาที่ต้องการศึกษา คือ ความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันจะเท่ากันเสมอหรือไม่ อย่างไร

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (10 นาที)

ตอนที่ 1

1. ครูบอกจุดประสงค์ของการทดลองตอนที่ 1 (เพื่อทดลอง และสรุปเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเท่ากันได้)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดสมมติฐานคือ ถ้าความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันมีค่าเท่ากัน ดังนั้นระดับน้ำที่ปลายสายพลาสติกทั้ง 2 ข้างย่อมเท่ากัน

3. ครูอธิบายขั้นตอนการทดลองตามที่กำหนดในหนังสือเรียน (กิจกรรม 13.2) พร้อมทั้งสาธิตการใช้เครื่องมือ ดังนี้

3.1 ใช้สายพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 cm จุ่มลงในน้ำให้น้ำเข้าไปอยู่ประมาณครึ่งสาย

3. 2 จับปลายทั้งสองขึ้น อย่าให้น้ำในสายพลาสติกหกออกมา และให้ปลายทั้งสองอยู่ระดับเดียวกัน สังเกตดูระดับน้ำในสายพลาสติกทั้งสองปลายว่าเท่ากันหรือไม่

3.3 จับปลายด้านขวามือให้สูงกว่าปลายด้านซ้ายมือ แล้วเปลี่ยนให้ด้านซ้ายมืออยู่สูงกว่าปลายด้ายขวามือ สังเกตและเปรียบเทียบระดับน้ำในสายพลาสติกทั้งสองครั้ง

3.4 ลองเป่าลมเข้าทางด้านใดด้านหนึ่ง ระวังไม่ให้น้ำล้นออกจากสายพลาสติก สังเกตดูระดับน้ำที่ปลายอีกด้านหนึ่ง

4. ครูแนะนำวิธีบรรจุน้ำในสายพลาสติก โดยใช้สายพลาสติกจุ่มลงไปในน้ำให้น้ำไหลเข้าในสายพลาสติกเองหรือจะใช้ปากดูดน้ำจากปลายข้างหนึ่งก็ได้ แต่ต้องระวังไม่ให้มีฟองอากาศค้างอยู่ในสายพลาสติก

5. ครูบอกให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลที่ครูกำหนด

ขั้นทดลอง (20 นาที)

ตอนที่ 1

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน

2. ครูแจกอุปกรณ์การทดลองให้แต่ละกลุ่ม

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดในหนังสือเรียนและบันทึกผลตามที่ครูกำหนด

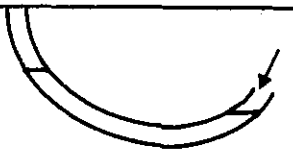
ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (10 นาที)

ตอนที่ 1

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ลักษณะของระดับน้ำในทั้งสองปลายของสายพลาสติก

การทดลอง	ลักษณะของระดับน้ำในทั้งสองปลาย	รูปแสดงลักษณะของระดับน้ำในทั้งสองปลาย
ปลายสายพลาสติกทั้ง 2 ข้างอยู่สูงเท่ากัน	เท่ากัน	
ปลายสายพลาสติกทั้ง 2 ข้างไม่ได้อยู่ระดับเดียวกัน	เท่ากัน	
เมื่อเป่าลมเข้าทางปลายสายพลาสติกด้านหนึ่ง	ระดับน้ำปลายด้านที่ไม่ได้เป่า สูงกว่าด้านที่เป่า	

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล โดยใช้แนวคำถามที่กำหนดในหนังสือเรียนดังต่อไปนี้

เมื่อปลายสายพลาสติกทั้งสองอยู่สูงเท่ากัน ระดับน้ำในปลายทั้งสองเป็นอย่างไร (เท่ากัน)

เมื่อปลายสายพลาสติกทั้งสองไม่ได้อยู่ระดับเดียวกัน ระดับน้ำในสายพลาสติกจะเท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)

ขณะที่เป่าลมเข้าทางปลายสายพลาสติกด้านซ้ายมือ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด (ระดับน้ำที่ปลายอีกด้านจะสูงกว่าด้านที่เป่า เพราะอากาศในสายพลาสติกด้านที่เป่ามีแรงดันเพิ่มขึ้น)

จากผลการทดลองนี้ จะสรุปเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับเดียวกันได้ว่าอย่างไร (ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน และเมื่อความดันอากาศที่ปลายทั้งสองไม่เท่ากัน ระดับน้ำในปลายสายพลาสติกทั้งสองข้างไม่เท่ากัน)

ถ้าความดันอากาศที่ปลายทั้งสองข้างไม่เท่ากัน ระดับน้ำสองข้างจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด (ไม่เท่ากัน เพราะความดันอากาศที่ปลายทั้งสองไม่เท่ากัน)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (10 นาที)

ตอนที่ 2

1. ครูบอกจุดประสงค์ของการทดลองตอนที่ 2 (เพื่อทดลองโดยการนำหลักการเกี่ยวกับความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันได้)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดสมมติฐาน คือ ถ้าความดันอากาศที่ระดับความสูงเดียวกันมีค่าเท่ากัน ดังนั้นระดับน้ำที่ปลายสายพลาสติกทั้ง 2 ข้างย่อมเท่ากัน

3. ครูอธิบายขั้นตอนการทดลองตามที่กำหนดในหนังสือเรียน (กิจกรรม 13.2) และสาธิตการใช้เครื่องมือ ดังนี้

3.1 นำสายพลาสติกที่มีน้ำบรรจุอยู่ประมาณ $\frac{3}{4}$ ของความยาวสายพลาสติก ยกปลายทั้งสองวางทาบกับกระดานดำโดยไม่ให้น้ำในสายพลาสติกหกออกมา

3. 2 เมื่อระดับน้ำในสายพลาสติกทั้งสองอยู่นิ่งแล้ว ใช้ชอล์กขีดรอยบนกระดานดำให้ตรงกับระดับน้ำที่ปลายทั้งสองข้างของสายพลาสติก

3.3 ให้ปลายสายพลาสติกด้านซ้ายมือตรึงอยู่กับที่ แล้วเลื่อนปลายสายพลาสติกด้านขวามือจากตำแหน่งเดิมไปทางด้านขวาที่ตำแหน่งใดก็ได้ โดยให้ระดับน้ำด้านซ้ายมืออยู่ที่ตำแหน่งเดิม สังเกตระดับน้ำในปลายสายพลาสติกด้านขวามือ ใช้ชอล์กขีดรอยบนกระดานดำให้ตรงกับระดับน้ำในปลายสายพลาสติกด้านขวามือ

3.4 ทำซ้ำเช่นเดิม แต่เลื่อนปลายสายพลาสติกด้านขวาไปอีกตำแหน่งหนึ่ง สังเกตระดับน้ำ ใช้ชอล์กขีดรอยบนกระดานดำให้ตรงกับระดับน้ำอีกครั้ง

3.5 ลากเส้นต่อระหว่างรอยขีดทั้งสามบนกระดานดำ

ขั้นทดลอง (20 นาที)

ตอนที่ 2

นักเรียนปฏิบัติการทดลองและบันทึกผลตามแนวทางที่กำหนดในหนังสือเรียน

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (15 นาที)

ตอนที่ 2

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง (เมื่อลากเส้นตรงระหว่างรอยขีดบนกระดานดำ พบว่ารอยขีดทั้งสามอยู่ในแนวระดับเดียวกัน)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุที่ทำให้รอยขีดทั้งสามจึงอยู่ในระดับเดียวกัน (ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน)

3. ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมว่า จากหลักการที่ว่า ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน สามารถนำไปใช้ในการทำอุปกรณ์ตรวจสอบแนวระดับที่ใช้ในงานก่อสร้าง เช่น อุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบว่าคานอยู่ในแนวระดับหรือไม่

4. ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติม ดังนี้

4.1 แรงดันอากาศ คือ แรงหรือน้ำหนักของอากาศที่กดลงบนพื้นที่ใด ๆ แรงดันอากาศขึ้นอยู่กับพื้นที่ พื้นที่ขนาดใหญ่จะมีแรงหรือน้ำหนักของอากาศกดมากกว่าพื้นที่ขนาดเล็ก

4.2 ความดันอากาศ คือ แรงดันของอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดัน ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรของปรอท (mm) หรือนิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) (นิวตันเป็นหน่วยของแรง นอกจากนี้อาจเรียกความดันอากาศว่าความดันบรรยากาศได้ สำหรับในการพยากรณ์อากาศมักเรียกความดันบรรยากาศหรือความดันอากาศว่า ความกดอากาศ

4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ ดังนี้

1) ความดันของอากาศคือ แรงดันของอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดัน

2) ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน

3) ในการทำอุปกรณ์ตรวจสอบแนวระดับสำหรับใช้ในงานก่อสร้าง ใช้หลักการที่ว่า ที่ระดับความสูงเดียวกัน ความดันอากาศจะเท่ากัน

ชั้นประเมินผล

ครูประเมินจากการตอบคำถาม การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนภายในกลุ่มและในชั้นเรียน และการตอบคำถาม

สื่อการสอน

1. สายพลาสติกขนาด 0.6 cm
2. กระดานดำ/โต๊ะนักเรียน/ตู้เก็บอุปกรณ์การทดลอง
3. กระดาษโปสเตอร์และปากกา
4. น้ำและถังพลาสติก
5. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305
6. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอนกลุ่มควบคุม
แผนการสอนที่ 2

เรื่อง ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์
วิชา วิทยาศาสตร์ ว 101 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 1
เวลาที่ใช้ 2 คาบ (100 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถบอกลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อหาสาระ

นักวิทยาศาสตร์มีลักษณะนิสัยที่สำคัญดังนี้

1. การเป็นคนช่างสังเกตเป็นลักษณะนิสัยสำคัญเบื้องต้น ที่นำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ และเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันเข้าไปสำรวจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวโดยไม่ลงความคิดเห็นส่วนตัว ทั้งนี้เป็นสิ่งที่สามารถฝึกฝนได้ เมื่อสังเกตสิ่งใดต้องสังเกตอย่างละเอียดโดยใช้ประสาทสัมผัสให้มากที่สุด แต่ต้องระวังความปลอดภัยด้วย

2. การเป็นคนช่างคิดช่างสงสัยทำให้เกิดความคิดต่อเนื่องซึ่งนำไปสู่การแสวงหาความรู้ได้

3. การเป็นคนมีเหตุผล ทำให้บุคคลนั้นเชื่อว่าเมื่อมีผลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งเกิดขึ้น ย่อมต้องมีสาเหตุที่ทำให้เกิด ดังนั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลหลาย ๆ อย่างประกอบการพิจารณา ก่อนลงความเห็นหรือตัดสินใจ

4. การเป็นคนมีความพยายามและความอดทนช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการค้นคว้าหาความรู้ เพราะการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำการทดลองซ้ำ และใช้ระยะเวลานานในการศึกษา

5. การเป็นคนที่มีความคิดริเริ่มช่วยให้ได้ความรู้และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ตลอดเวลา

6. การทำงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน คือ มีการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสรุปผล ซึ่งจัดเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการดังกล่าวในการค้นคว้าหาความรู้ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

มโนทัศน์ที่ต้องการสอน

ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การเป็นคนช่างสังเกต การเป็นคนช่างคิดช่างสงสัย การเป็นคนมีเหตุผล การเป็นคนมีความพยายามและความอดทน การเป็นคนมีความคิดริเริ่ม และการเป็นคนทำงานอย่างมีระบบ

ขั้นเตรียมการเรียนการสอน

1. ครูศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครู เพื่อพิจารณามโนทัศน์ที่ต้องสอนในเรื่องลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์

2. ครูวางแผนและกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน คือ ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

3. ครูกำหนดวิธีการเสนอปัญหาโดยการอภิปราย

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยทบทวนมโนทัศน์เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ตั้งคำถามหรือระบุปัญหาที่ได้จากการสังเกต คาดคะเนคำตอบหรือกำหนดสมมติฐาน ทดลองและสรุปผล)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ตามที่ความคิดเห็นของนักเรียน

ขั้นสอน (85 นาที)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในบทเรียนเรื่องการเป็นคนช่างสังเกต (ให้เวลา 5 นาที)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะนิสัยความเป็นคนช่างสังเกตของกาลิเลโอ นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี โดยใช้แนวคำถามในหนังสือเรียนดังนี้ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

ความรู้ที่กาลิเลโอค้นพบจากการสังเกตการแกว่งไปมาของโคมไฟในโบสถ์ คืออะไร (การแกว่งไปมาของโคมไฟในแต่ละรอบใช้เวลาเท่ากันแม้ว่าช่วงกว้างของการแกว่งจะต่างกัน)

เพราะเหตุใดกาลิเลโอจึงจับเวลาในการแกว่งของโคมไฟโดยเทียบกับการเต้นของชีพจร (เพราะการเต้นของชีพจรเป็นจังหวะสม่ำเสมอกัน)

ประโยชน์ที่กาลิเลโอได้จากการสังเกตโคมไฟคืออะไร (ได้หลักการการประดิษฐ์นาฬิกาลูกตุ้ม)

ถ้านักเรียนทดลองเช่นเดียวกับกาลิเลโอ นักเรียนจะเทียบเวลาของการแกว่งไปมาของโคมไฟกับสิ่งใด

นักเรียนเคยสังเกตการแกว่งของสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากโคมไฟหรือไม่ ถ้าเคยได้แก่อะไรบ้าง

นอกจากการสังเกตการแกว่งของโคมไฟแล้ว กาลิเลโอได้สังเกตสิ่งใด (การสังเกตดวงดาวบนท้องฟ้า) และทำให้ค้นพบความรู้เรื่องใด (การสร้างกล้องโทรทรรศน์)

ในกิจกรรมเรื่องไข่จม – ไข่ลอย นักเรียนได้ทำการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสอะไรบ้าง (ตา ผิวกาย)

นักเรียนคิดว่าเราสามารถฝึกฝนความสามารถในการสังเกตให้เพิ่มขึ้นได้หรือไม่อย่างไร

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเรื่อง อุบัติเหตุไฟไหม้ (ในหนังสือเรียน) โดยใช้แนวคำถามที่กำหนดไว้ในหนังสือเรียนดังนี้ (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

เพราะเหตุใดพ่อลูกคู่นี้จึงรอดชีวิตจากไฟไหม้ได้ (การเป็นคนช่างสังเกต)

พ่อและลูกใช้ประสาทสัมผัสด้านใดบ้าง (ตา และ จมูก)

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเรื่อง คนขับรถแท็กซี่ถูกจี้ (ในหนังสือเรียน) โดยใช้แนวคำถามที่กำหนดไว้ในหนังสือเรียนดังนี้

การเป็นคนช่างสังเกตของคนขับรถแท็กซี่ช่วยเขาได้อย่างไร (ตำรวจสามารถจับคนร้ายได้และทำให้เขาได้รถคืน)

คนขับรถแท็กซี่ใช้ประสาทสัมผัสด้านใดบ้าง (ตา หูและ จมูก)

นักเรียนเคยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือไม่ อย่างไร (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

5. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าการสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวกายอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน เพื่อสำรวจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว โดยไม่ลงความคิดเห็นส่วนตัว การเป็นคนช่างสังเกตจึงเป็นลักษณะนิสัยสำคัญเบื้องต้น ที่นำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ และเป็นลักษณะนิสัยที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต นอกจากนี้ต้องยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ๆ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันอยู่เสมอ เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะนิสัยความเป็นคนช่างคิดช่างสงสัยของเซอร์ ไอแซก นิวตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ โดยใช้แนวคำถามในหนังสือเรียนดังนี้ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

ความสงสัยของนิวตัน ทำให้เขาค้นพบความรู้ใด (กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล)

ถ้านิวตันเห็นลูกแอปเปิ้ลตกลงบนพื้นดินแล้วไม่เกิดความสงสัย นักเรียนคิดว่าเขาจะพบกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลหรือไม่ (ไม่พบ)

ในกิจกรรมเรื่องไข่จม – ไข่ลอย เมื่อนักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับไข่ไก่ หลังจากเติมเกลือลงไปแล้ว เกิดความสงสัยหรือไม่ อย่างไรบ้าง

นักเรียนเคยสงสัยเกี่ยวกับสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือไม่ มีอะไรบ้าง

7. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ในการสังเกตสิ่งใดสิ่งหนึ่งหากสังเกตเพียงอย่างเดียว นักเรียนได้ความรู้เฉพาะสิ่งที่สังเกตได้เท่านั้น แต่ถ้าหากสังเกตแล้วเกิดสงสัย และตั้งคำถามหรือปัญหาตลอดจนคิดความสงสัยเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง เช่น เพราะเหตุใดจึงเกิดเช่นนั้น เกิดขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น ดังนั้นการเป็นคนช่างคิดช่างสงสัยเช่นนี้ ทำให้เกิดความคิดต่อเนื่องซึ่งนำไปสู่การแสวงหาความรู้ได้

8. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในบทเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในครอบครัวหนึ่ง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงเหตุการณ์ดังกล่าวและลักษณะนิสัยการเป็นคนมีเหตุผล โดยใช้แนวคำถามในหนังสือเรียนดังนี้ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

ถ้าผู้ที่ท้องเดินคือวัชระ วันวิสาข์ และวรินทร์ นักเรียนคิดว่าอาหารชนิดใดน่าจะเป็นสาเหตุของอาการท้องเดิน (ส้มตำ เพราะเป็นอาหารที่ทั้งสามคนรับประทานเหมือนกันในขณะที่สมาชิกคนอื่นไม่ได้รับประทาน)

ในกิจกรรมเรื่องไข่จม – ไข่ลอย เมื่อนักเรียนสังเกตจนเกิดความสงสัยแล้ว นักเรียนได้พยายามคิดหาเหตุผลถึงสาเหตุที่ทำให้ไข่จมและไข่ลอยหรือไม่

ให้นักเรียนเล่าประสบการณ์เกี่ยวกับปัญหาที่เคยเกิดขึ้นกับตัวนักเรียนหรือบุคคลใกล้ชิด ซึ่งนักเรียนหรือบุคคลใกล้ชิดได้พยายามหาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาสาเหตุของปัญหานั้น

นักเรียนคิดว่าครอบครัวหรือสังคม ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกที่มีเหตุผลจะแตกต่างจากครอบครัวหรือสังคม ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกที่ไม่มีเหตุผลอย่างไรบ้าง

9. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าเมื่อต้องการตอบปัญหา คนที่มีเหตุผลย่อมเชื่อว่าเมื่อมีผลหรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดเกิดขึ้น ย่อมต้องมีสาเหตุที่ทำให้เกิด ดังนั้นจึงค้นคว้าหาสาเหตุอย่างละเอียดและรอบคอบ

10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง ลักษณะนิสัยการเป็นคนมีความพยายามและความอดทนของทอมัส แอลวา เอดิสัน และมารี กูรี ทั้งนี้ครูถามเพิ่มเติมว่าลักษณะนิสัยของการเป็นคนมีความพยายามและความอดทนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร ซึ่งครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ในการศึกษาเพื่อหาคำตอบของปัญหา บางครั้งต้องอาศัยความพยายามและความอดทนมาก เพราะต้องใช้ระยะเวลานานในการศึกษา การเป็นคนมีความพยายามและความอดทน จะช่วยให้ประสบความสำเร็จในการค้นคว้าหาความรู้ และเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอีกด้วย (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ลักษณะนิสัยการเป็นคนที่มีความคิดริเริ่มของนักวิทยาศาสตร์ท่านต่าง ๆ คือ โรเจอร์ เบคอน (คิดฝันว่ามนุษย์สามารถบินได้เหมือนนก ถ้าติดปีกและกระพือได้เช่นเดียวกับนก) ลีโอนาโด ดาวินชี (เป็นผู้นำความคิดของโรเจอร์ เบคอน ไปวาดภาพจำลองต่าง ๆ ของสิ่งที่จะช่วยให้คนบินได้) เซอร์ยอร์จ เคย์ลีย์ (เป็นผู้บุกเบิกสร้างเครื่องร่อน) และวิลเบอร์และออร์วิล ไรต์ (เป็นผู้ทดลองสร้างเครื่องร่อนพร้อมทั้งปรับปรุงให้ดีจนกลายเป็นเครื่องบิน) จากนั้นครูซักถามเพิ่มเติม คือ เหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงสร้างยานอวกาศแล้วส่งไปยังดาวดวงอื่น และความคิดริเริ่มเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันหรือไม่ นอกจากนี้ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมว่าคนที่มีความคิดริเริ่ม คือ มีความกล้าที่จะคิดหรือทำสิ่งแปลกไปจากที่มีคนคิดหรือทำอยู่แล้ว จะทำให้ได้ความรู้และสิ่งประดิษฐ์ใหม่อยู่ตลอดเวลา (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

12. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเป็นคนทำงานอย่างมีระบบและมีขั้นตอน โดยครูซักถามเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้เรียนรู้แล้วในเรื่องความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร และนักเรียนเคยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือไม่อย่างไร ทั้งนี้ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาหรือความรู้ใหม่ ๆ หากบุคคลนั้นทำงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนคือ มีการระบุปัญหา

ตั้งสมมติฐาน ทดลองและสรุปผล ซึ่งจัดเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้ประสบความสำเร็จในการแสวงหาความรู้ และการนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ไทย โดยใช้แนวคำถามดังนี้

นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ไทยมีลักษณะนิสัยเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ต่างประเทศหรือไม่

นักเรียนรู้จักนักวิทยาศาสตร์ไทยท่านใดบ้าง ให้ยกตัวอย่าง (ครูอาจยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ไทยในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถยกตัวอย่างได้)

นักเรียนทราบถึงพระปรีชาสามารถของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ซึ่งทรงเป็นพระมหากษัตริย์นักวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับของต่างประเทศหรือไม่ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

ขั้นสรุป (5 นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ คือ

ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การเป็นคนช่างสังเกต การเป็นคนช่างคิดช่างสงสัย การเป็นคนมีเหตุผล การเป็นคนมีความพยายามและความอดทน การเป็นคนมีความคิดริเริ่ม และการเป็นคนทำงานอย่างมีระบบ

ขั้นประเมินผล

ครูประเมินจากการตอบคำถาม การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนภายในกลุ่มและในชั้นเรียน และการตอบคำถาม

สื่อการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101
2. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอนกลุ่มควบคุม
แผนการสอนที่ 3

เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน : แร่ธาตุ
วิชา วิทยาศาสตร์ ว 203 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 2
เวลาที่ใช้ 2 คาบ (100 นาที)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ชี้บ่งแหล่งที่มาของสารอาหารประเภทแร่ธาตุได้
2. อธิบายความสำคัญของแร่ธาตุบางชนิดที่มีต่อร่างกายได้
3. อธิบายและชี้บ่งโรคที่เกิดจากการขาดแร่ธาตุบางชนิดได้

เนื้อหาสาระ

แร่ธาตุเป็นสารอาหารอีกประเภทหนึ่งที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่ร่างกายต้องการและขาดไม่ได้เพราะเป็นส่วนประกอบของอวัยวะบางอย่าง เป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆในร่างกาย และช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ให้ทำหน้าที่เป็นปกติ ร่างกายต้องการแร่ธาตุหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ฯลฯ ซึ่งแร่ธาตุแต่ละชนิดมีความสำคัญและจำเป็นต่อร่างกายแตกต่างกันและมีอยู่ในแหล่งอาหารต่าง ๆ กัน ถ้าร่างกายของเราขาดแร่ธาตุบางชนิด ระบบการทำงานอาจผิดปกติ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคคอพอก โรคเอ๋อ โรคโลหิตจาง เป็นต้น

มโนทัศน์ที่ต้องการสอน

1. แร่ธาตุเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกายแต่มีความสำคัญสำหรับร่างกายเพราะเป็นส่วนประกอบของอวัยวะบางอย่าง เป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ในร่างกาย และช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายให้ทำหน้าที่เป็นปกติ

2. ถ้าร่างกายขาดแร่ธาตุบางชนิด อาจทำให้ระบบการทำงานของร่างกายผิดปกติไป มีผลทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้

ขั้นเตรียมการเรียนการสอน

1. ครูศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครูเพื่อพิจารณาว่าในเรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน : แร่ธาตุมีมโนทัศน์ใดบ้างที่ต้องสอน จากการศึกษาดังกล่าวมโนทัศน์ที่ต้องสอน ได้แก่ความสำคัญของแร่ธาตุ และแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกายต้องการ

2.ครูวางแผนและกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน ในเรื่องนี้ปัญหาที่กำหนด คือ แร่ธาตุมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไร

3. ครูกำหนดวิธีการเสนอปัญหา โดยการซักถาม

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (10 นาที)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยซักถามและใช้ภาพโฆษณาอาหารประกอบ ดังนี้

นักเรียนเคยสังเกตแผ่นโฆษณาอาหารโดยเฉพาะอาหารนมหรือไม่ (ครูเสนอแผ่นโฆษณาต่าง ๆ เช่น แผ่นโฆษณานมตราแคลซีเม็กซ์ที่มีคำโฆษณาว่า "อายุ 70 มีเงินก็ซื้อแคลเซียมให้กระดูกไม่ได้" แผ่นโฆษณานมตราหมีที่เสนอเป็นเชิงถามว่า "ทำไมคุณจึงต้องการทั้งแคลเซียมและธาตุเหล็ก" แผ่นโฆษณาน้ำส้มแคลวีที่ระบุว่า "มีแคลเซียม 400 mg วิตามินละลายน้ำได้ 9 ชนิดและไอโอดีน" เป็นต้น)

จากแผ่นโฆษณาเหล่านี้ นักเรียนบอกถึงความสำคัญของสารอาหารประเภทใด (แร่ธาตุ)

ขั้นสอน (80 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับตารางแสดงความสำคัญและแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกายต้องการ โดยใช้แนวคำถามดังนี้

จากตารางแสดงความสำคัญของแร่ธาตุใดบ้าง (แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไอโอดีน โซเดียม แมกนีเซียม กำมะถัน)

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญร่างกายอย่างไร (เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน ป้องกันโรคกระดูกพรุน ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เป็นธาตุที่จำเป็นในการแข็งตัวของเลือด)

หากต้องการแคลเซียม นักเรียนควรบริโภคอาหารประเภทใด (นม เนื้อ ไข่ และพืชต่าง ๆ รวมทั้งปลาที่กินได้ทั้งกระดูก)

ถ้านักเรียนต้องการให้กระดูกและฟันแข็งแรง ควรเลือกกินอาหารชนิดใด (ต้องกินอาหารที่มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสมาก ๆ เช่น นม เนื้อ ไข่ ปลาที่กินได้ทั้งกระดูก)

แร่ธาตุใดที่เป็นส่วนประกอบของเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง (ธาตุเหล็ก)

ผู้ที่เป็นโรคโลหิตจาง ควรกินอาหารประเภทใดเพิ่มเติม (เลือกกินอาหารที่มีธาตุเหล็กมาก ๆ เช่น ตับ เนื้อวัว ผักสีเขียว ไข่แดง)

ประชาชนในภาคใดของประเทศมีโอกาสเป็นโรคคอพอกมากที่สุด เพราะเหตุใด และมีวิธีป้องกันได้อย่างไร (ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะอยู่ห่างไกลทะเล โอกาสที่จะกินอาหารทะเลจึงมีน้อย โรคคอพอกป้องกันได้โดยบริโภคเกลือสมุทรหรือเกลืออนามัยเป็นประจำ)

จากตารางนี้นักเรียนสรุปได้ว่าอย่างไร (แร่ธาตุแต่ละชนิดมีความสำคัญต่อมนุษย์ต่างกัน เราสามารถพบแร่ธาตุในอาหารชนิดต่าง ๆ ถ้าขาดแร่ธาตุบางชนิด อาจทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับโรคต่าง ๆ ที่เกิดจากการขาดแร่ธาตุบางชนิด ทั้งนี้ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโรคเอ๋อ (โรคที่เกิดจากการขาดธาตุไอโอดีน) คือ โรคเอ๋อเป็นโรคปัญญาอ่อนที่เกิดจากแม่ขาดความรู้ในเรื่องโภชนาการ โดยในระหว่างตั้งครรภ์ แม่ขาดธาตุไอโอดีนซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายและสมองของทารก ดังนั้นเมื่อคลอดออกมาทารกจึงเป็นปัญญาอ่อน ถ้าเด็กมีสติปัญญาต่ำอย่างรุนแรงก็จะมีอาการกระตุก ตาเหล่ ท่าเดินผิดปกติ และเมื่อมีอายุมากขึ้นก็ยังคงมีรูปร่างเหมือนเด็ก ตลอดจนไม่สามารถเรียนหนังสือได้ ถ้ามีสติปัญญาต่ำมาก เด็กจะเจริญเติบโตช้า เตี้ยแคระ หัวใจเต้นช้า และเคลื่อนไหวเชื่องช้า แหล่งที่พบผู้ป่วยโรคนี้คือ เขตพื้นที่ที่ดินขาดธาตุไอโอดีน เช่น ที่ราบสูง ดอยในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การป้องกันโรคเอ๋อจึงทำโดยการให้ความรู้แก่ประชาชน โดยเฉพาะในเขตพื้นที่เหล่านั้นให้ตระหนักถึงความสำคัญของการกินอาหารให้ครบ 5 หมู่ และให้คำแนะนำในการรู้จักเลือกกินอาหาร โดยเฉพาะอาจใช้น้ำปลาอนามัยหรือเกลืออนามัย ซึ่งเป็นน้ำปลาและเกลือที่เติมไอโอดีนเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

3. ครูให้นักเรียนสำรวจว่าในแต่ละวันนักเรียนรับประทานอาหารที่ให้แร่ธาตุใดบ้าง ซึ่งนักเรียนได้รับประโยชน์อะไรจากอาหารดังกล่าว (ครูให้เวลา 20 นาที) ทั้งนี้ครูให้นักเรียนประมาณ 2 คน (ชายและหญิง) ออกมาเสนอผล ซึ่งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลดังกล่าว

ขั้นสรุป (10 นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ คือ

1) แร่ธาตุเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่มีความสำคัญสำหรับร่างกาย เพราะเป็นส่วนประกอบของอวัยวะบางอย่าง เป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ในร่างกาย และช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายให้ทำหน้าที่เป็นปกติ

2) ถ้าร่างกายขาดแร่ธาตุบางชนิด อาจทำให้ระบบการทำงานของร่างกายผิดปกติไป มีผลทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้

ขั้นประเมินผล

ครูประเมินจากการตอบคำถาม และการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนภายในกลุ่มและในชั้นเรียน

สื่อการสอน

1. แผ่นโฆษณาอาหารต่าง ๆ
2. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 203
3. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ว 203

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

29 Mar 99 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

* * * * * * A n a l y s i s o f V a r i a n c e * * * * * *

80 cases accepted.
0 cases rejected because of out-of-range factor values.
0 cases rejected because of missing data.
2 non-empty cells.

1 design will be processed.

- -

	CELL NUMBER	
Variable		
GROUP	1	2

Univariate Homogeneity of Variance Tests

Variable .. POSTCON

Cochrans C(39,2) = .51066, P = .895 (approx.)
Bartlett-Box F(1,17966) = .01738, P = .895

- -

Cell Number .. 1
Sum of Squares and Cross-Products matrix

	POSTCON	PRECON
POSTCON	758.465	
PRECON	239.116	474.279

Variance-Covariance matrix

	POSTCON	PRECON
POSTCON	18.059	
PRECON	5.693	11.292

- - - - - - - - - - -

Cell Number .. 2
Sum of Squares and Cross-Products matrix

	POSTCON	PRECON
POSTCON	622.973	
PRECON	211.135	320.324

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* * * * * * A n a l y s i s   o f   V a r i a n c e -- design 1 * * * * * *

Cell Number .. 2 (Cont.)
Variance-Covariance matrix

	POSTCON	PRECON
POSTCON	17.305	
PRECON	5.865	8.898

\- - - - - - - - - -

Pooled within-cells Variance-Covariance matrix

	POSTCON	PRECON
POSTCON	17.711	
PRECON	5.772	10.187

\- -

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* * * * * * Analysis of Variance -- design 1 * * * * * *

Combined Observed Means for GROUP
Variable .. POSTCON

GROUP		
1	WGT.	19.58140
	UNWGT.	19.58140
2	WGT.	14.02703
	UNWGT.	14.02703

- -

Variable .. PRECON

GROUP		
1	WGT.	14.39535
	UNWGT.	14.39535
2	WGT.	11.86486
	UNWGT.	11.86486

- -

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* * * * * * Analysis of Variance -- design 1 * * * * * *

Order of Variables for Analysis

Variates	Covariates
POSTCON	PRECON

1 Dependent Variable
1 Covariate

- -

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

29 Mar 99 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

* * * * * * A n a l y s i s o f V a r i a n c e -- design 1 * * * * * *

Tests of Significance for POSTCON using Cov Adj SEQUENTIAL Sums of Squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN+RESIDUAL	1126.31	77	14.63		
REGRESSION	255.13	1	255.13	17.44	.000
GROUP	291.02	1	291.02	19.90	.000
(Model)	868.68	2	434.34	29.69	.000
(Total)	1994.99	79	25.25		

R-Squared = .435
Adjusted R-Squared = .421

- -

Observed Power at the .0500 Level

Source of Variation	Noncentrality	Power
Regression	17.442	.985
GROUP	19.896	.993

- -

Estimates for POSTCON adjusted for 1 covariate
--- Individual univariate .9500 confidence intervals
--- two-tailed observed power taken at .0500 level

GROUP

Parameter	Coeff.	Std. Err.	t-Value	Sig. t	Lower -95% CL-	Upper
2	2.06025167	.46189	4.46045	.00003	1.14050	2.98000

Parameter	Noncent.	Power
2	19.89559	.993

- -

Regression analysis for WITHIN+RESIDUAL error term
--- Individual Univariate .9500 confidence intervals
--- two-tailed observed power taken at .0500 level
Dependent variable .. POSTCON

COVARIATE	B	Beta	Std. Err.	t-Value	Sig. of t
PRECON	.56664	.38520	.136	4.176	.000

COVARIATE	Lower -95% CL-	Upper	Noncent.	Power
PRECON	.296	.837	17.442	.985

29 Mar 99 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

* * * * * * A n a l y s i s o f V a r i a n c e -- design 1 * * * * * *

Adjusted and Estimated Means
Variable .. POSTCON

CELL	Obs. Mean	Adj. Mean	Est. Mean	Raw Resid.	Std. Resid.
1	19.581	18.864	19.581	.000	.000
2	14.027	14.744	14.027	.000	.000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* * * * * * A n a l y s i s o f V a r i a n c e -- design 1 * * * * * *

Combined Adjusted Means for GROUP
Variable .. POSTCON

GROUP		
1	UNWGT.	18.86446
2	UNWGT.	14.74396

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (homogineity of variance) โดยใช้การคำนวณค่า F ด้วยวิธี Bartlett's test

จากการคำนวณ พบว่า ค่า F เท่ากับ .01738 และเมื่อทดสอบนัยสำคัญ พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของเส้นถดถอย (homogineity of regression) คำนวณดังนี้

$$SS_{within} + SS_{reg} = 1126.31+253.13$$
$$= 1381.4381$$

$$SS_2 = 1381.4381 - \left[\frac{239.116^2}{474.279} + \frac{211.135^2}{320.324} \right] = 1121.7181$$

โดย $df_2 = \Sigma n-2p$

$$SS_1 = 1126.31 - SS_2$$
$$= 1126.31 - 1121.7181 = 4.59 \quad \text{โดย } df_1 = p-1$$

$$MSS_2 = \frac{SS_2}{df_2} = \frac{1121.7181}{76} = 14.76$$

$$MSS_1 = \frac{SS_1}{df_1} = \frac{1121.7181}{76} = 4.59$$

$$F = \frac{MSS_1}{MSS_2} = \frac{4.59}{14.76} = 0.31$$

จากค่า F พบว่า ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่า สัมประสิทธิ์การถดถอยของประชากรทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประวัติผู้เขียน

นางจันทร์พร พรหมมาศ เกิดวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2504 สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา-คณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2524 และครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2527 ปัจจุบันรับราชการตำแหน่งนักวิจัย ระดับ 7 ประจำสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย