



## บรรณานุกรม

### หนังสือ

บรรจง จันทรสภา. ปรัชญากับการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๒๒.

โรจน์ จะโนภาส และคณะ. แบบจำลองทักษะการสอนจุลภาค : ทักษะการตั้งคำถาม.

กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๒.

วิรุณหุช วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวน สอบสวน. กรุงเทพมหานคร :

อำนวยการพิมพ์, ๒๕๒๑.

### บทความ

ธีระชัย ปุณณโชติ. "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่." วารสารสามัญศึกษา ๑๐ (มิถุนายน ๒๕๑๖) : ๓๔.

\_\_\_\_\_ . "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่." วิทยาศาสตร์ ๒๔ (สิงหาคม ๒๕๑๗) : ๔๑-๔๔.

นิตา สะเพียรชัย. "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์." วิทยาศาสตร์ ๒๔ (มกราคม ๒๕๑๗) : ๒๑.

\_\_\_\_\_ . "ปรัชญา และความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์." ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๔ (กรกฎาคม ๒๕๒๐) : ๓-๗.

พิทักษ์ รัชพลเดช. "นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์." วารสารสภาการศึกษาแห่งชาติ ๓ (พฤษภาคม ๒๕๑๒) : ๑-๓.

เมืองทอง แชมมณี. "การจัดการเรียนการสอนอย่างมีชีวิตชีวา." วารสารครุศาสตร์ ๖ (กันยายน-ตุลาคม ๒๕๑๔) : ๖๑-๖๓.

\_\_\_\_\_ . "การสอนวิทยาศาสตร์แบบอินควิรี." วารสารครุศาสตร์ ๑ (ตุลาคม-พฤศจิกายน ๒๕๑๔) : ๔๘-๕๒.

รพีพรรณ เอกสุภาพันธุ์. "การสอนสังคัมด้วยวิธีสืบสวน-สอบสวน (Inquiry Method) ให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมไทย." วิทยาสาร ๒๖ (๒๐ มกราคม ๒๕๑๘) : ๓๗-๔๐.

วิรุทธิ์ วิเชียรโชติ. "การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน-วิธีสอนให้คิด." วารสารจิตวิทยา (๒๕๑๔) : ๒๘-๓๓.

สวัสดิ์ กาญจนสุวรรณ. "การศึกษาคืออะไร." คุรุปริทัศน์ ๖ (กันยายน ๒๕๒๔) : ๕๐-๕๑.

สุนันท์ สังข์อ่อง. "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์." วิทยาศาสตร์ ๓๔ (เมษายน ๒๕๒๓) : ๓๓๗-๓๔๕.

เสริมศรี เสวตามร. "เราพบว่าใครพบกระแสไฟฟ้าในอากาศได้อย่างไร : หลักทั่วไปของการคิดสืบค้น (Inquiry)." ศึกษาศาสตร์สาร ๖ (ตุลาคม-ธันวาคม ๒๕๒๐) : ๒๔-๓๒.

เสริมศรี เสวตามร และสาส์น งามศิริ. "วิเคราะห์วิธีการสอนแบบ Inquiry." วารสารคุรุศาสตร์ ๘ (กรกฎาคม-สิงหาคม ๒๕๒๑) : ๖๘-๗๗.

#### เอกสารอื่นๆ

จรรย์ สวัสดิ์ถาวร. "ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม เขตศึกษาสาม." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๘.

นิมิตร มาศเกษม. "การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบระหว่างวิธีสาธิต และวิธีปฏิบัติการทดลอง." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗.

ประภาพรธรรม ไชยวงษ์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้จากโมเดล กับการเรียนรู้จากครูซึ่งสอนแบบสืบสอบ." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๒.

เรียม ศรีทอง. "บทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ส่งผลต่อพัฒนาการบุคลิกภาพด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการด้านความคิดสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณ์ญาณ." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยศึกษาศาสตร์ประสานมิตร, ๒๕๑๖.

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้." ม.ป.ท. : สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม.ป.ป. (อัครสำเนา)
- \_\_\_\_. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. "เอกสารในการอบรมครูวิทยาศาสตร์." ม.ป.ท. : สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม.ป.ป. (อัครสำเนา)
- สมศักดิ์ สุนทรสุข. "การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Active Inquiry) ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์." ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี, ๒๕๑๕.
- สัญญา ทิพ เสนา. "การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา." ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, ๒๕๑๗.
- สุกัญญา ศรีสุขวัฒน์. "การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบชนิดที่ใช้และไม่ใช้ศูนย์การเรียน." วิทยานิพนธ์ปรินญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๐.
- สุภา เพ็ญ จรรย์ เศรษฐ์. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบกับการเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่สี่." วิทยานิพนธ์ปรินญามหาบัณฑิต แผนกวิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗.
- หนู ประธาน. "การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Passive Inquiry) ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และแบบการรับรู้ (Cognitive Styles)." ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี, ๒๕๑๖.

แอนเดอร์เสน แชน โอ. "Planning a Demonstration Lesson Part I."

เอกสารทางวิชาการหน่วยฝึกอบรมครู ฉบับส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และ  
เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. มี.ป.ท., ๒๕๑๕.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## BIBLIOGRAPHY

Books

- Brown, Frederick G. Principles of Educational and Psychological Testing. Hinsdale, Illinois : The Dryden Press, 1970.
- English, Horance B., and English, Ava Champney. A Comprehensive Dictionary of Psychology and Psychoanalytical Terms. New York : Longmans, Green and Co., 1958.
- Garrett, Henry E. Statistics in Psychology and Education. New York : Longmans, Green and Co., 1958.
- Glass, Gene V., and Stanley, Julian C. Statistical Methods in Education and Psychology. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, 1970.
- Massialas, Byron G., and Cox, Benjamin C. Inquiry in Social Study. New York : McGraw-Hill Book Company, 1968.
- Suchman, Richard J. The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry. Illinois : University of Illinois Press, 1962.
- Sund, Robert B., and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry : in the Secondary School. Ohio : Charle E. Merrill Publishing Co., 1967.
- Victor, Edward. Science for the Elementary School. New York : Macmillan Publishing Co., 1965.

Articles

- Andersen, Han O., and Ladd, George T. "Questions and Earth Science Teaching : Using Your Influence Effectively." Journal of Geological Education 1 (November 1971) : 236-238.
- Billeh, Victor Y., and Zakharides, George A. "The Development and Application of a Scale for Measuring Scientific Attitudes." Science Education LIX (April-June 1975) : 155-156.
- Diederich, Paul B. "Component of the Scientific Attitude." Science Teacher XXXIV (February 1967) : 23-24.
- El-Nemr, Medhat Ahmed. "Meta-Analysis of the Outcomes of Teaching Biology as Inquiry." Dissertation Abstracts International 40 (May 1980) : 5813-A.
- Meyer, James H. "The Influence of the Invitation to Enquiry." American Biology Teacher 42 (October 1969) : 451-453.
- Moor, Richard W., and Sutman, Frank X. "The Development, Field test and Validation of and Inventory of Scientific Attitudes." Journal of Research in Science Teaching XII (1970) : 92.
- Olarinoye, Rephel Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of three Methods of Teaching a Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School." Dissertation Abstracts International 39 (February 1979) : 4848-A.
- Puglisi, Dick J. "What are the Requisites for Effective Conduct of Inquiry." Social Education 35 (November 1971) : 804-805.

Youngs, Richard C. "The Naturance of Dependence and of Independence Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development; Final Report." Research in Education 5 (1970) : 53.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ประกอบด้วย

๑. การวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
๒. การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของกลุ่มทดลองที่ ๑ กับกลุ่มทดลองที่ ๒
๓. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ ๑ กับกลุ่มทดลองที่ ๒
๔. การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๑
๕. การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๒
๖. การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลองที่ ๑ กับกลุ่มทดลองที่ ๒

๑. การวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๖ ระดับความยากง่าย(P) อำนาจจำแนก(D) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง "น้ำ"

ข้อที่	P	D	ข้อที่	P	D
๑	๐.๖๙	๐.๒๖	๒๓*	๐.๙๔	๐.๓๗
๒*	๐.๙๑	๐.๑๑	๒๔	๐.๖๕	๐.๒๖
๓	๐.๓๓	๐.๓๗	๒๕	๐.๓๙	๐.๔๘
๔*	๐.๙๔	๐.๑๑	๒๖	๐.๖๓	๐.๕๙
๕	๐.๕๙	๐.๓๐	๒๗*	๐.๔๑	๐.๐๐
๖	๐.๓๓	๐.๒๒	๒๘	๐.๔๓	๐.๖๗
๗*	๐.๑๙	๐.๐๗	๒๙	๐.๗๔	๐.๒๒
๘	๐.๒๐	๐.๒๖	๓๐	๐.๗๐	๐.๔๑
๙*	๐.๙๑	๐.๐๗	๓๑	๐.๔๖	๐.๔๑
๑๐	๐.๔๘	๐.๓๗	๓๒*	๐.๑๗	๐.๑๙
๑๑	๐.๕๐	๐.๖๓	๓๓*	๐.๒๒	-๐.๑๕
๑๒	๐.๗๔	๐.๒๒	๓๔	๐.๕๖	๐.๔๔
๑๓*	๐.๒๖	๐.๐๗	๓๕	๐.๗๔	๐.๓๗
๑๔	๐.๕๒	๐.๒๒	๓๖*	๐.๑๓	๐.๑๙
๑๕	๐.๓๗	๐.๓๐	๓๗	๐.๓๗	๐.๓๐
๑๖	๐.๓๓	๐.๓๗	๓๘	๐.๒๔	๐.๔๑
๑๗	๐.๗๒	๐.๓๐	๓๙	๐.๖๓	๐.๒๒
๑๘*	๐.๒๐	๐.๐๔	๔๐	๐.๖๓	๐.๔๔
๑๙	๐.๗๒	๐.๓๓	๔๑*	๐.๓๑	-๐.๐๔
๒๐	๐.๗๗	๐.๔๔	๔๒	๐.๓๗	๐.๓๐
๒๑	๐.๖๓	๐.๓๐	๔๓*	๐.๙๑	-๐.๐๔
๒๒*	๐.๙๓	๐.๑๕	๔๔	๐.๖๓	๐.๕๙

ตารางที่ ๖ ระดับความยากง่าย(P) อำนาจจำแนก(D) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง "น้ำ" (ต่อ)

ข้อที่	P	D	ข้อที่	P	D
๔๕	๐.๒๖	๐.๒๒	๖๓	๐.๔๑	๐.๒๒
๔๖	๐.๓๓	๐.๒๒	๖๔	๐.๔๙	๐.๕๒
๔๗	๐.๓๑	๐.๒๖	๖๕	๐.๓๑	๐.๓๓
๔๘	๐.๓๔	๐.๓๓	๖๖	๐.๒๖	๐.๒๒
๔๙	๐.๓๐	๐.๓๐	๖๗	๐.๓๑	๐.๔๑
๕๐	๐.๕๗	๐.๕๑	๖๘	๐.๔๘	๐.๓๐
๕๑*	๐.๖๓	๐.๐๐	๖๙	๐.๓๙	๐.๒๖
๕๒*	๐.๙๓	๐.๐๗	๗๐*	๐.๖๑	๐.๐๔
๕๓	๐.๓๙	๐.๕๖	๗๑	๐.๓๔	๐.๒๒
๕๔*	๐.๒๗	๐.๑๙	๗๒	๐.๖๕	๐.๔๘
๕๕*	๐.๐๙	๐.๑๑	๗๓	๐.๖๑	๐.๕๘
๕๖	๐.๕๐	๐.๕๖	๗๔*	๐.๘๑	๐.๐๗
๕๗	๐.๕๖	๐.๒๖	๗๕	๐.๕๗	๐.๒๖
๕๘	๐.๓๒	๐.๕๑	๗๖	๐.๕๓	๐.๓๓
๕๙	๐.๖๙	๐.๒๖	๗๗*	๐.๙๑	๐.๐๔
๖๐	๐.๖๑	๐.๔๘	๗๘	๐.๓๔	๐.๒๒
๖๑	๐.๕๓	๐.๒๒	๗๙*	๐.๓๕	๐.๑๕
๖๒	๐.๖๑	๐.๕๖	๘๐*	๐.๓๒	๐.๑๙

หมายเหตุ \* หมายถึงข้อสอบที่ใช้ไม่ได้

หาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบ โดยใช้ K-R 20

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left( \frac{S_t^2 - \sum P_i Q_i}{S_t^2} \right)$$

$r_{tt}$  = สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง

K = จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

$S_t^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด

$P_i$  = สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อ ได้ถูกต้อง

$Q_i$  = สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อ ผิด

$$r_{tt} = \frac{50}{50-1} \left( \frac{59.594 - 10.594}{59.594} \right)$$

$$= 0.89$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๒. การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสอบคัดเลือก  
เข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของกลุ่มทดลองที่ ๑ กับกลุ่มทดลองที่ ๒

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗ คะแนนวิทยาศาสตร์จากการสอบเข้าเรียนชั้นมัธยมปีที่ ๑ (ม.๑) ของกลุ่มทดลองทั้งสอง

กลุ่มทดลองที่ ๑				กลุ่มทดลองที่ ๒			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	fX <sup>2</sup>	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	fX <sup>2</sup>
๒๐	๑	๒๐	๔๐๐	๒๐	๑	๒๐	๔๐๐
๑๙	๒	๓๘	๗๒๒	๑๙	๑	๑๙	๓๖๑
๑๘	๕	๙๐	๑๔๔๕	๑๘	๑	๑๘	๓๒๔
๑๖	๖	๙๖	๑๕๓๖	๑๗	๔	๖๘	๑๑๕๖
๑๕	๔	๖๐	๙๐๐	๑๖	๗	๑๑๒	๑๗๖๒
๑๔	๗	๙๘	๑๓๗๒	๑๕	๗	๑๐๕	๑๕๗๕
๑๓	๔	๕๒	๖๗๖	๑๔	๔	๕๖	๗๘๔
๑๒	๗	๘๔	๑๐๐๘	๑๓	๔	๕๒	๖๗๖
๑๑	๔	๔๔	๔๘๔	๑๒	๗	๘๔	๑๐๐๘
๑๐	๒	๒๐	๒๐๐	๑๑	๔	๔๔	๔๘๔
๙	๒	๑๘	๑๖๒	๑๐	๓	๓๐	๓๐๐
๘	๑	๘	๖๔	๙	๑	๙	๘๑
				๗	๑	๗	๔๙
$\Sigma$	๔๕	๖๒๓	๘๙๖๙	$\Sigma$	๔๕	๖๒๔	๘๙๙๐

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยัม เลขคณิตของคะแนนสอบเข้าเรียน  
ชั้นมัธยมปีที่ ๑ ของกลุ่มทดลองทั้งสองก่อนการทดลองสอน

ก. หาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม ( $\bar{X}$ )

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n fX_i$$

f = ความถี่

X = คะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนั้นๆ

n = จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่ ๑  $\bar{X}_1 = \frac{๖๒๓}{๔๔}$   
= ๑๓.๘๔๔

กลุ่มที่ ๒  $\bar{X}_2 = \frac{๖๒๔}{๔๔}$   
= ๑๓.๘๖๓

ข. หาค่าความแปรปรวนของคะแนน ( $S^2$ ) โดยใช้สูตร

$$S^2 = \frac{\sum fX^2 - \frac{(\sum fX)^2}{n}}{n-1}$$

X = คะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนั้นๆ

n = จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่ ๑  $S_1^2 = \frac{๘๘๖๔ - \frac{(๖๒๓)^2}{๔๔}}{๔๔}$   
= ๗.๘๑๖

กลุ่มที่ ๒  $S_2^2 = \frac{๘๘๘๐ - \frac{(๖๒๔)^2}{๔๔}}{๔๔}$   
= ๗.๖๖๕



ค. ทดสอบความแปรปรวน (Variance) ของคะแนนของกลุ่มทดลองทั้งสอง โดยใช้ค่าเอฟ (F-test)

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$= \frac{๗.๘๑๖}{๗.๖๖๔}$$

$$= ๑.๐๒๖$$

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ  $n_1 - 1$  และ  $n_2 - 1$  เมื่อ  $n_1$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ ๑ และ  $n_2$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ ๒

จากตารางค่าของเอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๕๗๕  $F_{๔๔,๔๔}$  มีค่าประมาณ ๑.๘๘๐

จากตารางค่าของเอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๒๕  $F_{๔๔,๔๔}$  มีค่าประมาณ ๑.๕๓๒

ค่าเอฟที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง ๑.๕๓๒ - ๑.๘๘๐

$$\therefore \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ } .๐๕$$

ง. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐาน เลขคณิตของกลุ่มทดลองทั้งสอง โดยใช้ค่าที (t-test)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$= \frac{100.0000 - 100.0000}{\sqrt{\frac{(44-1)(7.406)^2 + (44-1)(7.665)^2}{44 + 44 - 2} \left( \frac{1}{44} + \frac{1}{44} \right)}}$$

ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ  $n_1 + n_2 - 2$   
เมื่อ  $n_1$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ ๑ และ  $n_2$  คือจำนวนนักเรียนใน  
กลุ่มทดลองที่ ๒

จากตารางค่าของทีที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๕  $t_{42}$  มีค่าประมาณ  $\pm 1.96$   
ค่าที่คำนวณได้มีค่าตัวเลขน้อยกว่าที จากตาราง

$$\therefore \mu_1 = \mu_2 \text{ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ } 0.05$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์  
ของกลุ่มทดลองที่ ๑ กับกลุ่มทดลองที่ ๒

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๘ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองทั้งสอง

กลุ่มทดลองที่ ๑				กลุ่มทดลองที่ ๒			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	FX	FX <sup>2</sup>	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	FX	FX <sup>2</sup>
๔๓	๑	๔๓	๑๘๔๙	๔๔	๑	๔๔	๑๙๓๖
๔๒	๒	๘๔	๓๖๗๘	๔๑	๒	๘๒	๓๓๖๒
๓๙	๑	๓๙	๑๕๒๑	๓๙	๑	๓๙	๑๕๒๑
๓๗	๓	๑๑๑	๔๑๐๗	๓๘	๓	๑๑๔	๔๓๓๒
๓๖	๒	๗๒	๒๕๙๒	๓๖	๑	๓๖	๑๒๙๖
๓๕	๒	๗๐	๒๕๕๐	๓๕	๒	๗๐	๒๕๕๐
๓๔	๔	๑๓๖	๔๖๒๔	๓๔	๒	๖๘	๒๓๑๒
๓๓	๒	๖๖	๒๑๗๘	๓๓	๔	๑๓๒	๔๓๕๖
๓๒	๓	๙๖	๓๐๗๒	๓๒	๑	๓๒	๑๐๒๔
๓๑	๔	๑๒๔	๓๘๔๔	๓๑	๓	๙๓	๒๘๘๓
๒๙	๔	๑๑๖	๓๓๖๔	๓๐	๒	๖๐	๑๘๐๐
๒๘	๓	๘๔	๒๓๕๒	๒๘	๓	๘๔	๒๓๕๒
๒๗	๒	๕๔	๑๔๕๘	๒๗	๔	๑๐๘	๒๔๑๖
๒๖	๒	๕๒	๑๓๕๒	๒๖	๔	๑๐๔	๒๗๐๔
๒๕	๑	๒๕	๖๒๕	๒๕	๓	๗๕	๑๘๗๕
๒๔	๔	๙๖	๒๓๐๔	๒๓	๒	๔๖	๑๐๔๘
๒๓	๒	๔๖	๑๐๕๘	๒๒	๒	๔๔	๙๖๘
๒๒	๒	๔๔	๙๖๘	๒๑	๓	๖๓	๑๓๒๓
๒๐	๑	๒๐	๔๐๐	๑๘	๒	๓๖	๖๔๘
$\Sigma$	๔๕	๑๓๗๘	๔๓๖๕๖	$\Sigma$	๔๕	๑๓๓๐	๔๑๑๑๖

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐาน เลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองทั้งสอง

ก. หาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม ( $\bar{X}$ )

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n fX_i$$

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มที่ ๑ } \bar{X}_1 &= \frac{๑๓๗๘}{๔๔} \\ &= ๓๐.๖๒๒ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มที่ ๒ } \bar{X}_2 &= \frac{๑๓๓๐}{๔๔} \\ &= ๒๙.๕๔๖ \end{aligned}$$

ข. หาค่าความแปรปรวนของคะแนน ( $S^2$ ) โดยใช้สูตร

$$S^2 = \frac{\sum fX^2 - \frac{(\sum fX)^2}{n}}{n-1}$$

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มที่ ๑ } S_1^2 &= \frac{๔๓๖๔๖ - \frac{(๑๓๗๘)^2}{๔๔}}{๔๔} \\ &= ๓๒.๙๒๒ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มที่ ๒ } S_2^2 &= \frac{๔๑๑๑๖ - \frac{(๑๓๓๐)^2}{๔๔}}{๔๔} \\ &= ๔๑.๐๗๑ \end{aligned}$$

ค. ทดสอบความแปรปรวน (Variance) ของคะแนนของกลุ่มทดลองทั้งสองโดยใช้ค่าเอฟ (F-test)

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$\begin{aligned} F &= \frac{S_2^2}{S_1^2} \\ &= \frac{๔๑.๐๗๑}{๓๒.๙๒๒} \\ &= ๑.๒๔๘ \end{aligned}$$

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ  $n_1 - 1$  และ  $n_2 - 1$  เมื่อ  $n_1$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ ๑ และ  $n_2$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ ๒

จากตารางค่าของเอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๘๗๕  $F_{๔๔, ๔๔}$  มีค่าประมาณ ๑.๘๘๐

จากตารางค่าของเอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๒๕  $F_{๔๔, ๔๔}$  มีค่าประมาณ ๐.๕๓๒

ค่าเอฟที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง ๐.๕๓๒ - ๑.๘๘๐

$$\therefore s_1^2 = s_2^2 \text{ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ } .๐๕$$

ง. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐาน เลขคณิตของกลุ่มทดลองทั้งสองโดยใช้ค่าที (t-test)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$= \frac{๓๐.๖๒๒ - ๒๙.๕๕๖}{\sqrt{\frac{(๔๔ - ๑)๓๒.๙๒๒ + (๔๔ - ๑)๔๑.๐๗๑}{๔๔ + ๔๔ - ๒} \left( \frac{๑}{๔๔} + \frac{๑}{๔๔} \right)}}$$

$$= ๐.๖๔๘$$

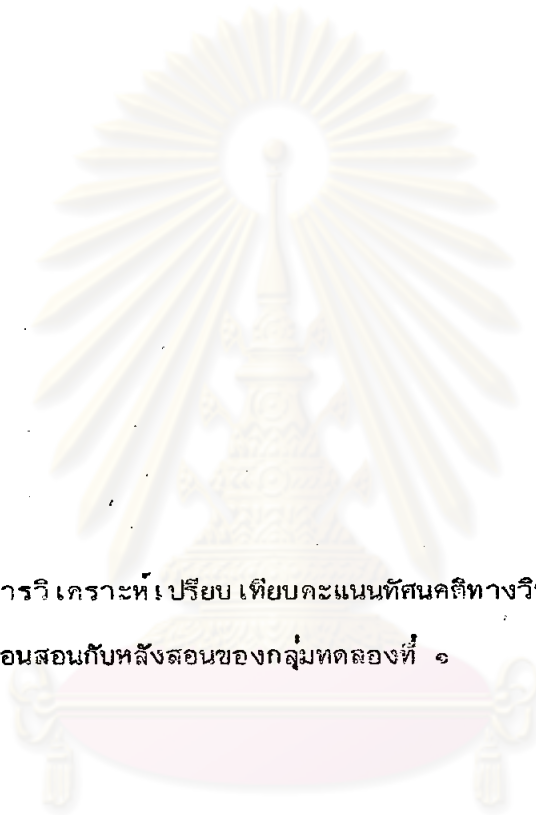
ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ  $n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ  $n_1$  คือจำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลองที่ ๑ และ  $n_2$  คือจำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลองที่ ๒

จากตารางค่าของทีที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๕  $t_{๘๘}$  มีค่าประมาณ ๑.๙๖

ค่าทีที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าทีจากตาราง

$$\therefore \mu_1 = \mu_2 \text{ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ } .๐๕$$

- 
๔. การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์  
ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๑

ศูนย์วิทยพัธพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๔ คะแนนที่นักศึกษาทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๑

คนที่	ก่อนสอน ( $X_1$ )	หลังสอน ( $X_2$ )	$X_2 - X_1$ (d)	$d^2$
๑	๑๑๐	๑๐๗	-๓	๙
๒	๘๗	๑๐๘	๒๑	๔๔๑
๓	๘๔	๑๐๘	๒๔	๕๗๖
๔	๘๕	๑๐๗	๒๒	๔๘๔
๕	๑๐๗	๑๐๐	-๗	๔๙
๖	๘๐	๘๓	๓	๙
๗	๑๒๒	๑๒๓	๑	๑
๘	๘๑	๑๐๗	๒๖	๖๗๖
๙	๑๒๖	๑๒๒	-๔	๑๖
๑๐	๑๑๑	๑๑๒	๑	๑
๑๑	๑๑๑	๑๓๓	๒๒	๔๘๔
๑๒	๑๑๒	๑๑๘	๖	๓๖
๑๓	๑๐๘	๑๐๓	-๕	๒๕
๑๔	๑๐๓	๑๒๖	๒๓	๕๒๙
๑๕	๑๐๐	๑๐๔	๔	๑๖
๑๖	๑๑๗	๑๑๗	๐	๐
๑๗	๑๐๖	๑๑๑	๕	๒๕
๑๘	๑๑๑	๑๒๔	๑๓	๑๖๙
๑๙	๑๑๐	๑๑๐	๐	๐
๒๐	๑๒๖	๑๒๐	-๖	๓๖
๒๑	๑๒๗	๑๒๙	๒	๔
๒๒	๑๒๓	๑๒๕	๒	๔
๒๓	๑๐๖	๑๑๖	๑๐	๑๐๐



ตารางที่ ๕ คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๑ (ต่อ)

คนที่	ก่อนสอน ( $X_1$ )	หลังสอน ( $X_2$ )	$X_2 - X_1$ (d)	$d^2$
๒๔	๑๒๗	๑๓๒	๕	๒๕
๒๕	๑๑๓	๑๐๗	-๖	๓๖
๒๖	๑๒๒	๑๒๕	๓	๙
๒๗	๑๐๐	๑๑๒	๑๒	๑๔๔
๒๘	๑๒๕	๑๐๘	-๑๖	๒๕๖
๒๙	๑๑๘	๑๐๖	-๑๒	๑๔๔
๓๐	๑๑๗	๑๓๘	๒๑	๔๔๑
๓๑	๑๒๓	๑๐๘	-๑๕	๑๙๖
๓๒	๑๒๓	๑๓๒	๙	๘๑
๓๓	๑๒๕	๑๑๓	-๑๑	๑๒๑
๓๔	๑๑๗	๑๑๕	-๒	๔
๓๕	๑๑๕	๑๒๕	๑๐	๑๐๐
๓๖	๑๑๙	๑๒๗	๘	๖๔
๓๗	๑๐๑	๑๐๘	๗	๔๙
๓๘	๑๑๖	๑๐๗	-๙	๘๑
๓๙	๑๑๐	๑๑๑	๑	๑
๔๐	๑๑๘	๑๐๘	-๑๐	๑๐๐
๔๑	๑๒๕	๑๓๒	๗	๖๔
๔๒	๑๐๘	๑๐๙	๑	๑
๔๓	๑๐๕	๑๑๑	๖	๓๖
๔๔	๑๐๑	๑๐๙	๘	๖๔
๔๕	๑๑๒	๑๑๙	๗	๔๙
$\Sigma$	๕๐๑๓	๕๑๘๕	๑๗๑	๕๑๓๙

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัชฌิม เลขคณิตของคะแนนทัศนคติทาง  
วิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๑

ก. หาคะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอน  
กับหลังสอน ( $\bar{d}$ )

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

$\bar{d}$  = ผลต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์  
ก่อนสอน ( $X_1$ ) กับหลังสอน ( $X_2$ )

$n$  = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

$$= \frac{๑๗๑}{๔๕}$$

$$= ๓.๘๐๐$$

ข. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์  
ก่อนสอนกับหลังสอน ( $S_d$ )

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2/n}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{๕๑๓๔ - (๑๗๑)^2/๔๕}{๔๔}}$$

$$= ๑๐.๑๐๑$$

ค. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัชฌิม เลขคณิตของคะแนนทัศนคติทางวิทยา-  
ศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๑ โดยใช้ค่าที (t-test)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} \\
 &= \frac{๓.๘๐๐}{๑๐.๑๐๑ / \sqrt{๔๕}} \\
 &= ๒.๕๒๔
 \end{aligned}$$

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ  $n-1$  เมื่อ  $n$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

จากตารางค่าของ  $t$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ  $.๐๕$   $t_{๔๔}$  มีค่าประมาณ  $๒.๐๒$

ค่าที่ได้คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าที่จากตาราง

$\therefore \mu_1 \neq \mu_2$  อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  $.๐๕$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



๔. การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์  
ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๒

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๐ คะแนนที่สมัครติหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอบกับหลังสอบของกลุ่มทดลองที่ ๒

คนที่	ก่อนสอบ ( $X_1$ )	หลังสอบ ( $X_2$ )	$X_2 - X_1$ (d)	$d^2$
๑	๑๑๗	๑๒๒	๕	๒๕
๒	๙๙	๑๐๘	๙	๘๑
๓	๑๑๔	๑๐๓	-๑๑	๑๒๑
๔	๑๑๖	๑๐๘	-๘	๖๔
๕	๑๒๒	๑๔๐	๑๘	๓๒๔
๖	๑๑๔	๑๒๒	๘	๖๔
๗	๑๐๒	๑๑๐	๘	๖๔
๘	๑๐๐	๑๐๖	๖	๓๖
๙	๑๐๗	๑๐๙	๒	๔
๑๐	๑๑๑	๑๒๗	๑๖	๒๕๖
๑๑	๑๐๑	๑๐๓	๒	๔
๑๒	๑๐๓	๑๐๙	๖	๓๖
๑๓	๑๐๙	๑๑๔	๕	๒๕
๑๔	๑๐๙	๑๐๑	-๘	๖๔
๑๕	๑๒๑	๑๑๙	-๒	๔
๑๖	๑๐๐	๙๑	-๙	๘๑
๑๗	๑๐๒	๑๐๔	๒	๔
๑๘	๑๑๖	๑๒๔	๘	๖๔
๑๙	๑๐๑	๑๐๔	๓	๙
๒๐	๑๑๒	๑๐๗	-๕	๒๕
๒๑	๑๑๐	๑๐๘	-๒	๔
๒๒	๑๑๗	๑๓๓	๑๖	๒๕๖
๒๓	๑๐๙	๑๑๓	๔	๑๖

ตารางที่ ๑๐ คะแนนที่สมัครติทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๒ (ต่อ)

คนที่	ก่อนสอน ( $X_1$ )	หลังสอน ( $X_2$ )	$X_2 - X_1$ (d)	$d^2$
๒๔	๑๐๙	๑๑๖	๗	๔๙
๒๕	๑๑๖	๑๓๖	๒๐	๔๐๐
๒๖	๑๑๒	๑๐๙	-๓	๙
๒๗	๑๑๕	๑๑๒	-๓	๙
๒๘	๑๑๓	๑๑๐	-๓	๙
๒๙	๑๒๙	๑๓๑	๒	๔
๓๐	๑๐๙	๑๐๕	-๔	๑๖
๓๑	๑๐๕	๑๐๖	๑	๑
๓๒	๑๐๘	๑๑๕	๖	๓๖
๓๓	๑๑๓	๑๑๑	-๒	๔
๓๔	๑๐๓	๑๐๙	๖	๓๖
๓๕	๑๒๐	๑๑๕	-๕	๒๕
๓๖	๑๐๖	๑๐๕	-๑	๑
๓๗	๑๑๘	๑๒๖	๘	๖๔
๓๘	๑๐๙	๑๑๘	๙	๘๑
๓๙	๑๑๙	๑๑๕	-๔	๑๖
๔๐	๑๑๙	๑๒๐	๑	๑
๔๑	๑๒๒	๑๒๗	๕	๒๕
๔๒	๑๑๘	๑๑๕	-๓	๑๖
๔๓	๑๒๕	๑๓๐	๖	๓๖
๔๔	๑๑๙	๑๒๑	๒	๔
๔๕	๑๒๖	๑๒๑	-๕	๒๕
<b>Σ</b>	<b>๕๖๕๙</b>	<b>๕๑๕๖</b>	<b>๑๑๒</b>	<b>๒๔๙๘</b>

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัชฌิม เลขคณิต ของคะแนนทัศนคติทาง  
วิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๒

ก. หาคะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอน  
กับหลังสอน ( $\bar{d}$ )

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

$$\bar{d} = \frac{๑๑๒}{๔๔}$$

$$= ๒.๕๔๕$$

ข. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์  
ก่อนสอนกับหลังสอน ( $S_d$ )

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - [(\sum d)^2/n]}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{๒๔๔๘ - \frac{(๑๑๒)^2}{๔๔}}{๔๔}}$$

$$= ๗.๑๐๒$$

ค. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัชฌิม เลขคณิตของคะแนนทัศนคติทาง  
วิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองที่ ๒ โดยใช้ค่าที (t-test)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

$$= \frac{๒.๕๔๕}{๗.๑๐๒/\sqrt{๔๔}}$$

$$= ๒.๓๕๑$$

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ  $n-1$  เมื่อ  $n$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

จากตารางค่าของที่ระดับความมีนัยสำคัญ  $.05$   $t_{42}$  มีค่าประมาณ ๒.๐๒ ค่าที่ได้คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าที่จากตาราง

∴  $\mu_1 \neq \mu_2$  อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  $.05$



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



๖. การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์  
ที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลองที่ ๑ กับกลุ่มทดลองที่ ๒

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๑ มีขัณม เลขคณิตของผลต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอน (ข) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอน ( $S_d$ ) ของกลุ่มทดลองทั้งสอง

กลุ่ม	$\bar{d}$	$S_d$
กลุ่มทดลองที่ ๑	๓.๘๐๐	๑๐.๑๐๑
กลุ่มทดลองที่ ๒	๒.๘๘๘	๗.๑๐๒

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมีขัณม เลขคณิตของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น (คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น = ผลต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนกับหลังสอน) ของกลุ่มทดลองทั้งสอง

ก. ทดสอบความแปรปรวน (Variance) ของคะแนนของกลุ่มทดลองทั้งสองโดยใช้ค่าเอฟ (F-test)

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$F = \frac{S_{d_1}^2}{S_{d_2}^2}$$

$$= \frac{(๑๐.๑๐๑)^2}{(๗.๑๐๒)^2}$$

$$= ๒.๐๒๓$$

ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ  $n_1 - 1$  และ  $n_2 - 1$  เมื่อ  $n_1$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ ๑ และ  $n_2$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ ๒

จากตารางค่าของเอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ (๕%)  $F_{๔๔,๔๔}$  มีค่าประมาณ ๒.๓๐

จากตารางค่าของ เอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ (๐.๐๕)  $F_{๔๔,๔๔}$  มีค่าประมาณ ๐.๔๓๔

ค่าเอฟที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง ๐.๔๓๔ - ๒.๓๐

$$\therefore S_1^2 = S_2^2 \text{ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ } .๐๑$$

ข. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมีซิมิ เลขคณิตของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ของกลุ่มทดลองทั้งสอง โดยใช้ค่าที (t-test)

Ho:  $\mu_1 = \mu_2$

$$t = \frac{d_1 - d_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_{d_1}^2 + (n_2-1)S_{d_2}^2}{n_1+n_2-2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

=  $\frac{๓.๘๐๐ - ๒.๔๘๘}{\dots}$

$$\sqrt{\frac{(๔๕-๑)(๑๐.๑๐๑)^2 + (๔๕-๑)(๗.๑๐๒)^2}{๔๕ + ๔๕ - ๒} \left( \frac{๑}{๔๕} + \frac{๑}{๔๕} \right)}$$

= ๐.๗๑๒

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ  $n_1+n_2-2$

เมื่อ  $n_1$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ ๑ และ  $n_2$  คือจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ ๒

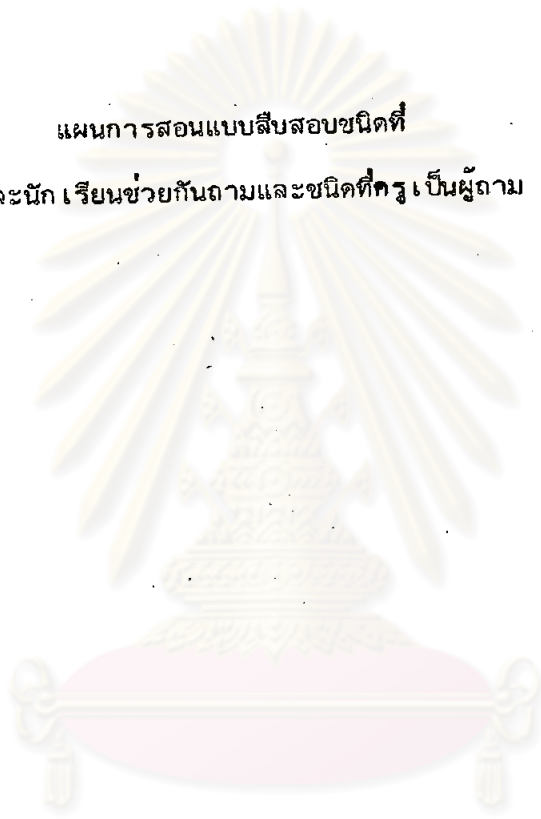
จากตารางค่าของทีที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๕  $t_{๔๔}$  มีค่าประมาณ ๑.๙๖

ค่าทีที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าทีจากตาราง

$$\therefore \mu_1 = \mu_2 \text{ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ } .๐๕$$

ภาคผนวก ข.

แผนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่  
ครูและนักเรียนช่วยกันถามและชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการสอน

รายการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "น้ำ" แบ่งเป็น ๖ หน่วย คือ

หน่วยที่ ๑ ความสำคัญและสมบัติของน้ำ ประกอบด้วยเรื่อง

- ความสำคัญของน้ำ
- จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของน้ำ
- การเปลี่ยนสถานะของน้ำ
- ความหนาแน่นของน้ำ

หน่วยที่ ๒ แหล่งน้ำ ประกอบด้วยเรื่อง

- แหล่งน้ำบนดิน
- น้ำใต้ดิน
- แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

หน่วยที่ ๓ ความสามารถในการละลายของสารในน้ำ ประกอบด้วยเรื่อง

- สารเจือปนในน้ำ
- การละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ
- การตกผลึก

หน่วยที่ ๔ น้ำกระด้าง ประกอบด้วยเรื่อง

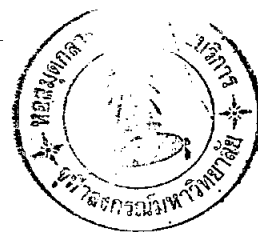
- สมบัติของน้ำกระด้าง
- วิธีแก้ น้ำกระด้าง
- ประโยชน์และโทษของน้ำกระด้าง

หน่วยที่ ๕ การแยกตัวถูกละลายหรือสารแขวนลอยในน้ำ ประกอบด้วยเรื่อง

- การกลั่น
- การกรอง
- การทำให้ตกตะกอน
- การทำน้ำประปา

หน่วยที่ ๖ น้ำเสีย ประกอบด้วยเรื่อง

- สาเหตุ และผลของน้ำเสีย
- วิธีป้องกัน และแก้ น้ำเสีย



## เรื่อง ความสำคัญของน้ำ

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. บอกได้น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์
๒. ยกตัวอย่างความสำคัญของน้ำที่มีต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้ถูกต้องอย่างน้อย ๓ ข้อ

### เนื้อเรื่อง

น้ำมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์ตลอดเวลา ในร่างกายของมนุษย์มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ ๒ ใน ๓ ของน้ำหนักตัว และในชีวิตประจำวันเราต้องใช้น้ำเพื่อบริโภค อุปโภค นอกจากนั้นเรายังใช้น้ำเพื่ออำนวยความสะดวกสบายอีกหลายประการ พืชและสัตว์ก็ต้องอาศัยน้ำในการดำรงชีวิต

### ความคิดรวบยอด

สิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นส่วนประกอบ และต้องอาศัยน้ำในการดำรงชีวิต

### อุปกรณ์

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| ๑. ภาพการคั้นน้ำส้ม  | ๔. ภาพการดำนา   |
| ๒. ภาพคนกำลังคั้นน้ำ | ๕. ภาพคนพายเรือ |
| ๓. ภาพคนซักผ้าในคลอง | ๖. ภาพน้ำตก     |

### กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชี้หน้าเข้าสู่บทเรียน

ครูคิดภาพการคั้นน้ำส้มบนกระดาน แล้วถาม

ครู : ในภาพนี้ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

(ส้ม คน กระชอน ถ้วยแก้ว น้ำส้ม)

ครูคิดภาพคนกำลังคั้นน้ำบนกระดาน แล้วถาม

ครู : ในภาพนี้ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

(คน น้ำ ถ้วยแก้ว)

ครูตีตภาพคนซักผ้าในคลองบนกระดานแล้วถาม

ครู : ในภาพนี้ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

(คน เสื้อผ้า น้ำ ผงซักฟอก ถังน้ำ)

ครูตีตภาพการดำนาบนกระดานแล้วถาม

ครู : ในภาพนี้ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

(คน ต้นข้าว น้ำ)

ครูตีตภาพ คนขายเรือบนกระดานแล้วถาม

ครู : ในภาพนี้นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

(คน เรือ น้ำ)

ครูตีตภาพน้ำตกบนกระดาน แล้วถาม

ครู : ในภาพนี้ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

(ภูเขา น้ำ ต้นไม้)

ครู : นักเรียนคิดว่าในภาพทั้งหมดนี้มีอะไรร่วมกันอยู่

(น้ำ)

ขั้นสอน

ครู : จากภาพเหล่านี้ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับบทบาทของน้ำ

(น้ำมีความสำคัญต่อชีวิตและความเป็นอยู่)

ครู : น้ำมีความสำคัญอย่างไร

(น้ำมีความสำคัญต่อการเกษตร น้ำช่วยในการคมนาคม ฯลฯ)

ครู : ใครมีความเห็นอย่างอื่นอีกบ้าง

ครู : ใครสรุปความสำคัญของน้ำได้ให้ยกมือ

(น้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ดังนี้

๑. น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์



๒. น้ำมีประโยชน์ในการทำความสะดวก
๓. น้ำมีประโยชน์ในการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์
๔. น้ำช่วยในการคมนาคม
๕. น้ำเป็นแหล่งพลังงาน)

ครู : ใครบอกอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในร่างกายมนุษย์ได้ให้ยกมือ  
(๒ ใน ๓ ของน้ำหนักตัว)

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูบอกนักเรียนว่า "ครูจะให้ให้นักเรียนดูภาพต่อไปนี้ที่ละภาพ ให้นักเรียนสังเกตและตั้งคำถามเกี่ยวกับน้ำ" ถ้านักเรียนตั้งคำถามที่ไม่เกี่ยวกับความสำคัญของน้ำ ครูจะพูดว่า "ครูจะให้ นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับความสำคัญของน้ำ"

ขั้นสอน

ครูติดภาพการค้ำน้ำบนกระดาน แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : การทำนาต้องอาศัยอะไรบ้าง, น้ำมีความสำคัญต่อการเกษตรใช่ไหม  
(เงิน ที่ดิน แรงงานของคน น้ำ, ไร่)

ครูติดภาพคนพายเรือบนกระดาน แล้วบอกให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : น้ำมีความสำคัญต่อการคมนาคมใช่ไหม  
(ใช่)

ครูติดภาพการค้ำน้ำส้มบนกระดาน แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : น้ำเป็นส่วนประกอบของผลไม้ใช่ไหม  
(ใช่)

ครู : ผลไม้จัดเป็นอะไร

(พืช)

ครูติดภาพคนค้ำน้ำบนกระดาน แล้วถาม

ครู : น้ำเป็นส่วนประกอบของพืชเท่านั้นหรือ



(น้ำเป็นส่วนประกอบของพืชและสัตว์)

ครู : ใครบอกอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในร่างกายมนุษย์ได้ให้ยกมือ  
(๒ ใน ๓ ของน้ำหนักตัว)

ครูตีภาพการซึ่กน้ำในคลองบนกระดาน แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : น้ำมีประโยชน์ต่อการซึ่กน้ำทำความสะอาดใช้ใหม่, การทำความสะอาด  
ต้องใช้อะไรบ้าง

(ใช้, น้ำ ผงซักฟอก หรือสบู่)

ครูนำภาพน้ำตกมาติดบนกระดาน แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : น้ำตกมีความสำคัญต่อการท่องเที่ยว และการผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ใหม่  
(ใช้)

ครู : เราอาศัยอะไรของน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้า  
(พลังงานของน้ำ)

ครู : ใครจะสรุปความสำคัญของน้ำได้ให้ยกมือ  
(เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม)

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกัน-  
ถาม) และการสรุปของนักเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เรื่อง จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของน้ำ

เวลาที่ใช้สอน ๒ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. บอกได้ว่า น้ำมี ๓ สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ
๒. ระบุได้ว่า จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ  $0^{\circ}\text{C}$  จุดเดือดของน้ำเท่ากับ  $100^{\circ}\text{C}$
๓. อธิบายได้ว่าจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งบางที่เรียกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำได้ เพราะ

มีอุณหภูมิเท่ากัน

๔. อธิบายความหมายของความร้อนแฝงของการหลอมเหลว ของน้ำแข็ง และความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอได้ถูกต้อง

๕. บอกได้ว่า ขณะที่น้ำเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะคงที่

๖. บอกได้ว่าการระเหยหมายถึงปรากฏการณ์ที่ของเหลวได้รับความร้อนแล้วกลายเป็นไอ

เป็นไอ

๗. อธิบายได้ว่าการควบแน่นของน้ำ หมายถึงปรากฏการณ์ที่ไอน้ำรวมตัวกันเป็นหยดน้ำ

### เนื้อเรื่อง

น้ำมี ๓ สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลว อุณหภูมิจะคงที่ ที่  $0^{\circ}\text{C}$  ซึ่งเป็นจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง ความร้อนที่น้ำแข็งใช้ไปเพื่อเปลี่ยนสถานะ เรียกว่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง ในทำนองเดียวกัน ขณะที่น้ำกำลังเดือด อุณหภูมิจะคงที่ที่  $100^{\circ}\text{C}$  ซึ่งเป็นจุดเดือดของน้ำ ความร้อนที่น้ำเดือดใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะ เรียกว่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ

เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอ ถ้าทำให้อุณหภูมิลดลงไอน้ำจะควบแน่นเป็นหยดน้ำ

### ความคิดรวบยอด

ขณะที่น้ำกำลังเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะคงที่ อุณหภูมินั้นคือจุดหลอมเหลวของน้ำ เมื่อ

น้ำ เปลี่ยนจากน้ำแข็ง เป็นของเหลว หรือเป็นจุดเดือดของน้ำ เมื่อน้ำเปลี่ยนจากของเหลว เป็นก๊าซ  
อุปกรณ์

๑. ตารางแสดงผลการวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งทุก ๑ นาที จนน้ำแข็งหลอม เหลวหมด  
 และแสดงอุณหภูมิของน้ำต่อไปอีก ๕ นาที

๒. ถ้วยแก้ว
๓. น้ำร้อน และน้ำแข็ง
๔. เทอร์โมมิเตอร์
๕. จุกยางเจาะ ๒ รู
๖. หลอดน้ำก๊าซ
๗. ขาดังและที่จับหลอดทดลอง
๘. ตะเกียงอัลกอฮอล์ พร้อมทั้งก้นลม
๙. เศษกระเบื้องแตก
๑๐. หลอดทดลองขนาดใหญ่

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำถ้วยแก้วซึ่งใส่น้ำแข็ง และถ้วยแก้วซึ่งใส่น้ำร้อนมาให้ให้นักเรียนดู แล้วถาม

ครู : น้ำมีกี่สถานะ อะไรบ้าง

(๓ สถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ)

ขั้นสอน

ครูติดตารางแสดงผลการวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งทุก ๑ นาที จนน้ำแข็งละลายหมด และ  
 แสดงอุณหภูมิของน้ำอีก ๕ นาที และบอกนักเรียนว่าเครื่องหมายกากบาทแสดงว่านาฬิกานั้นน้ำแข็ง  
 ละลายหมด แล้วครูถาม

ครู : ทำไมขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอม เหลวอุณหภูมิจึงคงที่ที่  $0^{\circ}\text{C}$  เมื่อหลอม เหลว

หมดแล้วอุณหภูมิจึงสูงขึ้น

(เพราะน้ำแข็งต้องใช้ความร้อนในการหลอม เหลว)

ครู : ความร้อนที่น้ำแข็งใช้ในการเปลี่ยนสถานะเรียกว่าอะไร  
(ความร้อนแฝงของการหลอม เหลวของน้ำแข็ง)

ครู : จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง เท่ากับกี่ °C  
(๐°C)

ครู : จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าอะไร  
(จุดเยือกแข็ง)

ครู : จุดเยือกแข็ง เท่ากับกี่ °C  
(๐°C)

ครูเรียกนักเรียน ๑ คน ออกมาเขียนกราฟโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง แล้วถาม

ครู : เมื่อนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งมาเขียนกราฟเส้นกราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

(ขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลว เส้นกราฟจะขนานกับแกนนอน เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวหมด กราฟจะชันขึ้น เป็นเส้นตรง)

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น ๔ กลุ่ม แล้วให้นักเรียนทำการทดลองโดยใช้หลอดทดลองขนาดใหญ่ ใส่ น้ำกลั่น ๒๐ cm<sup>3</sup> ใส่เศษกระดาษ ๔ ชิ้น ใช้จุกยางที่มีเทอร์โมมิเตอร์ และหลอดนำก๊าซเสียขอยุ่นำไปปิดปากหลอดทดลอง ต้มน้ำในหลอด และสังเกตอุณหภูมิทุก ๑ นาที เป็น ๑๐ นาที นำปิเปตอร์ใส่น้ำเย็นไปอังที่ปลายหลอดนำก๊าซ แล้วให้ตัวแทนกลุ่มมารายงานผลการบันทึกอุณหภูมิโดยเขียนบนกระดาน แล้วครูถาม

ครู : ตามปกติจุดเดือดของน้ำ เท่ากับกี่ °C  
(๑๐๐°C)

ครู : จากการทดลองนักเรียนหาจุดเดือดของน้ำได้เท่ากับเท่าไร  
(๔๗°C , ๔๔°C)

ครู : ทำไมนักเรียนจึงหาจุดเดือดของน้ำได้ไม่เท่ากับ ๑๐๐°C  
(เพราะอาจจะอ่านเทอร์โมมิเตอร์ คลาดเคลื่อน, เทอร์โมมิเตอร์ไม่ได้มาตรฐาน)

ครู : ขณะที่น้ำกำลังเดือด ทำไมอุณหภูมิจึงคงอยู่ที่  $100^{\circ}\text{C}$

( เพราะน้ำเดือดต้องใช้ความร้อนไปในการเปลี่ยนเป็นไอน้ำ )

ครู : ความร้อนที่น้ำเดือดใช้ในการเปลี่ยนสถานะ เรียกว่าอะไร

( ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ )

ครู : ขณะที่น้ำกลั่นเย็นตัวลง สังเกตเห็นอะไรที่ปลายหลอดน้ำกลั่น

( ไอน้ำ )

ครู : ปรากฏการณ์ที่ของเหลวได้รับความร้อน แล้วกลายเป็นไอเรียกว่าอะไร

( การระเหย )

ครู : เมื่อนักเรียนนำบีกเกอร์มาอังที่ปลายหลอดน้ำกลั่น สังเกตเห็นอะไร

( หยดน้ำ )

ครู : ปรากฏการณ์ที่ไอน้ำรวมตัวกันเป็นหยดน้ำ เรียกว่าอะไร

( การควบแน่น )

ครูเรียกนักเรียน ๑ คนออกมาเขียนกราฟบนกระดานโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการหาจุดเดือดของน้ำ แล้วครูถาม

ครู : เมื่อนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการหาจุดเดือดของน้ำมาเขียนกราฟเส้น

กราฟที่ได้มามีลักษณะอย่างไร

( เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำกราฟจะชันขึ้นเป็นเส้นตรง เมื่อน้ำเดือดกราฟจะขนานกับแกนนอน )

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำถ้วยแก้วซึ่งใส่น้ำแข็งและถ้วยแก้วซึ่งใส่น้ำร้อนมาให้ให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : น้ำมีกี่สถานะ อะไรบ้าง

( ๓ สถานะคือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ )

ขั้นสอน

ครูนำตารางแสดงผลการวัดอุณหภูมิ ของน้ำแข็งทุก ๑ นาที จนน้ำแข็งละลายหมด และแสดงอุณหภูมิของน้ำต่อไปอีก ๕ นาที และบอกนักเรียนว่าเครื่องหมายกากบาทแสดงว่า นาทีนั้น น้ำแข็งละลายหมดแล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : ขณะที่น้ำกำลังหลอมเหลวทำไมอุณหภูมิจึงคงที่ที่  $0^{\circ}\text{C}$  เมื่อหลอมเหลวหมดอุณหภูมิจึงสูงขึ้น

(เพราะน้ำแข็งต้องใช้ความร้อนในการหลอมเหลว)

ครู : ความร้อนที่น้ำแข็งใช้ในการเปลี่ยนสถานะ เรียกว่าอะไร  
(ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง)

ครู : นักเรียนจะถามอะไรอีก

นักเรียน : จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ  $0^{\circ}\text{C}$  ใช่ไหม  
(ใช่)

ครู : จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง เรียกอีกอย่างว่าอะไร  
(จุดเยือกแข็ง)

ครู : จุดเยือกแข็งมีอุณหภูมิเท่ากับเท่าไร  
( $0^{\circ}\text{C}$ )

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๑ คน ให้เขียนกราฟบนกระดานโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง แล้วครูถาม

ครู : เมื่อนักเรียน นำข้อมูลที่ได้จากการหาจุดหลอมเหลว ของน้ำแข็ง มาเขียนกราฟเส้นกราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

(ขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลว เส้นกราฟจะขนานกับแกนนอน เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวหมดกราฟจะชันขึ้นเป็นเส้นตรง)

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น ๔ กลุ่ม แล้วให้นักเรียนทำการทดลองโดยใช้หลอดทดลองขนาดใหญ่ใส่น้ำกลั่น  $20\text{ cm}^3$  ใส่เศษกระเบื้อง ๔ ชิ้นใช้จุกยางที่มีเทอร์โมมิเตอร์และหลอดนำก๊าซ เสียบบู๋นำไปปิดปากหลอดทดลอง ต้มน้ำในหลอดและสังเกตอุณหภูมิทุก ๑ นาที เป็นเวลา ๑๐ นาที นำบีกเกอร์ ใส่น้ำเย็นไปอังที่ปลายหลอดนำก๊าซแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนผลการบันทึกอุณหภูมิบนกระดาน แล้วให้นักเรียนตั้งคำถามอย่างน้อย ๔ คำถาม

นักเรียน : จุดเดือดของน้ำเท่ากับกี่ °C

(๑๐๐ °C ฯลฯ)

นักเรียน : ทำไมจุดเดือดของน้ำที่หาได้จากการทดลองจึงไม่เท่ากับ ๑๐๐ °C

(เพราะอ่านเทอร์โมมิเตอร์คลาดเคลื่อน, เทอร์โมมิเตอร์ไม่ได้มาตรฐาน)

ครู : นักเรียนจะถามอะไรอีกบ้าง

นักเรียน : ทำไมขณะที่น้ำกำลังเดือดอุณหภูมิจึงคงที่

(เพราะน้ำเดือดต้องใช้ความร้อนไปในการกลายเป็นไอ)

นักเรียน : ความร้อนที่น้ำเดือดใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะเรียกว่าอะไร

(ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ)

ครู : ขณะที่นักเรียนให้ความร้อนแก่น้ำ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรที่ปลายหลอดน้ำก๊าซ

(ไอน้ำ)

ครู : ปรากฏการณ์ที่ของเหลวได้รับความร้อนแล้วกลายเป็นไอเรียกว่าอะไร

(การระเหย)

ครู : จากผลการทดลองนักเรียนจะถามอะไรได้อีก

นักเรียน : ปรากฏการณ์ที่ไอน้ำรวมตัวกันเป็นหยดน้ำเรียกว่าอะไร

(การควบแน่น)

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๑ คนให้เขียนกราฟบนกระดานโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการหา

จุดเดือดของน้ำ แล้วครูถาม

ครู : เมื่อนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการหาจุดเดือดของน้ำมาเขียนกราฟ กราฟที่ได้

มีลักษณะอย่างไร

(ขณะที่ให้ความร้อนแก่น้ำ เส้นกราฟจะชันขึ้น เมื่อน้ำเดือด เส้นกราฟจะขนานกับแกนอน)

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม)

การแปลความหมายจากกราฟ และทักษะการใช้อุปกรณ์ของนักเรียน



## เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของน้ำ

เวลาที่ใช้สอน ๒ คาบ

### วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารรถ

๑. อธิบายความหมายของพลังงาน จลน์ได้ถูกต้อง
๒. บอกได้ว่าในสถานะของแข็ง อนุภาคของน้ำจะเรียงตัวกันเป็นระเบียบและมีแรงยึดเหนี่ยวมากกว่าในสถานะของเหลวหรือก๊าซ
๓. เปรียบเทียบพลังงานจลน์ ที่มีในโมเลกุลของน้ำในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซได้ถูกต้อง

### เนื้อเรื่อง

อนุภาคที่เล็กที่สุดของน้ำ เรียกว่าโมเลกุลของน้ำ โมเลกุลของน้ำในสถานะของแข็ง เรียงตัว กันอย่างเป็นระเบียบโดยมีแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุลและอยู่ชิดกัน เมื่อได้รับความร้อน ทำให้โมเลกุลของน้ำมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยว และความเป็นระเบียบ ก็ยิ่งลดน้อยลงจนกระทั่ง น้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำ ถ้าให้ความร้อนต่อไปโมเลกุลจะมีการเคลื่อนไหวมากยิ่งขึ้นจน บางโมเลกุลหลุดออกไป นั่นคือน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอ

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ จะมีพลังงานจลน์เกิดขึ้น อนุภาคที่เคลื่อนที่เร็วจะมีพลังงานจลน์ มากกว่าอนุภาคที่เคลื่อนที่ช้า

### ความคิดรวบยอด

ความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำสั่นสะเทือนและเคลื่อนที่ พลังงานจลน์ของโมเลกุลก็มากขึ้น ด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้น้ำเกิดการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวและจากของเหลวเป็นก๊าซ

### อุปกรณ์

๑. ภาพแบบจำลองอนุภาคของน้ำในสถานะของเหลว
๒. ขอลูก



### ๓. หลอดไฟ

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูติดภาพแบบจำลองอนุภาคของน้ำในสถานะของเหลวบนกระดาน แล้วใช้ไม้ชี้ที่อนุภาคของน้ำที่ละอนุภาคพร้อมทั้งกล่าวว่า "นี่คือโมเลกุลของน้ำ นี่คือโมเลกุลของน้ำ ----- น้ำ ๑ หยดประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำหลายล้านโมเลกุล นักเรียนทราบไหมว่าคำว่าโมเลกุลของสารหมายถึงอะไร"

(อนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร)

ครูนำชอล์ก ๑ แท่งวางบนโต๊ะแล้วกล่าวว่า "ขณะนี้ชอล์กมีพลังงานศักย์" จากนั้นครูปล่อยชอล์กแท่งนั้นให้ตกลงบนพื้นพร้อมกับกล่าวว่า "ขณะที่ชอล์กกำลังตกลงไปนี้ชอล์กมีพลังงานจลน์" นักเรียนลองบอกความหมายของคำว่า "พลังงานจลน์"

(พลังงานจลน์เป็นพลังงานที่มีอยู่ในอนุภาคที่เคลื่อนที่)

ครูพูดว่า "นักเรียนทราบว่าน้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งมาเป็นของเหลว และจากของเหลวมาเป็นก๊าซได้อย่างไร จากการแสดงต่อไปนี้ นักเรียนจะหาคำตอบได้"

#### ขั้นสอน

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๑๓ คน แล้วกล่าวว่า "ครูจะให้นักเรียนทั้ง ๑๓ คนนี้ออกมาแสดงถึงวิธีการเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของแข็งไปเป็นก๊าซ นักเรียนแต่ละคน แทนอนุภาคของน้ำ ๑ โมเลกุล นักเรียนสังเกตการแสดงให้เห็น และคอยตอบคำถามของครูด้วย" ครูให้นักเรียน ๑๓ คนนี้ (นักเรียนเหล่านี้เคยซ้อมวิธีแสดงมาแล้ว) จับมือกันเรียงเป็นวงรูปหกเหลี่ยมติดกัน ๓ วง นักเรียนทั้ง ๑๓ คน มีการเคลื่อนไหวตัวไปมาอย่างช้าๆ แล้วครูถามว่า

ครู : การจัดเรียงตัวโมเลกุลของน้ำในสถานะของแข็งที่นักเรียนเห็นอยู่นี้มีลักษณะอย่างไร

(เป็นรูปหกเหลี่ยม โมเลกุลยึดเหนี่ยวกันเป็นระเบียบมีการเคลื่อนไหวเล็กน้อย)

ครูนำหลอดไฟมา ๑ ดวงมาส่องให้ถูกนักเรียนทั้ง ๑๓ คน นักเรียนทั้ง ๑๓ คนจะเคลื่อนไหวตัวไปมาเร็วขึ้นก้าวเข้ามาอยู่ใกล้กันมากขึ้น ความเป็นระเบียบจะลดลง มือเริ่มคลายออกแต่ยังคงจับกันอยู่ แล้วครูถามว่า

ครู : หลอดไฟฟ้าเปรียบได้กับอะไร

(ความร้อน)

ครู : เมื่อน้ำแข็งได้รับความร้อนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(โมเลกุลมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น ความเป็นระเบียบและแรงยึดเหนี่ยวจะลดลง)

ครู : ในแง่ของพลังงานจลน์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(โมเลกุลมีพลังงานจลน์มากขึ้น)

ครู : นักเรียนทราบได้อย่างไร

(สังเกตได้จากโมเลกุลมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น)

ครู : ในช่วงนี้ก่อนน้ำแข็งจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(น้ำแข็งหลอมเหลว)

ครูนำหลอดไฟมาเพิ่มอีก ๑ ดวง นักเรียนทั้ง ๑๓ คน จะเคลื่อนไหวตัวไปมาเร็วขึ้น  
ก้าวเข้ามาอยู่ใกล้กันมากยิ่งขึ้นมือจะคลายจากกันมากขึ้น ความเป็นระเบียบยิ่งลดลง แล้วครูถาม

ครู : เมื่อให้ความร้อนต่อไปมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(โมเลกุลมีการเคลื่อนไหวมากยิ่งขึ้น ความเป็นระเบียบและแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง  
โมเลกุลยิ่งลดลง แต่พลังงานจลน์สูงขึ้น)

ครูนำหลอดไฟมาเพิ่มอีก ๑ ดวง นักเรียนทั้ง ๑๓ คน ปล่อยมือออกจากกันและต่างคน  
ต่างเดินอย่างรวดเร็ว ห่างออกจากกันไปคนละทิศละทาง แล้วครูถาม

ครู : เมื่อให้ความร้อนต่อไปอีก มีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง

(ความเป็นระเบียบและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลยิ่งลดลง แต่พลังงานจลน์ยิ่งสูงขึ้น)

ครู : ในช่วงนี้น้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(น้ำจะเดือดกลายเป็นไอ)

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูตีภาพแบบจำลองอนุภาคของน้ำในสถานะของเหลวบนกระดาน แล้วใช้ไม้ชี้ที่

อนุภาค ของน้ำที่ละอนุภาคพร้อมทั้งกล่าวว่า

ครู : นี่คือโมเลกุลของน้ำ นี่คือโมเลกุลของน้ำ \_\_\_\_\_ น้ำ ๑ หยด  
ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำหลายล้านโมเลกุล นักเรียนทราบใหม่ว่า  
คำว่าโมเลกุลของสารหมายถึงอะไร

(อนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร)

ครูนำชอล์ก ๑ แท่งวางบนโต๊ะ แล้วกล่าวว่า

ครู : ขณะนี้ชอล์กมีพลังงานศักย์

จากนั้นครูปล่อยชอล์กแท่งนั้นให้ตกลงบนพื้น พร้อมกับกล่าวว่า

ครู : ขณะที่ชอล์กกำลังตกลงบนพื้นนี้ ชอล์กมีพลังงานจลน์ ให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : พลังงานศักย์หมายถึงอะไร

(พลังงานที่มีอยู่ในตำแหน่งซึ่งสามารถเคลื่อนไปยังอีกที่หนึ่งได้)

นักเรียน : พลังงานจลน์หมายถึงอะไร

(พลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่)

ครู : นักเรียนทราบใหม่ว่าน้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็ง มาเป็นของเหลว  
และจากของเหลวมาเป็นก๊าซได้อย่างไร

จากการแสดงต่อไปนี้ นักเรียนจะหาคำตอบได้

ขั้นสอน

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๑๓ คน และกล่าวว่า "ครูจะให้นักเรียน ๑๓ คนนี้ ออกมา  
แสดงถึงวิธีการเปลี่ยนสถานะของน้ำ จากของแข็งไปเป็นก๊าซ นักเรียนแต่ละคนแทนน้ำ ๑  
โมเลกุลนักเรียนสังเกตการแสดงให้ดู และคอยคิดคำถาม และคำตอบของของคำถามของครู  
ด้วย" ครูให้นักเรียน ๑๓ คนนี้ (นักเรียนเหล่านี้เคยซ้อมวิธีแสดงมาแล้วก่อนหน้านี้โดยครูเป็น  
ผู้ซ้อมให้) จับมือกันเรียงเป็นวงรูปหกเหลี่ยมติดกัน ๓ วง นักเรียน ๑๓ คนมีการเคลื่อนไหวตัว  
ไปมาอย่างช้า ๆ แล้วครูถามว่า

ครู : การจัดเรียงตัวของโมเลกุลของน้ำในสถานะของแข็งที่นักเรียนเห็นอยู่  
นี้มีลักษณะอย่างไร

(เป็นรูปหกเหลี่ยม โมเลกุลยึดเหนี่ยวกันเป็นระเบียบมีการเคลื่อนไหวเล็กน้อย)

ครูนำหลอดไฟ ๑ ดวงมาส่องให้นักเรียนทั้ง ๑๓ คน นักเรียนทั้ง ๑๓ คน จะเคลื่อนไหวตัวไปมาเร็วขึ้น ก้าวเข้ามาอยู่ใกล้กันมากขึ้น ความเป็นระเบียบจะลดลง มือเริ่มคลายออกแต่ยังคงจับกันอยู่ แล้วครูพูดว่า

ครู : ให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : หลอดไฟเปรียบได้กับอะไร

(ความร้อน)

นักเรียน : เมื่อให้ความร้อนกับน้ำแข็ง ความเป็นระเบียบ และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลจะลดลงใช่ไหม

(ใช่)

ครู : ในแง่ของพลังงานจลน์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(พลังงานจลน์มากขึ้น เพราะโมเลกุลมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น)

ครู : ในช่วงนี้ก้อนน้ำแข็งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(น้ำแข็งหลอมเหลว)

ครูนำหลอดไฟมาเพิ่มอีก ๑ ดวง นักเรียนทั้ง ๑๓ คน เคลื่อนไหวตัวไปมาเร็วขึ้น ก้าวเข้ามาอยู่ใกล้กันมากขึ้น มือจะคลายออกจากกันมากขึ้น ความเป็นระเบียบลดลงแล้ว ให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : เมื่อให้ความร้อนต่อไป ความเป็นระเบียบ และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลยิ่งลดลง แต่พลังงานจลน์จะยิ่งเพิ่มขึ้นใช่ไหม, หรือเมื่อให้ความร้อนต่อไปจะเป็นอย่างไร

(ใช่, ความเป็นระเบียบและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลลดลงแต่พลังงานจลน์เพิ่มขึ้น)

ครูนำหลอดไฟมาเพิ่มอีก ๑ ดวง นักเรียนทั้ง ๑๓ คน ปล่อยมือออกจากกันและต่างคนต่างเดินอย่างรวดเร็วห่างออกจากกันไปคนละทิศละทาง แล้วให้นักเรียนถาม

นักเรียน : ยิ่งให้ความร้อนมากขึ้น ความเป็นระเบียบ และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลยิ่งลดลง แต่พลังงานจลน์ยิ่งเพิ่มขึ้นใช่ไหม

(ใช้)

นักเรียน ในช่วงนี้ น้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร, หรือในช่วงนี้มีอะไรเกิดขึ้น  
(น้ำจะเดือดกลายเป็นไอ)

ครู ใครจะสรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำได้ให้ยกมือ

(โมเลกุลของน้ำในสถานะของแข็งเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ เมื่อน้ำแข็งได้รับความร้อนโมเลกุลจะเคลื่อนไหวยิ่งขึ้น ความเป็นระเบียบ และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลจะลดลง แต่พลังงานจลน์เพิ่มขึ้น น้ำแข็งจึงเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ เมื่อให้ความร้อนต่อไปเรื่อยๆ โมเลกุลจะเคลื่อนไหวยิ่งขึ้น ความเป็นระเบียบและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลยิ่งลดลง แต่พลังงานจลน์ยิ่งสูงขึ้น จนถึงจุดหนึ่ง น้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอ)

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม) การแสดงของนักเรียน และการสรุปของนักเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เรื่อง ความหนาแน่นของน้ำ

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรรสามารถ

๑. อธิบายความหมาย ของความหนาแน่นของน้ำได้ถูกต้อง
๒. บอกได้ว่าน้ำมีความหนาแน่นมากที่สุดที่อุณหภูมิ  $4^{\circ}\text{C}$  ที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้ความหนาแน่นของน้ำจะลดลง
๓. บอกได้ว่า น้ำแข็งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ
๔. คำนวณหาปริมาตรของน้ำและน้ำแข็งที่มีมวล เท่ากันได้ถูกต้อง

### เนื้อเรื่อง

ความหนาแน่นของน้ำคือมวลของน้ำต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ในขณะที่น้ำเป็นน้ำแข็ง โมเลกุลยึดกันอยู่มีลักษณะโปร่งเป็นโพรง เมื่อได้รับความร้อนโมเลกุลสั่นสะเทือนทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลลดน้อยลงโครงสร้างสร้างที่เป็นโพรงจึงถูกทำลายปริมาตรลดลงทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิ  $4^{\circ}\text{C}$  เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกว่านี้ โมเลกุลจะสั่นสะเทือนมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวลดน้อยลงและโมเลกุลเริ่มอยู่กระจ่ายห่างออกจากกัน ปริมาตรจึงมากขึ้นนั่นคือความหนาแน่นจะลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งน้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ โมเลกุลจะกระจ่ายห่างจากกันมากกว่าเดิมหลายเท่า

### ความคิดรวบยอด

ความหนาแน่นของน้ำคือมวลของน้ำต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร น้ำที่มีสถานะต่างกัน หรือมีอุณหภูมิต่างกันจะมีความหนาแน่นต่างกัน

### อุปกรณ์

๑. ถ้วยแก้ว
๒. น้ำ น้ำแข็ง
๓. ตาราง แสดงความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ



๔. ภาพขวดแก้วซึ่งใส่น้ำจนเต็มมีฝาปิดไว้ไว้ในช่องทำน้ำแข็งของตู้เย็น

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำด้วยแก้วซึ่งมีน้ำอยู่มาให้ให้นักเรียนดูแล้วครูใส่ก้อนน้ำแข็งลงไป จากนั้นครูถามว่า

ครู : ทำไมน้ำแข็งจึงลอยน้ำได้

นักเรียนจะตอบคำถามนี้ได้เมื่อศึกษาดาร่างต่อไปนี้

ขั้นสอน

ครูนำตารางแสดงค่าความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ มาติดบนกระดานแล้วถาม

ครู : น้ำมีความหนาแน่นมากที่สุดที่อุณหภูมิใด

(๔°C)

ครู : เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่า ๔°C ความหนาแน่นจะมากขึ้นหรือน้อยลง

(ความหนาแน่นจะลดลง)

ครู : ที่อุณหภูมิต่างกันน้ำในสถานะของแข็งกับของเหลวมีความหนาแน่นต่างกันหรือไม่อย่างไร

(ต่างกัน, น้ำแข็งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ)

ครู : นักเรียนตอบได้ไหมว่า ทำไมน้ำแข็งจึงลอยน้ำได้

(เพราะน้ำแข็งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ)

ครูบอกสูตรการหาความหนาแน่นของน้ำ ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร}}{\text{ปริมาตรของสาร}}$$

$$\therefore \text{ปริมาตรของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร}}{\text{ความหนาแน่นของสาร}}$$

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๒ คน ให้นักเรียนคนหนึ่งหาปริมาตรของน้ำ ๑ กรัม ที่ ๐°C ส่วนอีกคนหนึ่งให้หาปริมาตรของน้ำแข็ง ๑ กรัมที่ ๐°C โดยใช้ค่าความหนาแน่นของน้ำและน้ำแข็งจากตาราง เมื่อนักเรียนคำนวณเสร็จแล้ว ครูถามว่า

ครู : จากการคำนวณนี้ นักเรียนสรุปได้ว่าอย่างไร

(เมื่อน้ำแข็งและน้ำมีมวลเท่ากัน ที่อุณหภูมิเดียวกัน น้ำแข็งจะมีปริมาตรมากกว่า)  
ครูตีคภาพขวดแก้วซึ่งใส่น้ำจนเต็มมีฝาปิดใส่ไว้ในช่องทำน้ำแข็งของตู้เย็นบนกระดาน  
แล้วถามว่า

ครู : ใครเคยทำดังภาพนี้บ้างให้ยกมือ

ครูเรียกนักเรียนที่ยกมือให้ตอบคำถามของครู

ครู : เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็งแล้วเกิดอะไรขึ้น

(ขวดจะแตก)

ครู : ขวดแก้วแตกเมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง เพราะเหตุใด ใครตอบได้ให้ยกมือ  
(เมื่อน้ำแข็งและน้ำมีมวลเท่ากัน ที่อุณหภูมิเดียวกัน น้ำแข็งจะมีปริมาตรมากกว่าหรือ เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็งปริมาตรจะเพิ่มขึ้น)

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำถ้วยแก้วที่มีน้ำอยู่มาให้ให้นักเรียนดูแล้วครูใส่ก้อนน้ำแข็งลงไป จากนั้นครูถามว่า

ครู : จากการทดลองที่ครูทำให้ดูนี้ นักเรียนสงสัยอะไรบ้าง

(ทำไมน้ำแข็งจึงลอยน้ำได้)

นักเรียนจะตอบคำถามนี้ได้เมื่อศึกษาตารางต่อไปนี้

ขั้นสอน

ครูนำตารางแสดงค่าความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ มาติดบนกระดานแล้วพูดว่า

ครู : ให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับความหนาแน่นของน้ำโดยอาศัยตารางนี้

ประกอบ

นักเรียน : น้ำมีความหนาแน่นมากที่สุดที่อุณหภูมิใด

( $4^{\circ}\text{C}$ )

นักเรียน : ที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่า  $4^{\circ}\text{C}$  น้ำจะมีความหนาแน่นลดลงใช่ไหม

(ใช่)

ครู : น้ำ ๑ กรัม กับน้ำแข็ง ๑ กรัม ที่อุณหภูมิเดียวกัน จะมีความหนาแน่นต่างกันหรือไม่อย่างไร



(ต่างกัน, น้ำแข็งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ)

ครู : นักเรียนคงตอบคำถาม เมื่อครูนี้ได้แล้วว่าทำไมน้ำแข็งจึงลอยน้ำได้

(เพราะน้ำแข็งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ)

ครูบอกสูตรการหาความหนาแน่นของน้ำดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร}}{\text{ปริมาตรของสาร}}$$

$$\therefore \text{ปริมาตรของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร}}{\text{ความหนาแน่นของสาร}}$$

ครูบอกนักเรียนออกมา ๒ คน ให้นักเรียนคนหนึ่งหาปริมาตรของน้ำ ๑ กรัม ที่ ๐°C ส่วนอีกคนหนึ่งให้หาปริมาตรของน้ำแข็ง ๑ กรัม ที่ ๐°C โดยใช้ค่าความหนาแน่นของน้ำและน้ำแข็งจากตาราง เมื่อนักเรียนคำนวณเสร็จแล้ว ครูถามว่า

ครู : จากการคำนวณนี้นักเรียนสรุปได้ว่าอย่างไร

(เมื่อน้ำแข็งและน้ำมีมวลเท่ากันที่อุณหภูมิเดียวกัน น้ำแข็งจะมีปริมาตรมากกว่า)

ครูติดภาพขวดแก้วซึ่งใส่น้ำจนเต็มมีฝาปิดใส่ไว้ในช่องทำน้ำแข็งของตู้เย็นบนกระดาน แล้วพูดว่า

ครู : ให้นักเรียนถามคำถามเกี่ยวกับภาพนี้

นักเรียน : เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง ขวดจะแตกใช่ไหม

(ใช่)

นักเรียน : เพราะเหตุใดขวดจึงแตก

(เพราะเมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็งจะมีปริมาตรมากขึ้น)

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกัน-  
ถาม) การตั้งสมมติฐาน และการสรุปของนักเรียน

## เรื่อง แหล่งน้ำบนดิน

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. ระบุชื่อแหล่งน้ำบนดินได้ถูกต้องและครบถ้วน
๒. บอกประโยชน์ของแหล่งน้ำบนดินแต่ละแหล่งได้ถูกต้องอย่างน้อยแหล่งละ ๓ ข้อ

### เนื้อเรื่อง

น้ำที่เรานำมาใช้ในชีวิตประจำวันเป็นน้ำที่มีอยู่ทั่วไป ทั้งบนดิน และใต้ดิน แหล่งน้ำบนดินได้แก่ ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำตก หนองและบึง เราใช้ประโยชน์จากทะเล และทะเลสาบ คล้ายกันคือใช้เป็นแหล่งอาหารและทรัพยากรเป็นทางคมนาคมขนส่ง เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ ประโยชน์ที่สำคัญที่ได้จากแม่น้ำคือใช้ทำเป็นน้ำดื่ม น้ำใช้ และใช้เพื่อการเพาะปลูก น้ำตกนอกจากจะใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจแล้วยังสามารถใช้พลังงานจากน้ำตกที่มีขนาดใหญ่ไปหมุน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หนองและบึงเป็นที่อยู่ของสัตว์น้ำ เป็นที่เพาะพันธุ์ปลา เป็นแหล่งน้ำดื่ม น้ำใช้ และการเพาะปลูก ตลอดจนเป็นที่ท่องเที่ยว

### ความคิดรวบยอด

แหล่งน้ำบนดินได้แก่ ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำตก หนองและบึง มนุษย์ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำบนดินทั้งในด้านอุปโภค บริโภค การคมนาคม การเกษตร การประมง และการท่องเที่ยวแล้วยังใช้เป็นแหล่งพลังงานและทรัพยากร

### อุปกรณ์

๑. ภาพคนกำลังหิ้วถังน้ำเดินตรงไปที่บ้านในภาพนี้จะมีภูเขาน้ำตก ทะเล แม่น้ำและบ่อน้ำ
๒. ภาพทะเล
๓. ภาพทะเลสาบ
๔. ภาพน้ำตก
๕. ภาพแม่น้ำ
๖. ภาพหนองและบึง

### กิจกรรม

สำหรับสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำภาพคนกำลังตีวงน้ำเดินตรงไปที่บ้านในภาพยังมีภูเขา น้ำตก ทะเล แม่น้ำ และ บ่อน้ำ มาติดบนกระดาน แล้วถาม

ครู : คนในภาพนี้ตีวงน้ำมาจากไหน  
(บ่อน้ำ แม่น้ำ)

ครู : เขาอาจจะตีวงน้ำมาจากไหนอีก  
(ทะเล น้ำตก ฯ)

ครู : นักเรียนบอกแหล่งน้ำมาหลายแห่ง การเรียนครั้งนี้เราจะพิจารณาเฉพาะ แหล่งน้ำบนดิน นักเรียนคิดว่าอะไรบ้าง ที่เป็นแหล่งน้ำบนดิน  
(ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำตก หนองและบึง)

ชั้นสอน

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น ๔ กลุ่ม กลุ่มละ ๔ คน ให้สมมติให้นักเรียน ๔ คน ของแต่ละกลุ่มเป็นแหล่งน้ำกลุ่มละแหล่งคือ ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำตก หนองบึง และให้นักเรียนอีก ๔ คน ที่เหลือของแต่ละกลุ่มเป็นผู้ที่มาพบแหล่งน้ำ และทำความรู้จักกับแหล่งน้ำโดยการถามคำถามซึ่งครูเขียนไว้ให้ภายในเวลา ๑๐ นาที คำถามซึ่งครูให้ถามมีดังนี้

ทะเลนี้ชื่ออะไร

ทะเลนี้อยู่ที่ไหน

ทำไมน้ำทะเลจึงมีรสเค็ม

ทะเลมีประโยชน์อย่างไร

ทะเลที่อยู่ใกล้ประเทศไทยมากที่สุดชื่ออะไร

คำถามสำหรับแหล่งน้ำอื่น ๆ ก็จะมีเหมือนทะเล เมื่อครบ ๑๐ นาที แล้วครูเรียกตัวแทนกลุ่มออกมา เขียนคำตอบที่ได้รับมาสำหรับ คำถาม เกี่ยวกับประโยชน์ของแหล่งน้ำ นั้น ๆ บนกระดานในช่องที่มีภาพของแหล่งน้ำนั้น ๆ ติดอยู่ แล้วครูถาม

ครู : ใครมีความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของแหล่งน้ำเหล่านี้ไหม

ครู : ใครสรุปเรื่องแหล่งน้ำบนดิน ได้ให้ยกมือขึ้น

(แหล่งน้ำบนดินได้แก่ ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำตก หนองบึง แหล่งน้ำบนดิน มีประโยชน์ดังนี้

- ทะเล เป็นแหล่งอาหาร และทรัพยากรต่างๆ เป็นทางคมนาคมขนส่งที่สำคัญทาง  
หนึ่งและใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ
- ทะเลสาบ เป็นแหล่งอาหาร และทรัพยากร เป็นทางคมนาคมขนส่ง และเป็นที  
พักผ่อนหย่อนใจ
- แม่น้ำ ให้ประโยชน์หลายๆ ประการ โดยเฉพาะใช้สำหรับทำเป็นน้ำคั้น น้ำใช้  
และการเพาะปลูก
- น้ำตก เราใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ ถ้าน้ำตกมีขนาดใหญ่และมีน้ำตลอดปี ก็ใช้  
พลังงานจากน้ำตกได้
- หนองบึง เป็นที่อยู่ของสัตว์น้ำ เป็นที่เพาะพันธุ์ปลา เป็นแหล่งน้ำคั้น น้ำใช้  
และการเพาะปลูก ตลอดจนเป็นที่ท่องเที่ยว)

ถ้ามีเวลาเหลือครูจะให้ตัวแทนของกลุ่มตอบคำถามอื่นๆ ที่กลุ่มของตนได้ตอบมา

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำภาพคนกำลังหัวตั้งน้ำเดินตรงไปที่บ้านในภาพยังมีภูเขา น้ำตก ทะเล แม่น้ำ และ  
บ่อน้ำ มาติดบนกระดาน แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : คนในภาพนี้ตักน้ำมาจากไหน

(บ่อน้ำ แม่น้ำ)

ครู : เขาจะตักน้ำมาจากที่ไหนได้อีก

(ทะเล น้ำตก ฯ)

ครู : นักเรียนบอกแหล่งน้ำมาหลายแห่ง การเรียนครั้งนี้เราจะพิจารณาเฉพาะ  
แหล่งน้ำบนดิน ให้นักเรียนถามคำถามเกี่ยวกับแหล่งน้ำบนดิน

นักเรียน : แหล่งน้ำบนดินได้แก่อะไรบ้าง

(ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำตก หนองและบึง)

ขั้นสอน

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น ๕ กลุ่ม กลุ่มละ ๔ คน ครูสมมติให้นักเรียน ๕ คนของแต่ละกลุ่ม

เป็นแหล่งน้ำกลุ่มละแหล่งคือ ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำตก หนอง บึง และให้นักเรียนอีก ๔ คนที่เหลือของแต่ละกลุ่มเป็นผู้ที่มาพบแหล่งน้ำ และทำความรู้จักกับแหล่งน้ำนั้น ๆ ให้มากที่สุด ภายในเวลา ๑๐ นาที แล้วครูจึงเรียกตัวแทน แต่ละกลุ่มออกมา เขียนคำถามที่กลุ่มของตนถามบนกระดานในช่องที่มีภาพแหล่งน้ำนั้น ๆ ติดอยู่ คำถามที่นักเรียนถามอาจมีดังนี้

#### กลุ่มทะเล

ทะเลนี้ชื่ออะไร

ทะเลนี้อยู่ที่ไหน

ทะเลเกิดขึ้นได้อย่างไร

ทะเลที่ใหญ่ที่สุดชื่ออะไร

ทำไมน้ำทะเลจึงมีรสเค็ม

ทะเลมีประโยชน์อย่างไร

กลุ่มแหล่งน้ำอื่น ๆ ก็คงมีคำถามทำนองเดียวกันนี้ อาจจะมีบางกลุ่มที่ไม่มีคำถามเกี่ยวกับประโยชน์ของแหล่งน้ำนั้น ครูก็จะให้เวลาซักถามถึงประโยชน์ของแหล่งน้ำนั้น ๕ นาทีแล้วให้ตัวแทนแต่ละกลุ่ม ออกมาเขียนประโยชน์แหล่งน้ำนั้น ๆ บนกระดานในช่องที่มีภาพของแหล่งน้ำนั้น ๆ ติดอยู่แล้วครูถาม

ครู : ใครมีความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของแหล่งน้ำเหล่านี้ไหม

ครู : ใครสรุปเรื่องแหล่งน้ำบนดินได้ให้ยกมือ

(เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม)

ถ้ามีเวลาเหลือครูจะให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มตอบคำถามอื่น ๆ ที่กลุ่มของตนได้ถามไว้

#### การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม) การเขียนผลการอภิปรายของกลุ่มบนกระดาน และการสรุปของนักเรียน

เรื่อง น้ำใต้ดิน

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

- ๑. อธิบายความหมายของน้ำใต้ดิน น้ำบาดาล ระดับน้ำใต้ดิน ระดับน้ำบาดาล ได้ถูกต้อง
- ๒. บอกสาเหตุที่ทำให้ระดับน้ำใต้ดิน หรือระดับน้ำบาดาลเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้อง
- ๓. บอกได้ว่าการขุดบ่อน้ำใต้ดินหรือ น้ำบาดาลจะต้องขุดให้ลึกกว่าระดับน้ำใต้ดิน หรือระดับน้ำบาดาลจึงจะได้น้ำมาใช้

เนื้อเรื่อง

เวลาที่ฝนตกน้ำจะซึมลงไปใต้ดินจนถึงชั้นของดินซึ่งจะกั้นน้ำส่วนใหญ่ ไม่ให้ซึมผ่านไป ทำให้ดินเหนียวชั้นดินนั้นอึดตัวไปด้วยน้ำ เราเรียกน้ำที่ซึมอยู่ในดินนี้ว่า น้ำใต้ดิน และเรียกระดับน้ำตื้นกว่าระดับน้ำใต้ดิน ถ้าในดินมีน้ำมาก น้ำส่วนที่เหลือจากที่ดินดูดไว้จะไหลซึมต่อไปอีก หากน้ำนี้ซึมผ่านไปยังอยู่ในช่องว่างในเนื้อหินหรือในชั้นหิน เราเรียกน้ำบริเวณนั้นว่า น้ำบาดาล

ระดับน้ำใต้ดิน และน้ำบาดาลจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของน้ำที่ได้มาเพิ่มหรือลดลง การขุดบ่อน้ำใต้ดิน หรือบ่อน้ำบาดาลจะต้องขุดลงไปลึกกว่าระดับน้ำใต้ดินหรือระดับน้ำบาดาลจึงจะได้น้ำมาใช้

ความคิดรวบยอด

น้ำใต้ดินหมายถึงน้ำที่ซึมอยู่ในดินเหนียวชั้นดิน แต่ถ้าน้ำนี้ซึมไปยังอยู่ในช่องว่างในเนื้อหิน หรือในชั้นหินจะ เรียกว่าน้ำบาดาล

อุปกรณ์

- ๑. ภาพแสดงน้ำใต้ดิน น้ำบาดาล ระดับน้ำใต้ดิน ระดับน้ำบาดาล ชั้นหิน



ชั้นดิน ซึ่งไม่มีคำบรรยายภาพ

๒. ก้อนกรวด

๓. กล่องพลาสติก ท่อพลาสติก

๔. ถ้วยพลาสติก น้ำ

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำภาพแสดงน้ำใต้ดิน น้ำบาดาล ระดับน้ำใต้ดิน ระดับน้ำบาดาล ชั้นหิน ชั้นดิน

ซึ่งไม่มีคำบรรยายภาพ มาติดบนกระดาน แล้วถาม

ครู : ภาพที่นักเรียนเห็นอยู่ที่นี่คือภาพอะไร

(ภาพน้ำใต้ดิน น้ำบาดาล)

ขั้นสอน

ครูจะให้ให้นักเรียนทำการทดลองเลียนแบบการเกิดน้ำใต้ดิน และน้ำบาดาลในธรรมชาติ ขณะทำการทดลองให้นักเรียนสังเกต และนึก เปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ

ให้นักเรียนทำการทดลองโดยใส่ท่อพลาสติกใสลงไปในกล่องพลาสติกให้ชิดข้างกล่องแล้ว ใส่ก้อนกรวดลงไปลงในกล่องพลาสติกจนเกือบเต็มให้นักเรียนเทน้ำลงในกล่องพลาสติกให้ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับของกรวดประมาณ ๓ cm ให้สังเกตระดับน้ำในท่อพลาสติกแล้วเทน้ำต่อไปจนระดับน้ำต่ำกว่าระดับกรวดประมาณ ๑ cm แล้วสังเกตระดับน้ำในท่อพลาสติกอีกครั้งหนึ่ง ครูติดคำบรรยายภาพแล้วพูดว่า

ครู : โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองและจากภาพที่ครูให้ดู ใครอธิบายการ

เกิดน้ำใต้ดินและน้ำบาดาลได้ให้ยกมือ

(เมื่อฝนตกน้ำจะซึมลงไปใต้ดินจนถึงชั้นของหินซึ่งจะกั้นน้ำไม่ให้ซึมผ่านไปได้ทำให้ดินเหนียวชั้นดินอึดตัวไปด้วยน้ำ น้ำนี้เรียกว่าน้ำใต้ดิน ถ้าชั้นของหินมีรอยแตกแยกน้ำจะซึมผ่านไปได้ น้ำที่ขังอยู่ในชั้นหิน เรียกว่าน้ำบาดาล)

ครู : ระดับน้ำใต้ดินหมายถึงอะไร

(ระดับตอนบนสุดของน้ำใต้ดิน)

ครู : ระดับน้ำบาดาลหมายถึงอะไร

(ระดับตอนบนสุดของน้ำบาดาล)

ครู : ถ้าจะขุดบ่อน้ำใต้ดิน หรือบ่อน้ำบาดาล จะต้องขุดลงไปลึกเท่าไร

(ลึกกว่าระดับน้ำใต้ดิน หรือระดับน้ำบาดาล)

ครูตีภาพพื้นที่ซึ่งกำลังมีฝนตก กับภาพพื้นที่ซึ่งแห้งแล้งบนกระดานแล้วถาม

ครู : ระดับน้ำใต้ดิน หรือระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ต่างกัน เท่ากันหรือไม่

(ไม่เท่ากัน)

ครู : ระดับน้ำใต้ดินหรือระดับน้ำบาดาลจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับอะไร

(ปริมาณน้ำที่ไค้มา)

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำ เข้าสู่บทเรียน

ครูนำภาพแสดงน้ำใต้ดิน น้ำบาดาล ระดับน้ำใต้ดิน ระดับน้ำบาดาล ชั้นหิน ชั้นดิน

ซึ่งไม่มีคำบรรยายภาพ มาติดบนกระดาน แล้วให้นักเรียนถาม

นักเรียน : ภาพนี้เป็นภาพอะไร หรือภาพนี้เป็นภาพน้ำใต้ดินใช่ไหม

(ภาพน้ำใต้ดินและน้ำบาดาล, ใช่)

ขั้นสอน

ครูจะให้นักเรียนทำการทดลองเลียนแบบการเกิดน้ำใต้ดินและน้ำบาดาลในธรรมชาติ

ขณะทำการทดลองให้นักเรียนสังเกต และนึกเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ

ให้นักเรียนทำการทดลองเหมือนกลุ่มที่สอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ครูตีคำบรรยายภาพแล้วพูดว่า

ครู : โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และจากภาพที่ครูให้ดู ใครอธิบายการ

เกิดน้ำใต้ดินและน้ำบาดาลได้ให้ยกมือ

(เมื่อฝนตกน้ำจะซึมลงไปใต้ดินจนถึงชั้นของหินซึ่งจะกั้นน้ำไม่ให้ซึมผ่านไปได้ ทำให้หิน

เหนือชั้นหินอึดตัวไปด้วยน้ำ น้ำนี้เรียกว่าน้ำใต้ดิน ถ้าชั้นของหินมีรอยแตกแยกน้ำจะซึมผ่าน

ไปได้ น้ำที่ซึ่งอยู่ในชั้นหิน เรียกว่าน้ำบาดาล)

ครู : ให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพนี้ ๓ คำถาม



นักเรียน : ระดับน้ำใต้ดินหมายถึงอะไร

(ระดับตอนบนสุดของน้ำใต้ดิน)

นักเรียน : ระดับน้ำบาดาลหมายถึงอะไร

(ระดับตอนบนสุดของน้ำบาดาล)

นักเรียน : วิธีขุดบ่อน้ำใต้ดิน หรือบ่อน้ำบาดาลทำอย่างไร

(ใช้เครื่องเจาะลงไปใต้ดินให้ลึกกว่าระดับน้ำใต้ดินหรือระดับน้ำบาดาล)

ครูดิภาพพื้นที่ซึ่งกำลังมีฝนตก กับภาพพื้นที่ซึ่งแห้งแล้งบนกระดานแล้ว

ให้นักเรียนถาม

นักเรียน : ระดับน้ำใต้ดินหรือระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ต่างกันเท่ากันหรือไม่

(ไม่เท่ากัน)

ครู : ระดับน้ำใต้ดินหรือระดับน้ำบาดาลจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับอะไร

(ปริมาณน้ำที่ได้อมา)

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะกลุ่มที่สอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม) และทักษะการใช้อุปกรณ์ของนักเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เรื่อง แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

เวลาที่ใช้สอน ๒ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. บอกความหมายของเขื่อน ฝาย อ่างเก็บน้ำ เขื่อนส่งน้ำ คันนาและบ่อน้ำได้ถูกต้อง
๒. บอกประโยชน์ของแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นแต่ละชนิดได้ถูกต้องอย่างน้อย ชนิดละ ๒ ข้อ
๓. บอกได้ว่าการท่อน้ำให้มีระดับสูงขึ้นก็เพื่อ ให้น้ำมีพลังงานมาก ๆ และไหลไปได้ไกล

### เนื้อเรื่อง

แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นได้แก่ เขื่อน ฝาย อ่างเก็บน้ำ เขื่อนส่งน้ำ คันนา และบ่อน้ำ มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ต่าง ๆ เช่น การเพาะปลูก การผลิตกระแสไฟฟ้า การคมนาคมทางน้ำ การป้องกันน้ำเค็มไม่ให้เข้ามาใน เรือกสวนไร่นา และการบรรเทาอุทกภัย เขื่อน และฝายมีลักษณะคล้ายกัน คือสร้างเป็นทวนบั้นขวางลำน้ำทำให้ระดับน้ำสูงขึ้น ให้น้ำมีแรงมาก ๆ แต่ต่างกันที่เขื่อนมีช่องระบายน้ำให้ไหลออกส่วนฝายไม่มีแต่ใช้วิธีปล่อยให้น้ำที่ไหลล้นไหลข้ามไปยังคลองส่งน้ำซึ่งเรียกว่าเขื่อนส่งน้ำเข้าสู่ไร่นา ในท้องนาจะมีที่กั้นน้ำไม่ให้ไหลออกไป เรียกว่าคันนา

ทวนบั้นที่สร้างระหว่างหุบเนินให้เป็นแหล่งเก็บน้ำขนาดเล็กเรียกว่า อ่างเก็บน้ำ ส่วนบ่อน้ำ หมายถึงบ่อที่ขุดลงไปในพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดิน หรือน้ำบาดาลเพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้

### ความคิดรวบยอด

แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นได้แก่ เขื่อน ฝาย อ่างเก็บน้ำ เขื่อนส่งน้ำ คันนา และบ่อน้ำ มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น เพื่อการชลประทาน การไฟฟ้า

### อุปกรณ์

๑. ภาพเขื่อน
๒. ภาพฝาย

๓. ภาพอ่างเก็บน้ำ
๔. ภาพเหมืองส่งน้ำ
๕. ภาพคันนา
๖. ภาพบ่อน้ำ

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสั่งให้นักเรียนทำรายงานล่วงหน้า ๒ สัปดาห์ โดยแบ่งนักเรียนเป็น ๖ กลุ่ม กลุ่มละประมาณ ๗ คน ให้หัวหน้าแต่ละกลุ่มออกมาจับฉลากดูว่าจะได้ทำรายงานเรื่องอะไร และออกมารายงานเป็นกลุ่มที่เท่าไร เรื่องที่ให้นักเรียนทำรายงานคือกลุ่มที่ ๑ ทำรายงานเรื่อง เชื้อน กลุ่มที่ ๒ ทำรายงานเรื่องฝาย กลุ่มที่ ๓ ทำรายงานเรื่องอ่างเก็บน้ำ กลุ่มที่ ๔ ทำรายงานเรื่องเหมืองส่งน้ำ กลุ่มที่ ๕ ทำรายงานเรื่องคันนา กลุ่มที่ ๖ ทำรายงานเรื่องบ่อน้ำ และให้นำมารายงานในช่วงโมงที่เรียน โดยวิธีใช้คำถาม กลุ่มที่มีหน้าที่รายงานในเรื่องนั้นๆ จะเป็นผู้ตอบโดยมีภาพประกอบการอธิบายใช้เวลากลุ่มละ ๑๐ นาที

ครู : ครูจะถามนักเรียนที่มีหน้าที่รายงานทีละกลุ่ม ถ้าตอบไม่ได้นักเรียนกลุ่มอื่นจะช่วยตอบก็ได้ เมื่อรายงานครบทุกกลุ่มแล้ว นักเรียนทุกกลุ่มจะต้องเขียนสรุปรายงานทั้งหมดส่งครู

ขั้นสอน

ให้กลุ่มที่มีหน้าที่รายงานนั่งโต๊ะที่จัดไว้หน้าชั้นเรียน

ครู : เชื้อนกันน้ำมีลักษณะอย่างไร

( เชื้อนกันน้ำเป็นทำนบกั้นทางเดินของน้ำที่ทำนบของเชื้อนมีช่องระบายน้ำให้ไหลออก)

ครู : หลักการสำคัญของการสร้างเชื้อนคืออะไร

(กักน้ำให้มีปริมาณมาก และทดน้ำให้มีระดับสูงขึ้น)

ครู : ทำไมจึงต้องทดน้ำให้มีระดับสูงขึ้น

(เพื่อให้มีพลังงานมาก)

ครู : เชื้อนมีประโยชน์อย่างไร

(มีประโยชน์ต่อการเพาะปลูก การคมนาคมทางน้ำ การป้องกันน้ำเค็มท่วม เรือกสวนไร่นา  
บรรเทาอุทกภัย ผลิตไฟฟ้า)

ครู : ฝ่ายมีลักษณะอย่างไร

(ฝ่ายเป็นท่อนบกั้นขวางลำน้ำ)

ครู : หลักการสำคัญของการสร้างฝายคืออะไร

(กักน้ำ และทดน้ำให้มีระดับสูงขึ้น ปล่อยให้น้ำที่ไหลล้นไหล ข้ามไปยังคอกของส่งน้ำ)

ครู : ทำไมจึงต้องทดน้ำให้มีระดับสูงขึ้น

(เพื่อให้หน้ามีพลังงานมาก)

ครู : ฝ่ายมีประโยชน์อย่างไร

(มีประโยชน์ต่อการเพาะปลูก นำมาใช้สำหรับบริโภค ฯลฯ)

ครู : อ่างเก็บน้ำมีลักษณะอย่างไร

(เป็นท่อนที่สร้างระหว่างหุบเนิน เป็นแหล่งเก็บน้ำขนาดเล็ก)

ครู : หลักการสำคัญของการสร้างอ่างเก็บน้ำคืออะไร

(เหมือนเขื่อน)

ครู : ทำไมจึงต้องทดน้ำให้มีระดับสูงขึ้น

(เพื่อให้มีพลังงานมาก)

ครู : อ่างเก็บน้ำมีประโยชน์อย่างไร

(เหมือนเขื่อน)

(จำลองนำน้ำเข้าสู่ไร่นา)

ครู : หลักการสำคัญของการสร้างเหมืองส่งน้ำคืออะไร

(กักน้ำให้มีปริมาณมาก)

ครู : เหมืองส่งน้ำมีประโยชน์อย่างไร

(มีประโยชน์ต่อการเกษตร ทำเป็นน้ำดื่ม น้ำใช้)

ครู : คันนาคืออะไร

(ที่กั้นน้ำในท้องนา)

ครู : คันนามีประโยชน์อย่างไร

(เป็นที่กักเก็บน้ำมิให้ไหลออกไป)

ครู : บ่อน้ำหมายถึงอะไร

( เป็นบ่อที่ขุดลงไปในพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาล)

ครู : หลักการสำคัญของการสร้างบ่อน้ำคืออะไร

(สร้างให้ไกลจากแหล่งน้ำโสโครก และสร้างผนังบ่อให้แข็งแรง)

ครู : บ่อน้ำมีประโยชน์อย่างไร

(ใช้เป็นแหล่งน้ำดื่ม น้ำใช้)

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันตาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เหมือนกลุ่มที่สอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ครู : ครูและนักเรียนจะช่วยกันตามกลุ่มที่ออกมารายงานที่ละกลุ่มโดยผลัดกันถาม

ถ้าตอบไม่ได้ นักเรียนกลุ่มอื่นจะช่วยตอบก็ได้ เมื่อรายงานครบทุกกลุ่มแล้ว นักเรียนทุกกลุ่มจะต้อง

เขียนสรุปรายงานทั้งหมดส่งครู

ขั้นสอน

นักเรียน : เชื้อนี้มีลักษณะอย่างไร

ครู : หลักการสำคัญของการสร้างเขื่อนคืออะไร

นักเรียน : ทำไมจะต้องท่อน้ำให้มีระดับสูงขึ้น

ครู : เขื่อนมีประโยชน์อย่างไร

นักเรียน : ฝายมีลักษณะอย่างไร

ครู : หลักการสำคัญของการสร้างฝายคืออะไร

นักเรียน : ฝายมีประโยชน์อย่างไร

ครู : อ่างเก็บน้ำมีลักษณะอย่างไร

นักเรียน : หลักการสำคัญของการสร้างอ่างเก็บน้ำคืออะไร

ครู : อ่างเก็บน้ำมีประโยชน์อย่างไร

นักเรียน : เหมืองส่งน้ำหมายถึงอะไร

ครู : หลักการสำคัญของการสร้างเหมืองส่งน้ำคืออะไร

นักเรียน : เหมือนส่งน้ำมีประโยชน์อย่างไร

ครู : คั่นน้ำคืออะไร

นักเรียน : คั่นน้ำมีประโยชน์อย่างไร

ครู : บ่อน้ำหมายถึงอะไร

นักเรียน : หลักการสำคัญของการสร้างบ่อน้ำคืออะไร

ครู : บ่อน้ำมีประโยชน์อย่างไร

หมายเหตุ: คำตอบของคำถามข้างต้น เหมือนของกลุ่มที่สอนแบบสืบสอบชนิดที่ครู เป็นผู้ถาม

คำถามอื่น ๆ ที่นักเรียนอาจถามคือ

เขื่อนที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้ามากที่สุดชื่ออะไร

เขื่อนภูมิพลอยู่จังหวัดอะไร

เขื่อนสิริกิติ์ อยู่จังหวัดอะไร

อ่างเก็บน้ำในประเทศไทยมีชื่อว่าอะไรบ้าง อยู่จังหวัดอะไร

การประเมินผล สืบได้จาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม) และการเขียนรายงานของนักเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เรื่อง สารเจือปนในน้ำ

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. อธิบายได้ว่าน้ำที่เห็นว่าใสนั้นอาจมีสารอื่นเจือปนอยู่
๒. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบความบริสุทธิ์ของน้ำ พร้อมทั้งบอกข้อจำกัดของการทดลองนั้นได้ถูกต้อง

### เนื้อเรื่อง

สารหลายชนิดสามารถละลายน้ำได้ ดังนั้นน้ำที่เรามองเห็นว่าใสนั้นไม่ใช่ น้ำบริสุทธิ์เสมอไป อาจมีสารบางชนิดเจือปนอยู่ ในกรณีที่มีของแข็งเป็นสารเจือปน เราสามารถใช้วิธีต้มให้แห้งทดสอบ ถ้าต้มให้แห้งแล้วปรากฏว่ามีของแข็งเหลืออยู่ในภาชนะ เราสรุปได้ว่าน้ำนั้นไม่บริสุทธิ์ แต่ถ้าต้มให้แห้งแล้วไม่มีอะไรเหลืออยู่ เรายังสรุปไม่ได้ว่าน้ำนั้นบริสุทธิ์ เพราะสารเจือปนบางอย่างสามารถระเหยไปพร้อม ๆ กับน้ำ

### ความคิดรวบยอด

น้ำที่มองเห็นว่าใสอาจมีสารบางชนิดเจือปนอยู่ ในกรณีที่สารเจือปนไม่สามารถระเหยไปพร้อมกับน้ำ เราสามารถใช้วิธีต้มให้แห้งทดสอบความบริสุทธิ์ของน้ำได้

### อุปกรณ์

๑. ถ้วยแก้ว
๒. น้ำ, น้ำเกลือ
๓. น้ำแอมโมเนีย
๔. จานหลุม
๕. ตะเกียงอัลกอฮอล์
๖. ที่กั้นลม และตะแกรงลวด

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม



ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนคนหนึ่ง (เป็นนักเรียนที่ครูฝึกซ้อมไว้ก่อนแล้ว) ทำทางเหนือหอบวิ่งมาที่โต๊ะหน้าชั้นเรียน ซึ่งมีแก้วน้ำใส ๆ ๒ ใบวางอยู่ เขาหยิบแก้วน้ำขึ้นมาใบหนึ่งทำท่าจะดื่ม แต่มีที่ท่าลังเลแล้ววางแก้วน้ำนั้นลง หยิบแก้วน้ำอีกใบหนึ่งขึ้นมาทำท่าจะดื่มแต่แล้วก็วางแก้วน้ำนั้นลง แล้วเขาก็นั่งลง

ขึ้นสอน

ครู : ทำไมนักเรียนคนนี้จึงมีที่ท่าลังเลไม่ยอมดื่มน้ำ

(น้ำที่เห็นว่าใสอาจมีสารอื่นเจือปน)

ครู : เราจะมีวิธีใดที่จะทดสอบว่าน้ำที่เห็นว่าใสมีสารเจือปนอยู่หรือไม่

(ดื่มให้แห้ง)

ครูหยดน้ำจากแก้วใบหนึ่งลงในจานหลุมโลหะหลุมหนึ่งแล้วเขียนหมายเลข ๑ ที่หลุมนั้น และที่แก้วใบนั้น จากนั้นจึงหยดน้ำจากแก้วอีกใบหนึ่งลงไปอีกหลุมหนึ่งของจานหลุม แล้วนำไปต้มจนแห้ง

ครู : จากการทดลองต้มน้ำจากแก้วทั้งสองใบนี้ให้แห้งนักเรียนสรุปได้ว่าอย่างไร

(น้ำที่ต้มจนแห้งแล้วไม่มีอะไรเหลืออยู่ในภาชนะ แสดงว่าน้ำนั้นไม่มีสารอื่นเจือปนแต่

ถ้ามีสารเหลืออยู่ในภาชนะ แสดงว่าเป็นน้ำที่มีสารอื่นเจือปน)

ครู : ครูจะยังไม่บอกว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิดให้นักเรียนสังเกต

การทดลองต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

ครูหยิบขวดน้ำแอมโมเนียมาให้ให้นักเรียนดู แล้วเทน้ำแอมโมเนียจำนวนเล็กน้อยลงไปผสมกับน้ำกลั่นในปิกเกอร์ จากนั้นคนให้เข้ากัน ซึ่งจะได้น้ำที่มีลักษณะใส แล้วครูหยดน้ำที่ผสมแอมโมเนียลงในจานหลุมที่ล้างสะอาดแล้วนำไปต้มจนแห้ง

ครู : จากการทดลองต้มน้ำผสมแอมโมเนียจนแห้ง ทำไมจึงไม่มีอะไรเหลืออยู่ในภาชนะ

(เพราะแอมโมเนียระเหยไปพร้อมกับน้ำ)

ครู : ดังนั้นนักเรียนควรสรุปเรื่องการต้มให้แห้งนี้ว่าอย่างไร

(การต้มให้แห้ง เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ทดสอบ ความบริสุทธิ์ของน้ำในกรณีที่มีของแข็งเป็นสาร



เจ็ปน แต่ใช้ไม่ได้ในกรณีสารเจ็ปนสามารถระเหยไปพร้อมๆ กับน้ำ)

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำ เข้าสู่บทเรียน

นักเรียนคนหนึ่ง (เป็นนักเรียนที่ครูฝึกซ้อมไว้ก่อนแล้ว) ทำทางเหนือหอบวิ่งมาที่โต๊ะหน้าชั้นเรียนซึ่งมีแก้วใส่น้ำใสๆ ๒ ใบวางอยู่ เขาหยิบแก้วน้ำขึ้นมาใบหนึ่งทำท่าจะดื่มแต่มีท่าลังเล แล้ววางแก้วน้ำนั้นลง หยิบแก้วอีกใบหนึ่งขึ้นมาทำท่าจะดื่มแต่แล้วก็วางแก้ว แล้วเขาก็นั่งลง ครูให้นักเรียนตั้งคำถาม

ชั้นสอน

นักเรียน : ทำไมเขาจึงไม่ยอมดื่มน้ำ

(เพราะน้ำที่เห็นว่าใสอาจมีสารอื่นเจ็ปน)

ครู : เรามีวิธีใดที่จะทดสอบว่าน้ำที่เห็นว่าใสมีสารเจ็ปนอยู่หรือไม่

(โดยวิธีต้มให้แห้ง)

ครูหยคน้ำจากแก้วใบหนึ่งลงไปในงานหลุมโลหะหลุมหนึ่งแล้วเขียนหมายเลขที่หลุมนั้น และที่แก้วใบหนึ่ง จากนั้นจึงหยคน้ำจากแก้วอีกใบหนึ่งลงไปอีกหลุมหนึ่งของงานหลุมแล้วนำไปต้มจนแห้ง

ครู : จากการทดลองต้มน้ำจากแก้วทั้งสองใบนี้ให้แห้งนักเรียนสรุปได้อย่างไร

(น้ำที่ต้มจนแห้งแล้วไม่มีอะไรเหลืออยู่ในภาชนะ แสดงว่าน้ำนั้นไม่มีสารอื่นเจ็ปน แต่ถ้ามีสารเหลืออยู่ในภาชนะแสดงว่าเป็นน้ำที่มีสารอื่นเจ็ปน)

ครู : ครูยังไม่บอกว่าคุณคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด ให้นักเรียนสังเกตการทดลอง

ต่อไปนี้แล้วตั้งคำถาม

ครูหยิบขวดน้ำแอมโมเนียมาให้นักเรียนดู แล้วเทน้ำแอมโมเนียจำนวนเล็กน้อยลงไปผสมกับน้ำกลั่นในบีกเกอร์ จากนั้นคนให้เข้ากัน ซึ่งจะได้น้ำที่มีลักษณะใส แล้วครูหยคน้ำที่ผสมแอมโมเนียลงในงานหลุมที่ล้างสะอาดแล้วนำไปต้มจนแห้งแล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : แอมโมเนียหายไปไหน

(แอมโมเนียระเหยไปพร้อมกับน้ำ)

ครู : ดังนั้นนักเรียนควรจะสรุปเรื่องการต้มให้แห้งนี้ว่าอย่างไร  
(การต้มให้แห้ง เป็นวิธีที่ใช้ทดสอบความบริสุทธิ์ของน้ำในกรณีที่มีของแข็ง เป็นสาร  
เจือปน แต่ใช้ไม่ได้ในกรณีที่สารเจือปนสามารถระเหยไปพร้อม ๆ กับน้ำ)

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วย  
กันถาม) การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง ทักษะการใช้อุปกรณ์และการสรุปของนักเรียน



คุนยวิทยทรพยากร  
จุพาลงกรณมหาวิททยาลัย

## เรื่อง การละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ

เวลาที่ใช้สอน ๒ คาบ

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. อธิบายความหมายของสารแขวนลอย สารละลาย ตัวถูกละลาย ตัวทำละลาย สารละลายอิ่มตัว ความสามารถในการละลาย ความเข้มข้นของสารละลายได้ถูกต้อง
๒. สรุปได้ว่า สารบางชนิดละลายน้ำได้ได้ สารบางชนิดละลายน้ำได้และสารต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการละลายต่างกัน

เนื้อเรื่อง

สารบางชนิดละลายได้หมดเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ สารเนื้อเดียวที่ ได้เรียกว่า สารละลาย สารที่ละลายลงไปใต้น้ำ เรียกว่าตัวถูกละลาย ส่วนน้ำ เรียกว่าตัวทำละลาย

สารบางชนิดไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ แต่ผสมอยู่ในลักษณะเป็นอนุภาค เล็ก ๆ ที่ยังเห็นลอยปน อยู่ในน้ำ เรียกว่า สารแขวนลอย

ความเข้มข้นของสารละลายหมายถึงปริมาณของตัวถูกละลายที่ละลายได้ในตัวทำละลายจำนวนหนึ่ง ซึ่งนิยมบอกปริมาณของสารเป็นกรัมต่อปริมาณตัวทำละลาย ๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ ๑,๐๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร

สภาวะที่สารละลายมีตัวถูกละลาย อยู่มากที่สุด เราเรียกสารละลายที่ได้ว่าสารอิ่มตัว มวลของสารที่ละลายได้มากที่สุดในตัวทำละลายจำนวนหนึ่ง เรียกว่าความสามารถในการละลายของสารนั้น ซึ่งนิยมบอกเป็นมวลของสารนั้นที่ละลายอยู่ได้มากที่สุดในตัวทำละลาย ๑๐๐ กรัม

ความคิดรวบยอด

สารแบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภท คือ สารที่ละลายน้ำไม่ได้ กับสารที่ละลายน้ำได้ สารต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการละลายต่างกัน

อุปกรณ์

- |               |             |
|---------------|-------------|
| ๑. บีกเกอร์   | ๖. จูนสี    |
| ๒. หลอดทดลอง  | ๗. เกลือแกง |
| ๓. ข้อนตักสาร | ๘. ดีเกลือ  |
| ๔. แป้ง       | ๙. แท่งแก้ว |
| ๕. สารส้ม     |             |

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูใส่น้ำลงในบีกเกอร์ ๒ ใบ แล้วใส่แป้งลงไปบีกเกอร์ใบหนึ่ง ใส่จูนสีลงไปในบีกเกอร์อีกใบหนึ่ง

ครู : จากการทดลองนี้ เราสามารถแบ่งสารออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง  
(๒ ประเภท คือ พวกหนึ่งละลายน้ำได้ อีกพวกหนึ่งไม่ละลายน้ำ)

ขั้นสอน

ครู : สิ่งที่ได้จากการนำสารที่ละลายน้ำได้ใส่ลงไปในน้ำ เรียกว่าอะไร  
(สารละลาย)

ครู : สิ่งที่ได้จากการนำสารที่ไม่ละลายน้ำใส่ลงไปในน้ำ เรียกว่าอะไร  
(สารแขวนลอย)

แบ่งนักเรียนออกเป็น ๔ กลุ่ม ให้ทำการทดลองโดยใช้หลอดทดลอง ๔ หลอดใส่น้ำเท่ากัน  
ทุกหลอดเติมจูนสี สารส้ม เกลือแกง ดีเกลือ ลงไปในหลอดละชนิดเติมสารลงไปทีละชั้นใช้แท่ง  
แก้วคน จนเห็นว่าสารไม่ละลายต่อไปอีก เสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนผลการทดลองบน  
กระดาน แสดงจำนวนชั้นของสารที่ละลายในน้ำได้มากที่สุด

ครู : เราสามารถแบ่งส่วนประกอบของสารละลายออกได้เป็นกี่พวก อะไรบ้าง  
(๒ พวกคือ ตัวทำละลาย กับตัวถูกละลาย)

ครู : จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าสารละลายแต่ละหลอดมีปริมาณตัวถูกละลาย  
อยู่สูงสุดเท่ากันหรือไม่

(ไม่เท่ากัน)

ครู : เนื่องจากสารแต่ละชนิดมีอะไรต่างกัน

(มีความสามารถในการละลายต่างกัน)

ครู : สารละลายที่ตัวถูกละลายไม่สามารถละลายได้ต่อไปอีก เรียกว่าอะไร

(สารละลายอิ่มตัว)

ครูให้นักเรียนดูสารละลายจุนสี ๔ หลอด ซึ่งมีปริมาณจุนสี ๑ ช้อน ๒ ช้อน ๓ ช้อน ๔ ช้อน ๕ ช้อน ตามลำดับ

ครู : สารละลายทั้ง ๕ หลอดมีอะไรต่างกัน

(มีปริมาณจุนสีต่างกัน)

ครู : เรากล่าวว่าสารละลายแต่ละหลอดมีอะไรต่างกัน

(มีความเข้มข้นต่างกัน)

ครู : ใครสรุปความหมายของคำว่า สารแขวนลอย สารละลาย ตัวทำละลาย

ตัวถูกละลาย สารละลายอิ่มตัว ความสามารถในการละลาย ความเข้มข้นของสารละลายได้ให้ยกมือ

(สารแขวนลอย หมายถึง สารที่ได้จากการที่ใส่สารซึ่งไม่ละลายในของเหลวลงไปในตัว

ทำละลาย

สารละลาย หมายถึง สารที่มีตัวถูกละลายแตกตัว เป็นเนื้อเดียวกับตัวทำละลาย

ตัวทำละลาย หมายถึง สารที่ทำให้ตัวถูกละลายแตกตัวละลายบนอยู่เป็นเนื้อเดียวกับตัว

ทำละลาย

ตัวถูกละลาย หมายถึง สารที่ผสมอยู่ในตัวทำละลาย

สารละลายอิ่มตัว หมายถึง สารละลายที่ตัวถูกละลายไม่สามารถละลายต่อไปได้อีก

๗ อุดมคติหนึ่ง

ความสามารถในการละลาย หมายถึง ปริมาณตัวถูกละลาย ที่จะมียู่ได้สูงสุดในตัว

ทำละลายจำนวนหนึ่ง

ความเข้มข้นของสารละลาย หมายถึง ปริมาณตัวถูกละลายที่มีอยู่ในตัวทำละลายจำนวนหนึ่ง

ครู : นักเรียนใครสรุปเรื่องที่เรียนในวันนี้ได้ให้ยกมือ

(สารบางชนิดละลายน้ำไม่ได้ สารบางชนิดละลายน้ำได้ และสารต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการละลายต่างกัน)

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูใส่น้ำลงในบีกเกอร์ ๒ ใบ แล้วใส่แป้งลงไปใบบีกเกอร์ใบหนึ่ง ใส่จุนสีลงในบีกเกอร์

อีกใบหนึ่ง แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : สารแป้งออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

(๒ ประเภทคือ สารที่ละลายน้ำได้ กับสารที่ไม่ละลายน้ำ)

ครู : สิ่งที่ได้จากการนำสารที่ไม่ละลายน้ำใส่ลงไปในน้ำ เรียกว่าอะไร

(สารแขวนลอย)

ครู : ให้นักเรียนถามบ้าง

นักเรียน : สิ่งที่ได้จากการนำสารที่ละลายน้ำได้ใส่ลงในน้ำ เรียกว่าอะไร

(สารละลาย)

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น ๔ กลุ่มให้ทำการทดลองโดยใช้หลอดทดลอง ๔ หลอดใส่น้ำเท่ากัน

ทุกหลอดเติมจุนสี สารส้ม เกลือแกง ดีเกลือ ลงไปหลอดละชนิดเติมสารลงไปทีละชั้น ใช้แท่ง

แก้วคน จนเห็นว่าสารไม่สามารถละลายต่อไปอีก บันทึกจำนวนชั้นของสารที่ละลายในน้ำได้

มากที่สุด เสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนผลการทดลองบนกระดาน แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

๒ คำถาม

นักเรียน : ทำไมสารแต่ละชนิดจึงละลายน้ำได้ไม่เท่ากัน

(เพราะสารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายต่างกัน)

นักเรียน : เราสามารถแบ่งส่วนประกอบของสารละลายออกได้เป็นกี่พวก อะไรบ้าง

(๒ พวกคือ ตัวทำละลาย กับตัวถูกละลาย)

ครู : สารละลายที่ตัวถูกละลายไม่สามารถละลายต่อไปได้อีก ณ อุณหภูมิหนึ่ง  
เรียกว่าอะไร

(สารละลายอิ่มตัว)

ครูให้นักเรียนดูสารละลายจุนส์ ๕ หลอดซึ่งมีปริมาณจุนส์ ๑ ข้อน ๒ ข้อน ๓ ข้อน  
๔ ข้อน ๕ ข้อนตามลำดับ แล้วให้นักเรียนถาม

นักเรียน : สารละลายแต่ละหลอดมีปริมาณจุนส์ไม่เท่ากันใช่ไหม  
(ใช่)

ครู : เรากล่าวว่าสารละลายแต่ละหลอดมีอะไรต่างกัน  
(มีความเข้มข้นต่างกัน)

ครู : ใครสรุปความหมายของคำว่าสารละลาย สารแขวนลอย ตัวทำละลาย  
ตัวถูกละลาย สารละลายอิ่มตัว ความสามารถในการละลาย ความเข้มข้น  
ของสารละลายได้ให้ยกมือ

(เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม)

ครู : ใครสรุปเรื่องที่เรียนในวันนี้ได้ให้ยกมือ

(สารบางชนิดละลายน้ำไม่ได้ สารบางชนิดละลายน้ำได้ และสารต่างชนิดกันจะมีความ  
สามารถในการละลายต่างกัน)

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วย  
กันถาม) และการตั้งสมมุติฐานของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## เรื่อง การตกผลึก

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. บอกความหมายของการตกผลึกได้ถูกต้อง
๒. เปรียบเทียบความสามารถในการละลาย ของสารที่มีอุณหภูมิสูงกับที่อุณหภูมิต่ำได้ถูกต้อง

๓. อธิบายลักษณะของผลึกโซเดียมคลอไรด์ ผลึกสารส้ม ผลึกคอปเปอร์ซัลเฟต ผลึกมังกเนเซียมซัลเฟตได้ถูกต้อง

### เนื้อเรื่อง

ความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ สารส่วนใหญ่มีความสามารถในการละลายมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ถ้าอุณหภูมิลดลงความสามารถในการละลายจะลดลงซึ่งจะมีสารแยกตัวออกมาในลักษณะเป็นของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัวมีเหลี่ยม มีมุม และมีผิวหน้าเรียบ เรียกว่าผลึก และเรียกขบวนการที่สารแยกตัวออกมาจากสารละลายว่าการตกผลึก ผลึกของโซเดียมคลอไรด์ มีรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส สีขาว ผลึกของสารส้มมีรูปร่างแปดเหลี่ยม สีขาวใส ผลึกของคอปเปอร์ซัลเฟตมีรูปร่างสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน สีน้ำเงิน ผลึกของมังกเนเซียมซัลเฟตมีรูปร่างแปดเหลี่ยม สีขาวใส

### ความคิดรวบยอด

การตกผลึกหมายถึงขบวนการที่สารแยกตัวออกมาจากสารละลาย

### อุปกรณ์

๑. ตารางแสดงความสามารถในการละลายของสารในน้ำ
๒. ผลึกของจุนลี
๓. ผลึกของโซเดียมคลอไรด์
๔. ผลึกของสารส้ม



## ๕. ผลึกของมักเนเซียมซัลเฟต

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำผลึกของสารส้ม เกลือแกง จุนสี และมักเนเซียมซัลเฟต ชูให้นักเรียนดู

ครู : นักเรียนทราบไหมว่าผลึกเกิดขึ้นได้อย่างไร

ก่อนที่จะอธิบายการเกิดของผลึกได้ นักเรียนต้องตอบคำถามต่อไปนี้ได้ก่อน

ครูนำตารางแสดงความสามารถในการละลายของสารในน้ำที่อุณหภูมิ  $20^{\circ}\text{C}$   $30^{\circ}\text{C}$   $40^{\circ}\text{C}$  ในช่อง  $30^{\circ}\text{C}$  มีผลการละลายของสารบันทึกไว้ ส่วนในช่อง  $20^{\circ}\text{C}$  และ  $40^{\circ}\text{C}$  ไม่มีผลการละลายของสารมาติดบนกระดาน

ขั้นสอน

ครู : เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความสามารถในการละลายของสารจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร (สารจะมีความสามารถในการละลายสูงขึ้น)

ครู : มีสารบางชนิดบ้างไหมที่ความสามารถในการละลายลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (มี)

ครู : นักเรียนยกตัวอย่างได้ไหม (เช่น ก๊าซ)

ครู : สำหรับสารที่ละลายได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ถ้าเราทำให้สารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิสูงให้มีอุณหภูมิลดลง จะมีอะไรเกิดขึ้น (มีผลึกเกิดขึ้น)

ครู : มีผลึกเกิดขึ้นเพราะเหตุใด (เพราะอุณหภูมิต่ำลงความสามารถในการละลายจะลดลง)

ครูนำผลึกของเกลือแกง จุนสี สารส้ม และมักเนเซียมซัลเฟต ส่งให้นักเรียนเรียนกันดู

เสร็จแล้วจึงตีภาพผลึกของเกลือแกง จุนสี สารส้ม และมักเนเซียมซัลเฟต บนกระดาน ครูชี้  
ที่ภาพผลึก เกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์)

ครู : นักเรียนคิดว่าภาพนี้เป็นภาพผลึกของอะไร

(เกลือแกง)

ครูชี้ภาพผลึกของสารส้ม

ครู : นักเรียนคิดว่าภาพนี้เป็นผลึกของอะไร

(สารส้ม)

ครูชี้ภาพผลึกของจุนสี

ครู : นักเรียนคิดว่าภาพนี้เป็นภาพผลึกของอะไร

(จุนสี)

ครู : ภาพสุดท้ายนี้เป็นภาพผลึกของอะไร

(มักเนเซียมซัลเฟต)

ครู : ใครอธิบายรูปร่างของผลึกเกลือแกง จุนสี สารส้ม และมักเนเซียมซัลเฟต

ได้ให้ยกมือ

(ผลึกของโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) มีรูปลิ่มเหลี่ยมจตุรัสสีขาว ผลึกของสารส้มมีรูป

แปดเหลี่ยม สีขาวใส

ผลึกของคอปเปอร์ซัลเฟต (จุนสี) มีรูปลิ่มเหลี่ยมขนมเปียกปูน สีน้ำเงิน

ผลึกของมักเนเซียมซัลเฟต มีรูปแปดเหลี่ยมสีขาวใส)

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำผลึกของสารส้ม เกลือแกง จุนสี และมักเนเซียมซัลเฟต ชูให้นักเรียนดู

ครู : นักเรียนทราบไหมว่าผลึกเกิดขึ้นได้อย่างไร

ก่อนที่จะอธิบายการเกิดของผลึกได้ นักเรียนต้องตอบคำถามต่อไปนี้ได้ก่อน

ครูนำตารางแสดงความสามารถในการละลายของสารในน้ำที่อุณหภูมิ ๒๐°C ๓๐°C

๔๐°C ในช่อง ๓๐°C มีผลการละลายของสารบันทึกไว้ ส่วนในช่อง ๒๐°C ๔๐°C ไม่มีผลการ

ละลายของสาร มาติดบนกระดาน

ชั้นสอน

ครู : จากตารางนี้ให้นักเรียนถามคำถาม ๒ ข้อ

นักเรียน : เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสารจะมีความสามารถในการละลายสูงขึ้นหรือลดลง  
(สูงขึ้น)

นักเรียน : เมื่ออุณหภูมิตกลงสารจะมีความสามารถในการละลายลดลงใช่ไหม  
(ใช่)

ครู : มีสารบางชนิดบ้างไหมที่ความสามารถในการละลายลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น  
(มี)

ครู : นักเรียนยกตัวอย่างได้ไหม  
(เช่น ก๊าซ)

ครู : นักเรียนตอบได้หรือยังว่าผลึกเกิดขึ้นได้อย่างไร  
(เกิดขึ้นจากการทำให้สารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิสูงของสารที่ละลายได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิลดลงให้เย็นลง)

ครูนำผลึกของเกลือแกง จุนสี สารส้ม และมักเนเซียมซัลเฟต ส่งให้นักเรียนเวียนกันดู  
เสร็จแล้วจึงติดภาพผลึกของเกลือแกง จุนสี สารส้ม และมักเนเซียมซัลเฟต บนกระดาน แล้วให้นักเรียนถาม

นักเรียน : ภาพที่ ๑ เป็นภาพของผลึกอะไร  
(ผลึกเกลือแกง)

นักเรียน : ภาพที่ ๒, ๓, เป็นภาพของผลึกอะไร  
(ผลึกสารส้ม), (ผลึกจุนสี)

นักเรียน : ภาพสุดท้ายเป็นภาพของผลึกมักเนเซียมซัลเฟตใช่ไหม  
(ใช่)

ครู : ใครอธิบายรูปร่างของผลึกเกลือแกง สารส้ม จุนสี และมักเนเซียมซัลเฟตได้  
ให้ยกมือ

(เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ให้ครูเป็นผู้ถาม)

การประเมินผล สืบเกิดจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม) และการตั้งสมมุติฐานของนักเรียน



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เรื่อง สมบัติของน้ำกระด้าง

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. อธิบายความหมายของน้ำอ่อนและน้ำกระด้างได้ถูกต้อง

๒. บอกได้ว่าน้ำกระด้างคือน้ำที่มีคัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมซัลเฟต คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกเนเซียมคลอไรด์ แมกเนเซียมซัลเฟต หรือแมกเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ละลายอยู่

### เนื้อเรื่อง

สารบางอย่างที่ละลายอยู่ในน้ำจะทำให้น้ำมีคุณสมบัติบางอย่างเปลี่ยนแปลงไปน้ำที่มีคัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมซัลเฟต คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกเนเซียมคลอไรด์ แมกเนเซียมซัลเฟต หรือแมกเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ละลายอยู่จะทำให้น้ำมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมที่เคยให้พองกับสบู่มาก เป็นไม่ให้พองกับสบู่ น้ำที่ไม่ให้พองกับสบู่ หรือให้พองกับสบู่ยากเรียกว่า น้ำกระด้าง ส่วนน้ำที่ให้พองกับสบู่ได้ง่าย เรียกว่าน้ำอ่อน

### ความคิดรวบยอด

น้ำกระด้างหมายถึงน้ำที่ให้พองกับสบู่ได้ยาก หรือไม่ให้พองกับสบู่

### อุปกรณ์

- |                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| ๑. อ่างแก้ว        | ๗. คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต    |
| ๒. ผี              | ๘. แมกเนเซียมคลอไรด์            |
| ๓. สบู่            | ๙. แมกเนเซียมซัลเฟต             |
| ๔. น้ำ             | ๑๐. แมกเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต |
| ๕. คัลเซียมคลอไรด์ | ๑๑. หลอดทดลอง                   |
| ๖. คัลเซียมซัลเฟต  | ๑๒. แท่งแก้ว                    |

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๒ คน ให้ใส่น้ำซึ่งครูเตรียมไว้ลงในอ่างแก้วคนละใบปริมาณเท่ากัน จึงใส่น้ำสบู่ปริมาณเท่ากันลงไปแล้วซักผ้าคนละผืนในอ่างแก้วนั้น ซึ่งจะปรากฏว่าในอ่างใบหนึ่งมีฟองมาก ส่วนในอ่างอีกใบหนึ่งจะมีฟองน้อย

ครู : จากการแสดงของนักเรียน ๒ คนนี้ เราสามารถแบ่งน้ำได้เป็นกี่ประเภท  
อะไรบ้าง

(๒ ประเภทคือ น้ำที่ให้ฟองกับสบู่ได้ง่าย กับน้ำที่ให้ฟองกับสบู่ได้ยาก)

ชั้นสอน

ครู : น้ำที่ให้ฟองกับสบู่ได้ง่ายเรียกว่าอะไร

(น้ำอ่อน)

ครู : น้ำที่ให้ฟองกับสบู่ได้ยากเรียกว่าอะไร

(น้ำกระด้าง)

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๘ คน ให้คนที่ ๑ ถึง ๗ ถือหลอดทดลองซึ่งใส่น้ำกลั่นปริมาณเท่ากันคนละหลอด ส่วนคนที่ ๘ ถือหลอดทดลองซึ่งใส่น้ำประปาปริมาณเท่ากับ ๗ หลอดแรก แล้วให้คนที่ ๑ ถึง ๖ ใส่คลอรีนคลอไรด์ คลอรีนซิลิเฟต คลอรีนไฮโดรเจนคาร์บอเนต มักเนเซียมซิลิเฟต มักเนเซียมคลอไรด์ มักเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตอย่างละหลอดตามลำดับ ใช้แท่งแก้วคนให้ละลาย จากนั้นให้ทุกคนใส่น้ำสบู่ลงไปปริมาณเท่าๆ กัน แล้วเขย่า ๑ นาที

ครู : จากการทดลองนี้นักเรียนคิดว่าน้ำชนิดใดเป็นน้ำกระด้าง

(น้ำกระด้างเป็นน้ำที่มี คลอรีนคลอไรด์ คลอรีนซิลิเฟต คลอรีนไฮโดรเจนคาร์บอเนต

มักเนเซียมคลอไรด์ มักเนเซียมซิลิเฟต หรือมักเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ละลายอยู่)

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๒ คน ให้ใส่น้ำซึ่งครูเตรียมไว้ลงในอ่างแก้วคนละใบปริมาณเท่ากัน จึงใส่น้ำสบู่ปริมาณเท่ากันลงไป จากนั้นจึงซักผ้าคนละผืนในอ่างแก้วนั้นซึ่งจะปรากฏว่าในอ่างใบหนึ่งมีฟองมากส่วนในอ่างอีกใบหนึ่งจะมีฟองน้อย

ครู : จากการแสดงของนักเรียน ๒ คนนี้ให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : น้ำแบ่งได้เป็นที่ประเภทอะไรบ้าง

(๒ ประเภทคือ น้ำที่ให้พองกับสบู่ได้ง่าย กับน้ำที่ให้พองกับสบู่ได้ยาก)

ครู : น้ำที่ให้พองกับสบู่ได้ง่ายเรียกว่าอะไร

(น้ำอ่อน)

ครู : ให้นักเรียนตั้งคำถามบ้าง

นักเรียน : น้ำที่ทำพองกับสบู่ได้ยากเรียกว่าอะไร

(น้ำกระด้าง)

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๘ คน ให้คนที่ ๑ ถึง ๗ ถือหลอดทดลองซึ่งใส่น้ำกลั่นปริมาณเท่ากันคนละหลอด ส่วนคนที่ ๘ ถือหลอดทดลองซึ่งใส่น้ำประปาปริมาณเท่ากับ ๗ หลอดแรก แล้วให้นักเรียนคนที่ ๑ ถึง ๖ ใส่วีลเคียมคลอไรด์ คัลเซียมซัลเฟต คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกเนเซียมคลอไรด์ แมกเนเซียมซัลเฟต แมกเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต อย่างละหลอดตามลำดับใช้แท่งแก้วคนให้ละลาย จากนั้นให้ทุกคนใส่น้ำสบู่ลงไปปริมาณเท่า ๆ กัน แล้วเขย่า ๑ นาที แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : น้ำกระด้างเป็นน้ำที่มีคัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมซัลเฟต คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกเนเซียมคลอไรด์ แมกเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกเนเซียมซัลเฟต ละลายอยู่ใช่ไหม

(ใช่)

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม) และทักษะการใช้อุปกรณ์



เรื่อง วิธีแก้น้ำกระด้าง ประโยชน์และโทษของน้ำกระด้าง

เวลาที่ใช้สอน ๒ คาบ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. บอกชื่อสารที่ทำให้เกิดน้ำกระด้างถาวร และชื่อสารที่ทำให้เกิดน้ำกระด้างชั่วคราวได้ ถูกต้องและครบถ้วน
๒. บอกวิธีแก้น้ำกระด้างได้ถูกต้อง อย่างน้อย ๑ วิธี
๓. ยกตัวอย่างประโยชน์และโทษของน้ำกระด้างได้ถูกต้องอย่างน้อยอย่างละ ๒ ข้อ

เนื้อเรื่อง

น้ำกระด้างที่มีคัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมซัลเฟต แมกเนเซียมคลอไรด์ หรือแมกเนเซียมซัลเฟต ละลายอยู่ เรียกว่าน้ำกระด้างถาวร แก้วความกระด้าง ได้โดยเติมโซเดียมคาร์บอเนต

น้ำกระด้างที่มีคัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต หรือแมกเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่ เรียกว่าน้ำกระด้างชั่วคราว แก้วความกระด้างได้โดยการเติมโซเดียมคาร์บอเนตหรือโดยการต้ม

คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ หินปูนซึ่งเป็นสาเหตุ ที่ทำให้เกิดตะกรันในหม้อน้ำ และเกิดหินงอกหินย้อย

ถ้าต้มน้ำกระด้างไปนาน ๆ จะทำให้เกิดโรคนีว

ความคิดรวบยอด

แก้วความกระด้าง ถาวรของน้ำได้โดยการเติมโซเดียมคาร์บอเนต ประโยชน์ของน้ำกระด้าง คือ ทำให้เกิดหินงอกหินย้อย ส่วนโทษของน้ำกระด้างคือทำให้เกิดตะกรันในหม้อต้มน้ำ และทำให้เกิดโรคนีว

อุปกรณ์

- |                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| ๑. หลอดทดลองและแท่งแก้ว        | ๖. คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต |
| ๒. ตะเกียงอัลกอฮอล์            | ๗. แมกเนเซียมคลอไรด์         |
| ๓. ที่กั้นลมและที่จับหลอดทดลอง | ๘. แมกเนเซียมซัลเฟต          |



๔. คัลเซียมคลอไรด์

๕. มักเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

๕. คัลเซียมซิลเฟต

๑๐. โซเดียมคาร์บอเนต

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๖ คน ให้ถือหลอดใส่น้ำกลั่นปริมาณเท่าๆ กัน คนละหลอด แล้วใส่วัตถุคัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมซิลเฟต คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต มักเนเซียมคลอไรด์ มักเนเซียมซิลเฟต มักเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ลงไปปริมาณเท่ากันอย่างละหลอดตามลำดับ แล้วตม่น้ำในหลอดให้เดือด ๓ นาที จากนั้นจึงใส่น้ำสบู่ลงไปปริมาณเท่ากันเขย่า ๑ นาที

ครู : จากการทดลองนี้เราสามารถแบ่งน้ำกระด้างออกเป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง (๒ ชนิด คือน้ำกระด้างที่แก้ความกระด้างได้ด้วยการต้ม กับน้ำกระด้างที่แก้ความกระด้างไม่ได้ด้วยการต้ม)

ขั้นสอน

ครู : น้ำกระด้างที่แก้ความกระด้างได้ด้วยการต้ม เรียกว่าอะไร (น้ำกระด้างชั่วคราว)

ครู : น้ำกระด้างที่แก้ความกระด้างไม่ได้โดยการต้ม เรียกว่าอะไร (น้ำกระด้างถาวร)

ครู : น้ำกระด้างชั่วคราวมีสารใดละลายอยู่ (มี คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต หรือ มักเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่)

ครู : น้ำกระด้างถาวรมีสารใดละลายอยู่ (มี คัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมซิลเฟต มักเนเซียมคลอไรด์ หรือ มักเนเซียมซิลเฟตละลายอยู่)

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๖ คน ถือหลอดใส่น้ำกลั่นปริมาณเท่ากันคนละหลอด แล้วใส่วัตถุคัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมซิลเฟต คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต มักเนเซียมคลอไรด์ มักเนเซียมซิลเฟต มักเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ปริมาณเท่ากันลงไปอย่างละหลอดตามลำดับ และเติมโซเดียมคาร์บอเนตลงไปทุกหลอด ปริมาณเท่ากันใช้แท่งแก้วคน จากนั้นจึงใส่น้ำสบู่ลงไปปริมาณเท่ากัน เขย่า

๑ นาที

ครู : โขเคียมคาร์บอเนต มีประโยชน์อย่างไร

(ใช้แก้ความกระด้างได้ทั้งน้ำกระด้างถาวรและน้ำกระด้างชั่วคราว)

ครูตีภาพตะกรันในหม้อต้มน้ำ และภาพหินงอกหินย้อยบนกระดาน ครูชี้ที่ตะกรันในหม้อต้มน้ำ แล้วถามว่า

ครู : นี่คืออะไร

(ตะกรัน)

ครู : ตะกรันเกิดขึ้นได้อย่างไร

(เกิดจากการต้มน้ำที่มีคัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่ ซึ่งสารนี้เมื่อถูกความร้อนจะสลายตัวให้หินปูน เมื่อน้ำมีสนิมและฝนละอองจะทำให้ตะกรันมีสีน้ำตาล)

ครู : ตะกรันมีผลเสียอย่างไร

(ทำให้ลื่น เป็ลือง เชื้อเพลิง อาจเป็นสาเหตุทำให้หม้อน้ำระเบิด)

ครูชี้ภาพหินงอกหินย้อย แล้วถามว่า

ครู : นี่คืออะไร

(หินงอก หินย้อย)

ครู : หินงอก หินย้อย เกิดขึ้นได้อย่างไร

(เกิดจากน้ำกระด้างที่มีคัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่ ซึ่งสารนี้เมื่อถูกความร้อนจะสลายตัวให้หินปูน)

ครู : หินงอก หินย้อย มีประโยชน์อย่างไร

(ให้ความสวยงาม)

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๖ คน ให้ถือหลอดใส่น้ำกลั่นปริมาณเท่าๆ กันคนละหลอด แล้วใส่คัลเซียมคลอไรด์ มักเนเซียมซัลเฟต คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต มักเนเซียมคลอไรด์ มักเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ลงไปปริมาณเท่ากันอย่างละหลอดตามลำดับ แล้วต้มน้ำในหลอดต้มให้เดือด ๓ นาที จากนั้นจึงใส่น้ำสบู่ลงไปปริมาณเท่ากันเขย่า ๑ นาที แล้วให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : น้ำกระด้างแบ่งออกได้เป็นกี่ชนิดอะไรบ้าง

(๒ ชนิดคือ น้ำกระด้างที่แก้ความกระด้างได้ด้วยการต้มกับน้ำกระด้างที่แก้ความกระด้างด้วยการต้มไม่ได้)

ชั้นสอน

ครู : น้ำกระด้างที่แก้ความกระด้างด้วยการต้มเรียกว่าอะไร

(น้ำกระด้างชั่วคราว)

ครู : ให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : น้ำกระด้างที่แก้ความกระด้างด้วยการต้มไม่ได้เรียกว่าอะไร

(น้ำกระด้างถาวร)

นักเรียน : น้ำกระด้างชั่วคราวมีสารใดละลายอยู่

(มีคัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตหรือมักเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่)

นักเรียน : น้ำกระด้างถาวรมีสารใดละลายอยู่

(มีคัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมซัลเฟต มักเนเซียมคลอไรด์ หรือมักเนเซียมซัลเฟตละลายอยู่)

ครูเรียกนักเรียนออกมา ๖ คน ถือหลอดใส่น้ำกลั่น ปริมาณเท่ากันคนละหลอดแล้วใส่ คัลเซียม

ซัลเฟต คัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต มักเนเซียมคลอไรด์ มักเนเซียมซัลเฟต

มักเนเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ปริมาณเท่ากันลงไป อย่างละหลอดตามลำดับ แล้วเติมโซเดียม

คาร์บอเนตลงไปทุกหลอดปริมาณเท่ากันใช้แท่งแก้วคน จากนั้นจึงใส่น้ำสบู่ลงไปปริมาณเท่ากันเขย่า

๑ นาที แล้วให้นักเรียนถาม

นักเรียน : โซเดียมคาร์บอเนตใช้แก้ความกระด้างได้ทั้งน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้าง

ถาวรใช่ไหม

(ใช่)

ครูติดภาพตะกรันในหม้อต้มน้ำ แล้วให้นักเรียนถาม

นักเรียน : นี่คืออะไร

(ตะกรัน)

ครู : ตะกรันเกิดขึ้นได้อย่างไร

( เกิดจากการต้มน้ำที่มีคลอรีนไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่ซึ่งสารนี้เมื่อถูกความร้อนจะ  
 ละลายตัวให้หินปูน ถ้าในน้ำมีสนิมหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ จะทำให้ตะกรันมีสีน้ำตาล)

ครู : ตะกรันในกาต้มน้ำทำให้เกิดผลเสียอย่างไร

(ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ทำให้หม้อน้ำระเบิดได้)

ครูตีภาพหินงอกหินย้อยบนกระดานแล้วให้นักเรียนถาม

นักเรียน : ี่เป็นภาพอะไร

(หินงอกหินย้อย)

ครู : หินงอกหินย้อยเกิดขึ้นได้อย่างไร

(เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม)

ครู : หินงอกหินย้อยมีประโยชน์อย่างไร

(ทำให้เกิดความสวยงาม)

#### การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วย  
 กันถาม) และทักษะการใช้อุปกรณ์ของนักเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เรื่อง การกลั่น

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม



เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. อธิบายความหมายของการกลั่นได้ถูกต้อง
๒. บอกได้ว่าการกลั่นเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ให้น้ำบริสุทธิ์ เพราะขณะที่น้ำกลายเป็นไอแล้วควบแน่น ไม่มีสารใดเจือปนไปด้วย

เนื้อเรื่อง

การกลั่นหมายถึง กระบวนการที่ต้มของเหลวให้กลายเป็นไอ และไอควบแน่นเป็นของเหลว การกลั่นเป็นวิธีที่ทำให้ให้น้ำบริสุทธิ์ได้ เนื่องจากสามารถแยกตัวทำละลายออกจากตัวถูกละลายได้

ความคิดรวบยอด

การกลั่นหมายถึง กระบวนการต้มของเหลวให้กลายเป็นไอ และไอ ควบแน่นเป็นของเหลว

อุปกรณ์

- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| ๑. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต | ๖. ถ้วยพลาสติก             |
| ๒. หลอดทดลอง              | ๗. ตะเกียงแอลกอฮอล์        |
| ๓. เทอร์โมมิเตอร์         | ๘. ขาดังและที่จับหลอดทดลอง |
| ๔. จุกยางเจาะรู ๒ รู      | ๙. สายพลาสติก              |
| ๕. หลอดนำก๊าซ             | ๑๐. เศษกระดาษ              |

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูจัดเครื่องมือสำหรับการกลั่นมาตั้งให้นักเรียนดู

ครู : เครื่องมือนี้ใช้สำหรับทำอะไร

(กลั่น)

ขั้นสอน

ครูสาธิตวิธีการกลั่น โดยใส่สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ๒๐๐ cm<sup>๓</sup> ใช้จุกที่มีหลอดน้ำก๊าซและเทอร์โมมิเตอร์เสียบอยู่ปิดปากหลอดทดลอง ต่อสายพลาสติกเข้ากับหลอดน้ำก๊าซให้ปลายอีกด้านหนึ่งอยู่ในหลอดที่แช่ไว้ในน้ำเย็น ต้มสารละลายในหลอดจนเดือด

ครู : นักเรียนให้ความหมายของการกลั่นได้ไหม

(การกลั่นคือ กระบวนการต้มของเหลวให้กลายเป็นไอ และไอควบแน่นเป็นของเหลว)

ครู : เรากล่าวว่าน้ำที่ได้จากการกลั่นเป็นน้ำบริสุทธิ์ได้เพราะอะไร

( เพราะขณะที่น้ำกลายเป็นไอแล้วควบแน่นเป็นของเหลว ไม่มีสารใดเจือปนไปด้วย )

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูจัดเครื่องมือสำหรับการกลั่นมาตั้งให้นักเรียนดูและให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : เครื่องมือนี้ใช้ทำอะไร

(กลั่น)

ขั้นสอน

ครู : ให้นักเรียนถามอีก

นักเรียน : การกลั่นทำอย่างไร

ครูสาธิตวิธีการกลั่นโดยใส่สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ๒๐๐ cm<sup>๓</sup>

ใช้จุกที่มีหลอดน้ำก๊าซและเทอร์โมมิเตอร์เสียบอยู่ปิดปากหลอดทดลองต่อสายพลาสติกเข้ากับหลอดน้ำก๊าซให้ปลายอีกด้านหนึ่งอยู่ในหลอดที่แช่ไว้ในน้ำเย็น ต้มสารละลายในหลอดจนเดือด

ครู : นักเรียนให้ความหมายของการกลั่นได้ไหม

(การกลั่นคือ กระบวนการต้มของเหลวให้กลายเป็นไอ และไอควบแน่นเป็นของเหลว)

ครู : ให้นักเรียนตั้งคำถามอีก

นักเรียน : น้ำที่กลั่นได้เป็นน้ำบริสุทธิ์ใช่ไหม

(ใช่)

ครู : น้ำที่กลั่นได้เป็นน้ำบริสุทธิ์เพราะอะไร

( เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม )

การประเมินผล สืบเนื่องจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม ( เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม) การแปลความหมายจากข้อมูล การสรุปของนักเรียน



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## เรื่อง การกรอง

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. อธิบายความหมายของการกรองได้ถูกต้อง
๒. บอกได้ว่า เครื่องกรองต้องมีขนาดเล็กกว่าอนุภาคของของแข็ง
๓. ยกตัวอย่าง เครื่องกรองที่ใช้กรองน้ำปริมาณเล็กน้อย และ เครื่องกรองที่ใช้กรองน้ำปริมาณมากได้ถูกต้องอย่างน้อย ๑ ชนิด
๔. ระบุหน้าที่ของถ่านในเครื่องกรองได้ถูกต้อง

### เนื้อเรื่อง

การกรอง เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้แยกของผสมระหว่างของแข็งกับของเหลว เมื่อเราเทของผสมนี้ผ่านเครื่องกรองของแข็งจะติดค้างอยู่บนเครื่องกรองส่วนของเหลวจะไหลผ่านเครื่องกรองลงไป ทั้งนี้เพราะของแข็งนั้นมีอนุภาคใหญ่กว่ารูของเครื่องกรองจึงไม่สามารถลอดเครื่องกรองไปได้ การกรองน้ำปริมาณเล็กน้อย สามารถใช้กระดาษกรองได้ แต่ถ้าต้องการกรองน้ำปริมาณมาก จะต้องใช้ เครื่องกรองน้ำอย่างหยาบ ซึ่งภายในเครื่องกรองบรรจุทรายละเอียด ทรายหยาบ ถ่าน กรวดละเอียด กรวดหยาบ และสำลี เรียงจากข้างบนลงล่าง ถ่านทำหน้าที่ดูดสี และกลิ่นของน้ำ

### ความคิดรวบยอด

การกรองหมายถึงการแยกของผสมระหว่างของแข็ง กับของเหลวโดยใช้เครื่องกรองที่มีขนาดเล็กกว่าอนุภาคของของแข็ง

### อุปกรณ์

- |                           |             |
|---------------------------|-------------|
| ๑. น้ำผสมผงถ่านและผงชอล์ก | ๔. บีกเกอร์ |
| ๒. ขวดรูปชมพู่            | ๕. แท่งแก้ว |
| ๓. กระดาษกรอง             | ๖. กรวย     |



กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำปิกเกอร์ซึ่งมีน้ำผสมผงถ่านและขอลักมาให้ให้นักเรียนดู

ครู : ถ้าจะทำให้หน้านี้ใสขึ้นจะทำอย่างไร

(โดยการกรอง กลับ ฯลฯ)

ชั้นสอน

ครู : การกรองหมายถึงอะไร

(หมายถึงวิธีแยกของผสมระหว่างของแข็งกับของเหลว)

ครูใช้ตะแกรงลวดกรองน้ำที่ผสมผงถ่านและผงขอลักให้นักเรียนดู

ครู : นักเรียนลองยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้กรองน้ำ

(กระดาษกรอง)

ครูสาธิตการกรองน้ำโดยใช้กระดาษกรองให้นักเรียนดู แล้วครูติดภาพเครื่องกรองน้ำ

อย่างหยาบซึ่งไม่มีคำบรรยาย บนกระดาน

ครู : ภาพนี้เป็นภาพอะไร

(เครื่องกรองน้ำอย่างหยาบ)

ครู : ในเครื่องกรองน้ำอย่างหยาบมีสารอะไรบ้าง เรียงจากชั้นบนสุดลงมา

(มีทรายละเอียด ทรายหยาบ ถ่าน กรวดละเอียด กรวดหยาบ และสำลี)

ครู : ทำไมจึงใส่ถ่านลงไป

(เพื่อให้ดูดสีและกลิ่นของน้ำ)

ครู : ทำไมการกรองน้ำตามบ้านจึงไม่ใช่กระดาษกรอง กลับใช้เครื่องกรองน้ำอย่างหยาบ

(เพราะการกรองน้ำด้วยกระดาษกรองช้า การกรองน้ำตามบ้านใช้น้ำปริมาณมากจึงไม่เหมาะที่จะใช้กระดาษกรอง)

**กิจกรรม** สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำบีกเกอร์ซึ่งมีน้ำผสมผงถ่านและขอล้กมาให้นักเรียนดู

ครู : ถ้าจะทำให้ให้น้ำใสขึ้น จะทำอย่างไร

(โดยการกรอง กลั่น ฯลฯ)

ขั้นสอน

ครู : การกรองหมายถึงอะไร

(หมายถึงวิธีแยกของผสมระหว่างของแข็งกับของเหลว)

ครูใช้ตะแกรงลวดกรองน้ำที่ผสมผงถ่านและผงขอล้กให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนถาม

นักเรียน : เครื่องกรองต้องมีรูขนาดเล็กกว่าขนาดของอนุภาคของสารแขวนลอยใช่ไหม

(ใช่)

ครู : เราจะใช้อะไรกรองน้ำ

(กระดาษกรอง)

ครูสาธิตการกรองน้ำโดยใช้กระดาษกรองให้นักเรียนดู แล้วครูติดภาพเครื่องกรองน้ำ

อย่างหยาบซึ่งไม่มีคำบรรยายบนกระดาน

นักเรียน : นี่เป็นภาพอะไร

(เครื่องกรองน้ำอย่างหยาบ)

นักเรียน : ในเครื่องกรองน้ำอย่างหยาบมีสารอะไรอยู่บ้าง

(เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม)

นักเรียน : ใลู่ถ่านลงไปเพื่ออะไร

(เพื่อใช้ดูดสีและกลิ่นของน้ำ)

ครู : ทำไมการกรองน้ำตามบ้านจึงไม่ใช้กระดาษกรองกลับใช้เครื่องกรองน้ำอย่าง

หยาบ

(เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม)

**การประเมินผล** สืบได้จาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม) และการตั้งสมมุติฐานของนักเรียน

## เรื่อง การทำให้ตกตะกอน

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. บอกประโยชน์ของสารส้มได้ถูกต้อง
๒. บอกวิธีการที่สารส้มสามารถทำให้สารแขวนลอยตกตะกอนเร็วขึ้นได้ถูกต้อง

### เนื้อเรื่อง

การทำให้ตกตะกอน หมายถึงการทำให้ สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอน ถ้าเติมผงสารส้ม หรือแกว่งสารส้มลงในน้ำที่มีสารแขวนลอย สารส้มบางส่วนจะละลายน้ำอนุภาคของสารส้มจับรวมกับอนุภาคของสารแขวนลอยกลายเป็นอนุภาคที่ใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้นด้วยจึงตกตะกอนได้เร็วขึ้น วิธีนี้ยังคงใช้กันมากสำหรับชาวชนบท เพราะ เป็นวิธีที่ค่อนข้างสะดวกและ เสียค่าใช้จ่ายน้อย

### ความคิดรวบยอด

การทำให้ตกตะกอน หมายถึงการทำให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนถ้าใช้สารส้มช่วย จะทำให้การตกตะกอนเกิดเร็วขึ้น

### อุปกรณ์

๑. น้ำคลอง
๒. สารส้ม
๓. ถ้วยพลาสติก
๔. แท่งแก้ว

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำสารส้มก้อนใหญ่ออกมาจากห่อกระดาษให้นักเรียนดู

ครู : สารส้มมีประโยชน์อย่างไร

(ช่วยให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอน)

ชั้นสอน

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น ๔ กลุ่ม ให้ทำการทดลองโดยใส่น้ำคลองลงในบีกเกอร์ ๑๕๐ cm<sup>๓</sup> เติมสารส้มชนิดเม็ดลงไป ๒ ช้อนคนให้ทั่ว แล้วเปรียบเทียบกับน้ำคลองที่ไม่ได้ใส่สารส้ม

ครู : สารส้มทำให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนได้อย่างไร

( เพราะเมื่อแกว่งสารส้มในน้ำ สารส้มบางส่วนละลายในน้ำและอนุภาคของสารส้มจับรวมกับอนุภาคของสารแขวนลอยกลายเป็นอนุภาคที่ใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้นจึงตกตะกอน )

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำสารส้มก้อนใหญ่ออกมาจากห่อกระดาษให้ให้นักเรียนดู

ครู : สารส้มมีประโยชน์อย่างไร

(ช่วยให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอน)

ชั้นสอน

ครู : ให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : วิธีใช้สารส้มทำให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนทำได้อย่างไร

( โดยการแกว่งสารส้มในน้ำ )

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น ๔ กลุ่ม ให้ทำการทดลองโดยใส่น้ำคลองลงในบีกเกอร์ ๑๕๐ cm<sup>๓</sup> เติมสารส้มชนิดเม็ดลงไป ๒ ช้อนคนให้ทั่ว แล้วเปรียบเทียบกับน้ำคลองที่ไม่ได้ใส่สารส้ม

ครู : ให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : สารส้มทำให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนได้อย่างไร

( เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม )

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม ( เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม ) การตั้งสมมุติฐาน ทักษะการใช้อุปกรณ์และการสรุปของนักเรียน

## เรื่อง การทำน้ำประปา

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. อธิบายหลักการสำคัญของการทำน้ำประปาได้ถูกต้อง
๒. บอกประโยชน์ของแสงแดดและสารละลายคลอรีนได้ถูกต้อง

### เนื้อเรื่อง

กระบวนการทำน้ำประปามีดังนี้ ต้องหาแหล่งน้ำ ซึ่งอาจจะได้จาก เขื่อนกั้นน้ำหรือแม่น้ำตอนต้นน้ำค่อนข้างสะอาด แล้วลำเลียงส่งผ่านท่อส่งน้ำ หรือคลองส่งน้ำ ไปยังที่ทำการประปา ซึ่งจะทำให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนโดยเติมสารส้ม หลังจากนั้นทิ้งให้ตกตะกอนแล้วกรองโดยใช้ถังกรอง ภายในถังกรองจะมีถ่านซึ่งช่วยฟอกสี และกำจัดกลิ่นเสร็จแล้วจึงทำลายเชื้อโรคโดยการฝังแดดและเติมสารละลายคลอรีน

### ความคิดรวบยอด

การทำน้ำประปามีกระบวนการที่สำคัญต่อไปนี้คือ ทำให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนแล้วกรอง จากนั้นจึงฆ่าเชื้อโรคโดยการเติมคลอรีน

### อุปกรณ์

๑. ภาพเด็กกำลังดื่มน้ำประปาจากก๊อกน้ำ
๒. บัตรคำ

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูติดภาพ เด็กกำลังดื่มน้ำประปาจากก๊อกน้ำบนกระดาน

ครู : นักเรียนทราบไหมว่าน้ำประปาที่เราใช้ดื่ม และทำความสะอาด มีกระบวนการทำอย่างไร

ชั้นสอน

ครูเรียกนักเรียนที่อาสาสมัครออกมาติดบัตรคำแสดงกระบวนการทำน้ำประปา

แหล่งน้ำ	คลองส่งน้ำ	สารส้ม เครื่องกวนน้ำ	ถังตกตะกอน (ถังเกรอะ)	ถ่าน ถังกรอง	ฝั่งแดด และเติมคลอรีน
----------	------------	-------------------------	--------------------------	-----------------	--------------------------

ครู : ใส่สารส้มลงไปเครื่องกวนน้ำเพื่ออะไร

(ช่วยให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอน)

ครู : ใส่ถ่านลงในถังกรองน้ำเพื่ออะไร

(เพื่อดูดสีและกลิ่นของน้ำ)

ครู : การให้น้ำฝั่งแดดมีประโยชน์อย่างไร

(ช่วยทำลายเชื้อโรค)

ครู : เติมคลอรีนลงในน้ำเพื่ออะไร

(เพื่อทำลายเชื้อโรค)

ครู : ใครสามารถอธิบายกระบวนการทำน้ำประปาได้ให้ยกมือ

(ต้องหาแหล่งน้ำที่ค่อนข้างสะอาดแล้วลำเลียงส่งผ่านคลองส่งน้ำไปยังที่ทำการประปา

จากนั้นจะผ่านกระบวนการดังนี้ ทำให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนโดยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

หรือเติมสารส้ม กรองโดยใช้ถังกรอง ฟอกสีและกำจัดกลิ่นโดยใช้ถ่านซึ่งอยู่ในถังกรอง

ทำลายเชื้อโรคโดยการฝั่งแดดและใช้คลอรีน

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูตีภาพเด็กกำลังตีม่านน้ำประปาจากก๊อกน้ำบนกระดาน

ครู : นักเรียนทราบใหม่ว่าน้ำประปาที่เราใช้ดื่มและทำความสะอาดมีกระบวนการ

ทำอย่างไร

ชั้นสอน

ครูเรียกนักเรียนที่อาสาสมัครออกมาติดบัตรคำแสดงกระบวนการทำน้ำประปา

แหล่งน้ำ

คลองส่งน้ำ

สารส้ม  
เครื่องกวนน้ำถังตะกอน  
(ถัง เกระอะ)ถ่าน  
ถังกรองฝั่งแแตกและ  
เติมคลอรีน

ให้นักเรียนตั้งคำถาม

นักเรียน : ใส่สารส้มในเครื่องกวนน้ำเพื่ออะไร  
(ช่วยให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอน)

นักเรียน : ถ่านในถังกรองมีหน้าที่อะไร  
(ดูดสีและกลิ่นของน้ำ)

นักเรียน : ให้น้ำฝั่งแแตกเพื่ออะไร  
(ช่วยทำลายเชื้อโรค)

นักเรียน : เติมคลอรีนลงในน้ำเพื่ออะไร  
(เพื่อทำลายเชื้อโรค)

ครู : ใครสามารถอธิบายกระบวนการทำน้ำประปาได้ให้ยกมือ  
(เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม)

การประเมินผล สังเกตจาก

การตอบคำถาม การตั้งคำถาม (เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม) การเรียงบัตรคำ และการสรุปของนักเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## เรื่อง สาเหตุ ผล วิธีป้องกันและแก้หน้าเสีย

เวลาที่ใช้สอน ๑ คาบ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ
๑. บอกสาเหตุที่ทำให้หน้าเสียได้ถูกต้องอย่างน้อย ๒ ข้อ
  ๒. อธิบายถึงผลที่เกิดจากหน้าเสียได้ถูกต้องอย่างน้อย ๓ ข้อ
  ๓. ยกตัวอย่างวิธีป้องกันและแก้หน้าเสียได้อย่างถูกต้องอย่างน้อย ๓ ข้อ

### เนื้อเรื่อง

ปัจจุบันเราพบว่าปัญหาหน้าเสียกำลังขยายตัวอย่างเร็ว สาเหตุที่ทำให้หน้าเสียก็เนื่องจากการปล่อยน้ำเสีย เช่นน้ำซักผ้า หรือสารเคมีที่เหลือใช้จากอาคารบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ การที่สารเป็นพิษ บ่อย หรือยาฆ่าแมลงที่ใช้ในการเกษตรถูกน้ำพัดพาไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองทำให้น้ำเป็นพิษ เมื่อน้ำเสียเกิดขึ้นแล้ว พิษและสัตว์น้ำก็ตายกิจการด้านการเกษตรและการประมงก็ได้รับ ความกระทบกระเทือน นอกจากนี้ น้ำเสียยังเป็นพิษต่อสุขภาพของมนุษย์

เราจึงควรรหาวิธีป้องกันและแก้หน้าเสียสิ่งสำคัญประการแรกคือ เราต้องไม่ทิ้งสิ่งสกปรกและขยะมูลฝอยลงในน้ำ ก่อนทิ้งน้ำเสียลงสู่ท่อระบายน้ำต้องทำให้ตกตะกอนและทำให้น้ำนั้น ไม่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตก่อน โรงงานอุตสาหกรรม ต่าง ๆ จะต้องปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับการปล่อยน้ำเสีย ลงสู่แหล่งน้ำ

### ความคิดรวบยอด

น้ำเสียเกิดเนื่องจากมนุษย์ปล่อยน้ำเสีย น้ำโสโครก หรือสารที่เป็นพิษลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งเป็นผลให้พิษและสัตว์น้ำตาย ก่อให้เกิดความเสียหาย ต่อการเกษตรการประมง และเป็นพิษต่อสุขภาพของมนุษย์ เราจึงควรป้องกันและแก้หน้าเสียโดยการไม่ทำให้แหล่งน้ำสกปรก และถ้ามีน้ำเสียที่ต้องระบายสู่แหล่งน้ำก็ต้องทำให้ตกตะกอนและไม่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเสียก่อน



อุปกรณ์

ภาพซึ่งมีขยะมูลฝอยลอยอยู่และมีปลาตาย

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูดึงภาพน้ำซึ่งมีขยะมูลฝอยลอยอยู่และมีปลาตายบนกระดาน

ครู : น้ำที่มีสภาพตามภาพนี้ เป็นน้ำชนิดใด

(น้ำเสีย)

ขั้นสอน

ครู : สาเหตุที่ทำให้ น้ำเสียมีอะไรบ้าง

(การทิ้งสิ่งโสโครกลงไปในแหล่งน้ำ การปล่อยน้ำเสียจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ)

ครู : ใครมีความคิดเห็นอย่างอื่นอีกบ้าง

ครู : เมื่อเกิดน้ำเสียแล้วจะมีผลอย่างไร

(พืชและสัตว์น้ำตาย ทำให้การเกษตรเสียหาย ราษฎรขาดแหล่งน้ำใช้ เป็นภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ ฯลฯ)

ครู : วิธีป้องกันและแก้ น้ำเสียทำได้อย่างไร

(ทุกคนช่วยกันไม่ทิ้งสิ่งโสโครกลงในแหล่งน้ำ ก่อนทิ้งน้ำเสียสู่ท่อระบายน้ำหรือแหล่งน้ำควรทำให้ตกตะกอนก่อน ทำให้ น้ำที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำไม่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตก่อน ฯ)

กิจกรรม สำหรับการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูดึงภาพน้ำซึ่งมีขยะมูลฝอยลอยอยู่และมีปลาตายบนกระดาน แล้วให้นักเรียนถาม

นักเรียน : นี้เป็นน้ำเสียใช่ไหม

(ใช่)

ขั้นสอน

นักเรียน : อะไรเป็นสาเหตุทำให้ น้ำเสีย

( การทิ้งสิ่ง โสโครกลงแหล่งน้ำ การปล่อยน้ำเสียจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ )

ครู : ใครมีความคิดเห็นอย่างอื่นอีกบ้าง

ครู : ให้นักเรียนตั้งคำถามอีก

นักเรียน : เมื่อเกิดน้ำเสียแล้วจะมีผลอย่างไร

( พืช และ สัตว์น้ำตาย ทำให้การเกษตรเสียหาย ราษฎรขาดแหล่งน้ำใช้ เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ ฯลฯ )

ครู : เราจะป้องกันและแก้ปัญหาน้ำเสียได้โดยวิธีใด

( เหมือนการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม )

การประเมินผล สืบได้จาก

การตั้งคำถาม การตอบคำถาม ( เฉพาะการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม )

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ในการทำแบบทดสอบ

- ๑. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถาม ๕๐ ข้อ ให้เวลาทำ ๕๐ นาที
- ๒. จงอย่าขีด เขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้
- ๓. คำถามแต่ละข้อมีคำตอบให้เลือก ๔ คำตอบ ตามหัวข้อ ก. ข. ค. และง.

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วขีดเครื่องหมายกากบาท (X)

ให้ตรงกับตัวอักษรในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง (๐)

- ก. ....
- ข. ....
- ค. ....
- ง. ....

ข้อนี้ตอบข้อ ข. จึงขีดกากบาท (X) ให้ตรงกับข้อ ข. ในกระดาษคำตอบดังนี้

ก.	ข.	ค.	ง.
	X		

๔. ถ้าต้องการเปลี่ยนข้อคำตอบให้ขีดเส้นทับในข้อที่ไม่ต้องการ เช่น เปลี่ยนจาก ข้อ ข. เป็นข้อ ค. ดังนี้

ก.	ข.	ค.	ง.
	<del>X</del>	X	

๕. ถ้าพบข้อใดยากจงเว้นข้ามไปทำข้ออื่นๆ ต่อไปก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่ เพราะอาจมีข้อง่ายๆ อยู่ตอนหลังๆ และจงพยายามทำให้ครบทุกข้อ











๒๘. ความสามารถในการละลายของสารใด หมายถึงอะไร

- |  |  |
|--|--|
| ก. ปริมาณของตัวถูกละลาย<br>ณ อุณหภูมิหนึ่ง           | ข. ความเข้มข้นของสารละลาย<br>ณ อุณหภูมิหนึ่ง         |
| ค. ความเข้มข้นของสารละลาย<br>อิ่มตัว ณ อุณหภูมิหนึ่ง | ง. ปริมาณตัวถูกละลายและตัวทำละลาย<br>ณ อุณหภูมิหนึ่ง |

๒๙. สารละลายอิ่มตัวหมายถึงสารละลายประเภทใด

- |   |  |
|---|--|
| ก. สารละลายที่มีปริมาณน้ำ<br>อยู่น้อยกว่าตัวถูกละลาย              | ข. สารละลายที่มีตัวถูกละลายในสาร<br>ละลายนั้น เพียงอย่าง เดียว     |
| ค. สารละลายที่มีตัวทำละลายและตัว<br>ถูกละลายอยู่ในปริมาณเท่าๆ กัน | ง. สารละลายที่ไม่สามารถละลายสารนั้น<br>ต่อไปได้อีก ณ อุณหภูมิหนึ่ง |

๓๐. การตกผลึกหมายถึงขบวนการใด

- |                           |                                     |
|---------------------------|-------------------------------------|
| ก. สารแยกตัวจากของผสม     | ข. สารแยกตัวจากสารละลาย             |
| ค. สารแขวนลอยจับกันตกลงมา | ง. สารละลายเปลี่ยนสถานะ เป็นของแข็ง |

๓๑. เมื่อทำให้สารละลายอิ่มตัวชนิดหนึ่งตกผลึกปรากฏว่าได้ผลึก รูปสี่เหลี่ยมจตุรัสสีขาว  
ตัวถูกละลายน่าจะเป็นสารใด

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| ก. สารส้ม         | ข. โซเดียมคลอไรด์   |
| ค. คอปเปอร์ซัลเฟต | ง. แมกเนเซียมซัลเฟต |

๓๒. เพราะเหตุใด เมื่อสารละลายอิ่มตัว เย็นลงจึงมีผลึก เกิดขึ้น

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| ก. ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น              | ข. ความสามารถในการละลายลดลง                 |
| ค. ความสามารถในการละลาย<br>เพิ่มขึ้น | ง. ปริมาณตัวถูกละลายในสารละลาย<br>มีมากขึ้น |

๓๓. น้ำอ่อนหมายถึงน้ำชนิดใด

- |                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| ก. น้ำที่เคือดได้ง่ายเมื่อต้ม | ข. น้ำที่ให้พองกับสบู่ได้ง่าย       |
| ค. น้ำที่ละลายสารอื่นได้มาก   | ง. น้ำที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า ๑.๐๐ |

๓๔. น้ำกระด้างคือน้ำในข้อใด

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| ก. น้ำสกปรก                 | ข. น้ำที่มีสารอื่นเจือปน        |
| ค. น้ำที่ถูกมีอรัลิกกระด้าง | ง. น้ำที่พองสบู่แล้ว เกิดพองยาก |







๑๗๒

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพรพิมล ขาญชัยเขาวรรีวัฒน์ เกิดที่บ้านเลขที่ ๓๓๕/๓ ถนนเจริญกรุง  
ตำบลสี่พระยา อำเภอบางรัก กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ ๒๒ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๔๘  
สำเร็จการศึกษาคณะครุศาสตร์บัณฑิต (ศึกษาศาสตร์บัณฑิต) จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์-  
มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา ๒๕๖๐ ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งอาจารย์ ๑ ระดับ ๓  
อยู่ที่โรงเรียนนนทรีวิทยา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย